

2024

Kajian Kerentanan & Risiko Iklim Kabupaten Manggarai Barat Nusa Tenggara Timur

Tim Penyusun :

Akhmad Faqih

Bambang Dwi Dasanto

Jassica Listyarini

Raynaldi Rachmat



Kajian Kerentanan dan Risiko Iklim

Kabupaten Manggarai Barat, Nusa Tenggara Timur

Tim Penyusun:

Akhmad Faqih

Bambang Dwi Dasanto

Jassica Listyarini

Raynaldi Rachmat

Yayasan Bina Karta Lestari

2024

PRAKATA

Perubahan iklim telah terjadi dan lebih cepat dari yang diperkirakan sebelumnya (IPCC AR5, 2014a, p. 2-6). Juga disebutkan bahwa negara yang rentan terhadap perubahan iklim adalah negara pesisir pantai, kepulauan dan negara berkembang, dan Indonesia termasuk dalam salah satu dari ketiga tipe tersebut. Terdapat empat sektor yang rentan terhadap perubahan iklim yaitu sektor pertanian, kesehatan, air, dan sektor perikanan dan kelautan. Dampak kerugian yang diakibatkan perubahan iklim terhadap keempat sektor tersebut diproyeksi mencapai sebesar 115 Triliun pada tahun 2024 (Bappenas, 2021).

Tren perubahan iklim yang terjadi baik secara global maupun di Indonesia berbanding lurus dengan peningkatan frekuensi kejadian bencana. Data kebencanaan tahun 2019-2021 yang dikeluarkan oleh BPBD Provinsi Nusa Tenggara Timur (NTT) menunjukkan bahwa Kabupaten Manggarai Barat sering terpapar oleh bencana hidrometeorologi seperti banjir, kekeringan, dan angin kencang. Dampak negatif yang ditimbulkan oleh bencana hidrometeorologi adalah sangat besar terutama pada wilayah-wilayah yang rentan dan berisiko tinggi. Oleh karena itu, Yayasan Bintari sebagai pelaksana Program PEKA Iklim bekerjasama dengan Departemen Geofisika & Meteorology Institut Pertanian Bogor (IPB), telah melakukan kajian Resiko Iklim secara partisipatif di Kabupaten Manggarai Barat, Provinsi NTT, dengan ruang lingkup kajian difokuskan pada analisis kerentanan sistem (desa) dalam menghadapi dampak buruk dari perubahan iklim termasuk iklim ekstrim dan menilai tingkat risikonya.

Kajian ini difasilitasi oleh Program Penguatan Ketahanan Iklim (PEKA-IKLIM), sebuah program yang bertujuan untuk mewujudkan ketahanan masyarakat berisiko di NTT, khususnya dalam menghadapi perubahan iklim, dengan dukungan pendanaan dari Kementerian Ekonomi dan Pembangunan Pemerintah Federal Jerman. Program PEKA-IKLIM berlokasi di kabupaten Manggarai Barat, berlangsung tiga tahun (2022-2025), serta dilaksanakan oleh Yayasan Bina Karta Lestari (BINTARI) dan Arbeiter-Samariter-Bund (ASB), dan berkoordinasi dengan Pemerintah Kabupaten Manggarai Barat. ASB telah bekerja di Indonesia sejak tahun 2006 berdasarkan Memorandum Saling Pengertian (MSP) dengan Kementerian Dalam Negeri Republik Indonesia. ASB berkoordinasi erat dengan Pusat Fasilitas Kerjasama Kementerian Dalam Negeri Republik Indonesia dan bermitra secara teknis dengan Direktorat Jenderal Bina Pemerintahan Desa Kementerian Dalam Negeri Republik Indonesia.

Hasil analisis risiko iklim Kabupaten Manggarai Barat diharapkan dapat menjadi inspirasi dan memberikan manfaat bagi Pemerintah Kabupaten dan stakeholder lainnya dalam hal:

- Mengidentifikasi potensi ancaman yang dihadapi Kabupaten Manggarai Barat akibat perubahan iklim, seperti banjir, kekeringan, tanah longsor dan peningkatan suhu ekstrem.
- Menjadi acuan untuk mengevaluasi kerentanan desa-desa di wilayah Kabupaten Manggarai Barat terhadap ancaman yang terkait dengan perubahan iklim. Ini mencakup pemahaman tentang infrastruktur, ekonomi, masyarakat, dan lingkungan alam yang rentan terhadap dampak perubahan iklim.

- Untuk menilai dampak potensial dari ancaman yang terkait dengan perubahan iklim, baik secara ekonomi, sosial, maupun lingkungan. Ini dapat membantu dalam menentukan prioritas tindakan mitigasi dan adaptasi.
- Informasi yang terdapat dalam analisis risiko iklim ini dapat digunakan untuk merencanakan dan mengelola risiko yang terkait dengan perubahan iklim. Ini mencakup pengembangan strategi adaptasi yang tepat guna untuk mengurangi kerentanan dan menghadapi ancaman, serta langkah-langkah mitigasi untuk mengurangi risiko dampak yang merugikan.
- Dengan memahami risiko yang terkait dengan perubahan iklim, para pembuat kebijakan dan stakeholder lainnya dapat mengambil keputusan yang lebih baik dalam merencanakan pembangunan, investasi, dan tindakan adaptasi.
- Hasil dari analisis risiko iklim ini dapat digunakan untuk meningkatkan kesadaran masyarakat tentang pentingnya menghadapi perubahan iklim dan mendorong tindakan individu dan kolektif untuk mengurangi dampaknya.

Laporan hasil analisis risiko iklim untuk Kabupaten Manggarai Barat ini merupakan hasil dari kerja keras berbagai pihak antara lain Tim Konsultan ahli, Tim Koordinasi Penyusunan Dokumen Proyeksi dan Analisis Risiko Iklim Kabupaten Manggarai Barat, dukungan Pemerintah Kabupaten Manggarai Barat, khususnya Badan Perencana Pembangunan Daerah (Bappeda) serta dukungan (*sharing*) data dari Organisasi Perangkat Daerah (OPD) dan Unit Pelaksana Teknis (UPT) vertikal di daerah.

Terima kasih kepada semua pihak yang telah berkontribusi dalam proses sampai dengan tersusunnya laporan ini, semoga informasi yang disajikan dapat membantu membangun ketahanan dan keberlanjutan Kabupaten Manggarai Barat di tengah tantangan perubahan iklim.

Labuan Bajo, Mei 2024

Program PEKA IKLIM
Yayasan Bina Karta Lestari (Bintari)

Daftar isi

1	Pendahuluan	10
1.1	Latar Belakang	10
1.2	Tujuan	10
1.3	Limitasi Kajian	10
2	Metodologi.....	12
2.1	Data dan Alat	12
2.2	Kerangka Kerja Umum.....	12
2.3	Analisis Kerentanan.....	13
2.3.1	Pengembangan Indikator dan Penentuan Bobot Indikator	14
2.3.2	Pengembangan Indikator dan Indeks Sensitivitas	17
2.3.3	Pengembangan Indikator dan Indeks Kapasitas Adaptasi.....	24
2.3.4	Indeks Kerentanan.....	28
2.3.5	Penurunan Tingkat Kerentanan Desa	29
2.3.6	Analisis Keterpaparan	30
2.3.7	Pengembangan Indikator dan Indeks Keterpaparan.....	30
2.4	Analisis Potensi Dampak dan Risiko.....	36
2.4.1	Indeks Potensi Dampak (PII).....	38
2.4.2	Indeks Bahaya Iklim	39
2.4.3	Indeks Risiko Iklim.....	42
3	Kondisi Umum.....	44
3.1	Administrasi Wilayah.....	44
3.2	Iklim	44
3.3	Kebencanaan.....	46
4	Tingkat Kerentanan Desa	48
4.1	Tingkat Sensitivitas dan Kapasitas Adaptasi Desa	48
4.2	Tingkat Kerentanan Desa.....	51
4.3	Faktor Pendorong Tingkat Kerentanan Desa.....	52
4.3.1	Indikator Kerentanan yang Berkontribusi Besar pada Kerentanan Desa.....	52
4.3.2	Skenario Penurunan Tingkat Kerentanan Desa.....	55
5	Potensi Dampak Terkait Ancaman Bahaya Iklim	60
5.1	Potensi Dampak terkait Ancaman Banjir, Kekeringan, dan Longsor	60

5.2	Analisis Potensi Dampak terkait Ancaman Banjir	61
5.3	Analisis Potensi Dampak terkait Ancaman Kekeringan.....	63
5.4	Analisis Potensi Dampak terkait Ancaman Tanah Longsor	64
6	Tingkat Risiko Iklim Desa.....	66
6.1	Analisis Bahaya Iklim di Bawah Kondisi Historis dan Proyeksi	66
6.1.1	Peluang Bahaya Banjir dan Longsor.....	66
6.1.2	Peluang Bahaya Kekeringan	68
6.2	Tingkat Risiko Iklim Desa di Bawah Kondisi Historis dan Proyeksi.....	69
6.2.1	Tingkat Risiko Banjir	70
6.2.2	Tingkat Risiko Tanah Longsor.....	71
6.2.3	Tingkat Risiko Kekeringan.....	72
7	Rekomendasi Hasil Kajian Kerentanan dan Risiko Iklim Desa.....	74
7.1	Temuan Hasil Kajian	74
7.2	Rekomendasi.....	81
7.3	Tindak Lanjut.....	82
	DAFTAR PUSTAKA	84
	LAMPIRAN.....	86
	Lampiran 1. Indeks sensitivitas dan kapasitas adaptasi desa di Kabupaten Manggarai Barat	86
	Lampiran 2. Indeks kerentanan desa di Kabupaten Manggarai Barat.....	88
	Lampiran 3. Kondisi desa dengan indikator penyusun tingkat sensitivitas dan kapasitas adaptasi menurut kategori Agak Rentan	90
	Lampiran 4. Kondisi desa dengan indikator penyusun tingkat sensitivitas dan kapasitas adaptasi menurut kategori Cukup Rentan.....	99
	Lampiran 5. Kondisi desa dengan indikator penyusun tingkat sensitivitas dan kapasitas adaptasi menurut kategori Tidak Rentan.....	127
	Lampiran 6. Sebaran wilayah menurut Tingkat Sensitivitas, Kapasitas Adaptasi dan Kerentanan Desa di Kabupaten Manggarai Barat.....	1
	Lampiran 7. Sebaran wilayah menurut Tingkat Keterpaparan Desa terkait Ancaman Bahaya Iklim (Banjir, Longsor, Kekeringan) di Kabupaten Manggarai Barat	2
	Lampiran 8. Sebaran wilayah menurut Potensi Dampak terkait Bahaya Iklim (Banjir, Longsor, Kekeringan) di Kabupaten Manggarai Barat	3
	Lampiran 9. Sebaran wilayah menurut Peluang Bahaya Banjir dan Longsor di bawah kondisi historis dan proyeksi.....	4
	Lampiran 10. Sebaran wilayah menurut Peluang Bahaya Kekeringan di bawah kondisi historis dan proyeksi	5

Lampiran 11. Sebaran wilayah menurut Tingkat Risiko Banjir di bawah kondisi historis dan proyeksi.....	6
Lampiran 12. Sebaran wilayah menurut Tingkat Risiko Longsor di bawah kondisi historis dan proyeksi.....	7
Lampiran 13. Sebaran wilayah menurut Tingkat Risiko Kekeringan di bawah kondisi historis dan proyeksi.....	8
Lampiran 14. Deskripsi ringkas tingkat kerentanan, potensi dampak, dan risiko iklim desa Repi, Kecamatan Lembor Selatan dan Warloka, Kecamatan Komodo.....	9
Lampiran 15. Peta Tingkat Kerentanan Desa di Kabupaten Manggarai Barat.....	14
Lampiran 16. Peta Tingkat Risiko Banjir Kabupaten Manggarai Barat di Bawah Kondisi Historis.....	15
Lampiran 17. Peta Tingkat Risiko Banjir Kabupaten Manggarai Barat di Bawah Kondisi Proyeksi Menurut Skenario SSP2-4.5 untuk Periode 2021-2050.....	16
Lampiran 18. Peta Tingkat Risiko Banjir Kabupaten Manggarai Barat di Bawah Kondisi Proyeksi Menurut Skenario SSP2-4.5 untuk Periode 2051-2080.....	17
Lampiran 19. Peta Tingkat Risiko Longsor Kabupaten Manggarai Barat di Bawah Kondisi Historis.....	18
Lampiran 20. Peta Tingkat Risiko Longsor Kabupaten Manggarai Barat di Bawah Kondisi Proyeksi Menurut Skenario SSP2-4.5 untuk Periode 2021-2050.....	19
Lampiran 21. Peta Tingkat Risiko Longsor Kabupaten Manggarai Barat di Bawah Kondisi Proyeksi Menurut Skenario SSP2-4.5 untuk Periode 2051-2080.....	20
Lampiran 22. Peta Tingkat Risiko Kekeringan Kabupaten Manggarai Barat di Bawah Kondisi Historis.....	21
Lampiran 23. Peta Tingkat Risiko Kekeringan Kabupaten Manggarai Barat di Bawah Kondisi Proyeksi Menurut Skenario SSP2-4.5 untuk Periode 2021-2050.....	22
Lampiran 24. Peta Tingkat Risiko Kekeringan Kabupaten Manggarai Barat di Bawah Kondisi Proyeksi Menurut Skenario SSP2-4.5 untuk Periode 2051-2080.....	23

Daftar Gambar

GAMBAR 2.1 RISIKO IKLIM MERUPAKAN HASIL INTERAKSI ANTARA BAHAYA (<i>HAZARD</i>) TERKAIT IKLIM DENGAN KERENTANAN (<i>VULNERABILITY</i>) DAN KETERPAPARAN (<i>EXPOSURE</i>) PADA MANUSIA DAN SISTEM ALAM. PERUBAHAN DALAM SISTEM IKLIM (KIRI) DAN PROSES SOSIOEKONOMI TERMASUK ADAPTASI DAN MITIGASI (KANAN) ADALAH PENDORONG TERJADINYA BAHAYA, KETERPAPARAN, DAN KERENTANAN (IPCC AR5, 2014B, P. 3)	13
GAMBAR 2.2 KONSEP UMUM KAJIAN RISIKO IKLIM BERDASARKAN IPCC-AR5	13
GAMBAR 2.3 ALUR PENENTUAN INDEKS KERENTANAN DAN INDEKS POTENSI DAMPAK.....	14
GAMBAR 2.4 SISTEM KUADRAN UNTUK PENENTUAN INDEKS KERENTANAN DESA (BOER, TANPA TAHUN)	29
GAMBAR 2.5 HUBUNGAN ANTARA KETERPAPARAN, SENSITIVITAS, DAN BAHAYA IKLIM TERKAIT PENENTUAN POTENSI DAMPAK (DIADAPTASI DARI DAS <i>ET AL.</i> , 2020, P. 8)	36
GAMBAR 2.6 KOMPONEN PENENTU TINGKAT RISIKO IKLIM BERDASARKAN KONSEP IPCC-AR5 (DIADAPTASI DARI DAS <i>ET AL.</i> , 2020, P. 8)	37
GAMBAR 2.7 ILUSTRASI NILAI AMBANG BATAS BANJIR ($q_{0.5} = 20.79$) BERDASARKAN PDF HUJAN PENYEBAB BANJIR PADA SUATU GRID PADA PERIODE 1985-2014	41
GAMBAR 3.1 ADMINISTRASI KABUPATEN MANGGARAI BARAT	44
GAMBAR 3.2 TIPE IKLIM AW BERDASARKAN KLASIFIKASI KÖPPEN.....	45
GAMBAR 3.3 TIPE IKLIM E BERDASARKAN KLASIFIKASI SCHMIDT & FERGUSON	45
GAMBAR 3.4 KEJADIAN BENCANA ALAM YANG SERING TERJADI DI KABUPATEN MANGGARAI BARAT	46
GAMBAR 3.5 JUMLAH DESA TERDAMPAK BENCANA ALAM YANG SERING TERJADI DI KABUPATEN MANGGARAI BARAT	47
GAMBAR 4.1 TINGKAT SENSITIVITAS DESA DI KABUPATEN MANGGARAI BARAT	48
GAMBAR 4.2 JUMLAH DESA MENURUT TINGKAT SENSITIVITAS.....	48
GAMBAR 4.3 TINGKAT KAPASITAS ADAPTASI DESA DI KABUPATEN MANGGARAI BARAT	50
GAMBAR 4.4 JUMLAH DESA MENURUT TINGKAT KAPASITAS ADAPTASI	50
GAMBAR 4.5 TINGKAT KERENTANAN DESA, MORFOLOGI WILAYAH DAN JENIS PENGGUNAAN LAHAN DI KABUPATEN MANGGARAI BARAT	51
GAMBAR 4.6 JUMLAH DESA MENURUT TINGKAT KERENTANAN.....	52
GAMBAR 4.7 IDENTIFIKASI INDIKATOR S DAN KA YANG BERKONTRIBUSI BESAR TERHADAP KERENTANAN DESA GOLO NDEWENG DAN SOMPANG KOLANG. TANDA PANAH WARNA MERAH KE ARAH DALAM DAN KE ARAH LUAR DARI PUSAT DIAGRAM JARING LABA-LABA SECARA BERTURUT-TURUT MENUNJUKKAN JENIS INDIKATOR S (PANEL BAGIAN KIRI) DAN KA (PANEL BAGIAN KANAN) YANG HARUS DIPERBAIKI HINGGA TINGKAT KERENTANAN KEDUA DESA ITU TURUN DAN TERKELOMPOKKAN DALAM KATEGORI CUKUP RENTAN	56
GAMBAR 5.1 TINGKAT KETERPAPARAN DESA TERKAIT ANCAMAN ATAU POTENSI BANJIR.....	61
GAMBAR 5.2 INDEKS POTENSI DAMPAK TERKAIT BANJIR	62
GAMBAR 5.3 JUMLAH DESA MENURUT TINGKAT POTENSI DAMPAK TERKAIT ANCAMAN BANJIR	62
GAMBAR 5.4 TINGKAT KETERPAPARAN DESA TERKAIT ANCAMAN ATAU POTENSI KEKERINGAN	63
GAMBAR 5.5 INDEKS POTENSI DAMPAK TERKAIT KEKERINGAN.....	64
GAMBAR 5.6 TINGKAT KETERPAPARAN DESA TERKAIT ANCAMAN ATAU POTENSI LONGSOR	65
GAMBAR 5.7 INDEKS POTENSI DAMPAK TERKAIT TANAH LONGSOR.....	65
GAMBAR 6.1 PELUANG BAHAYA BANJIR DAN LONGSOR DI BAWAH KONDISI HISTORIS (1985-2014)	67
GAMBAR 6.2 MORFOLOGI WILAYAH DI KABUPATEN MANGGARAI BARAT (SUMBER: HTTPS://MAB-STAR.COM/TATARUANG?MAPID=B7D822A9-C653-4AAE-B2E7-E6ADF5A58362# COORDINATE=10/-8.5684/119.9116)	67
GAMBAR 6.3 PELUANG BAHAYA BANJIR DAN LONGSOR BERDASARKAN SKENARIO IKLIM SSP2-4.5. GAMBAR KIRI UNTUK PERIODE PROYEKSI 2021-2050 DAN GAMBAR KANAN UNTUK PERIODE PROYEKSI 2051-2080. GARIS	

PUTUS-PUTUS MENUNJUKKAN DESA-DESA YANG MENGALAMI PENINGKATAN PELUANG BAHAYA BANJIR DAN LONGSOR	68
GAMBAR 6.4 PELUANG BAHAYA KEKERINGAN DI BAWAH KONDISI HISTORIS (1985-2014).....	69
GAMBAR 6.5 PELUANG BAHAYA KEKERINGAN BERDASARKAN SKENARIO IKLIM SSP2-4.5. GAMBAR KIRI UNTUK PERIODE PROYEKSI 2021-2050 DAN GAMBAR KANAN UNTUK PERIODE PROYEKSI 2051-2080. GARIS PUTUS-PUTUS MENUNJUKKAN DESA-DESA YANG MENGALAMI PENINGKATAN PELUANG BAHAYA KEKERINGAN	69
GAMBAR 6.6 TINGKAT RISIKO BANJIR DI BAWAH KONDISI HISTORIS (1985-2014).....	70
GAMBAR 6.7 TINGKAT RISIKO BANJIR BERDASARKAN SKENARIO IKLIM SSP2-4.5. GAMBAR KIRI UNTUK PERIODE PROYEKSI 2021-2050 DAN GAMBAR KANAN UNTUK PERIODE PROYEKSI 2051-2080	71
GAMBAR 6.8 TINGKAT RISIKO LONGSOR DI BAWAH KONDISI HISTORIS (1985-2014)	72
GAMBAR 6.9 TINGKAT RISIKO LONGSOR BERDASARKAN SKENARIO IKLIM SSP2-4.5. GAMBAR KIRI UNTUK PERIODE PROYEKSI 2021-2050 DAN GAMBAR KANAN UNTUK PERIODE PROYEKSI 2051-2080	72
GAMBAR 6.10 TINGKAT RISIKO KEKERINGAN DI BAWAH KONDISI HISTORIS (1985-2014).....	73
GAMBAR 6.11 TINGKAT RISIKO KEKERINGAN BERDASARKAN SKENARIO IKLIM SSP2-4.5. GAMBAR KIRI UNTUK PERIODE PROYEKSI 2021-2050 DAN GAMBAR KANAN UNTUK PERIODE PROYEKSI 2051-2080	73

Daftar Tabel

TABEL 2.1 JENIS DAN SUMBER DATA KAJIAN KERENTANAN DAN RISIKO IKLIM KABUPATEN MANGGARAI BARAT ...	12
TABEL 2.2 JENIS PRASARANA TRANSPORTASI SEBAGAI ILUSTRASI PENETAPAN SKOR UNTUK INDIKATOR YANG BERSIFAT PILIHAN	15
TABEL 2.3 KONVERSI <i>Z-SCORE</i> MENJADI SKOR AKHIR	16
TABEL 2.4 KONVERSI NILAI PROPORSI MENJADI SKOR AKHIR.....	17
TABEL 2.5 ILUSTRASI PENENTUAN ANGKA BOBOT INDIKATOR	17
TABEL 2.6 INDIKATOR DAN SUBINDIKATOR (TERMASUK NILAI BOBOT) PENYUSUN TINGKAT SENSITIVITAS	18
TABEL 2.7 SUMBER PENGHASILAN UTAMA PADA SEBAGIAN BESAR PENDUDUK	19
TABEL 2.8 SUMBER PENCEMAR UTAMA PADA BADAN AIR DAN UDARA	20
TABEL 2.9 SUMBER AIR MINUM SEBAGIAN BESAR KELUARGA	21
TABEL 2.10 TEMPAT PEMBUANGAN SAMPAH SEBAGIAN BESAR KELUARGA	23
TABEL 2.11 TEMPAT BUANG AIR BESAR SEBAGIAN BESAR KELUARGA	23
TABEL 2.12 INDIKATOR, SUBINDIKATOR DAN NILAI BOBOT PENYUSUN TINGKAT KAPASITAS ADAPTASI	24
TABEL 2.13 JENIS DAN SKOR KEGIATAN PELESTARIAN LINGKUNGAN.....	27
TABEL 2.14 INDIKATOR DAN SUB-INDIKATOR (TERMASUK NILAI BOBOT) PENYUSUN TINGKAT KETERPAPARAN	31
TABEL 2.15 PENENTUAN SKOR SUBINDIKATOR E_{21} TERKAIT BAHAYA KEKERINGAN DAN LONGSOR	32
TABEL 2.16 PENENTUAN SKOR SUBINDIKATOR E_{21} TERKAIT BAHAYA BANJIR	32
TABEL 2.17 JENIS, KODE JUMLAH DAN SKOR AWAL SARANA DAN PRASARANA EKONOMI	34
TABEL 2.18 TINGKAT (INDEKS) POTENSI DAMPAK BERDASARKAN KOMBINASI SILANG ANTARA TINGKAT KERENTANAN DAN TINGKAT KETERPAPARAN DESA.....	39
TABEL 2.19 TINGKAT (INDEKS) RISIKO IKLIM BERDASARKAN KOMBINASI SILANG ANTARA PELUANG KEJADIAN BAHAYA IKLIM DAN INDEKS POTENSI DAMPAK	42
TABEL 4.1 KONDISI RATA-RATA INDIKATOR PENYUSUN TINGKAT SENSITIVITAS DAN KAPASITAS ADAPTASI MENURUT KATEGORI TINGKAT KERENTANAN.....	54
TABEL 4.2 IDENTIFIKASI INDIKATOR PENYUSUN TINGKAT SENSITIVITAS DAN KAPASITAS ADAPTASI YANG BERKONTRIBUSI BESAR TERHADAP DESA DENGAN KATEGORI RENTAN.....	57
TABEL 7.1 DISTRIBUSI DESA MENURUT TINGKAT KETERPAPARAN DAN KERENTANAN DESA PADA DESA YANG MEMILIKI POTENSI DAMPAK TINGGI	76

TABEL 7.2 DISTRIBUSI DESA MENURUT TINGKAT RISIKO BANJIR DI BAWAH KONDISI HISTORIS DAN PROYEKSI PADA DESA-DESA YANG BERPOTENSI DAMPAK TINGGI	77
TABEL 7.3 DISTRIBUSI DESA MENURUT TINGKAT RISIKO LONGSOR DI BAWAH KONDISI HISTORIS DAN PROYEKSI PADA DESA-DESA YANG BERPOTENSI DAMPAK TINGGI	78
TABEL 7.4 DISTRIBUSI DESA MENURUT TINGKAT RISIKO KEKERINGAN DI BAWAH KONDISI HISTORIS DAN PROYEKSI PADA DESA-DESA YANG BERPOTENSI DAMPAK TINGGI.....	79
TABEL 7.5 DISTRIBUSI DESA MENURUT TINGKAT RISIKO KEKERINGAN DI BAWAH KONDISI HISTORIS DAN PROYEKSI PADA DESA-DESA YANG BERPOTENSI DAMPAK AGAK TINGGI	80

1 Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Perubahan iklim sudah terjadi dan ini lebih cepat dari yang diperkirakan sebelumnya (IPCC AR5, 2014a, p. 2-6); perubahan iklim telah mengancam kawasan Asia Tenggara termasuk wilayah Indonesia. Dalam kajian lain disebutkan bahwa negara yang rentan terhadap perubahan iklim adalah negara pesisir pantai, kepulauan dan negara berkembang, dan Indonesia termasuk dalam salah satu dari ketiga tipe tersebut. Berdasarkan hasil proyeksi iklim Indonesia sampai tahun 2045 diketahui potensi peningkatan curah hujan harian sebesar 2,5 mm/hari, peningkatan suhu atau temperatur sebesar 0,45 – 0,74 °C dan peningkatan rata-rata bulanan temperatur laut sebesar 0,8 - 1,2 m/ tahun (Bappenas, 2018, p. 49). Dalam kaji ulang tersebut terdapat empat sektor yang rentan terhadap perubahan iklim yaitu sektor pertanian, kesehatan, air, dan sektor perikanan dan kelautan. Dampak kerugian yang diakibatkan perubahan iklim terhadap keempat sektor tersebut diproyeksi mencapai sebesar 115 Triliun pada tahun 2024 (Bappenas, 2021).

Tren perubahan iklim yang terjadi baik secara global maupun di Indonesia berbanding lurus dengan peningkatan frekuensi kejadian bencana. Tren kenaikan jumlah bencana alam mengalami kenaikan hingga 82% dari tahun 2010 sampai tahun 2022. Sementara itu data yang dihimpun BNPB pada 5 bulan awal di tahun 2023 menunjukkan terdapat kurang lebih 1.675 kejadian bencana. Bencana-bencana tersebut didominasi oleh bencana hidrometeorologi sebanyak 99,1 % dengan rincian 92,5% adalah bencana hidrometeorologi basah dan 6,6 % merupakan bencana hidrometeorologi kering dan sisanya merupakan bencana geologi dan vulkanologi. Selanjutnya, data kebencanaan tahun 2019-2021 yang dikeluarkan oleh BPBD Provinsi NTT menunjukkan bahwa Kabupaten Manggarai Barat sering terpapar oleh bencana hidrometeorologi seperti banjir, kekeringan, dan angin kencang. Dampak negatif yang ditimbulkan oleh bencana hidrometeorologi adalah sangat besar terutama pada wilayah-wilayah yang rentan dan berisiko tinggi. Atas dasar hal ini maka ruang lingkup kajian difokuskan pada analisis kerentanan sistem (desa) dalam menghadapi dampak buruk dari perubahan iklim termasuk iklim ekstrim dan menilai tingkat risikonya.

1.2 Tujuan

Tujuan pokok dari kegiatan ini adalah melakukan kajian risiko iklim secara partisipatif dengan lokasi kegiatan di Kabupaten Manggarai Barat, Provinsi Nusa Tenggara Timur.

1.3 Limitasi Kajian

Berdasarkan terbatasnya ketersediaan data dan waktu analisa maka beberapa limitasi menjadi pertimbangan, antara lain: (1) cakupan wilayah kajian kerentanan adalah seluruh

Kabupaten Manggarai Barat dengan unit analisa terkecil adalah desa, (2) Jenis bencana hidrometeorologi yang dianalisa tingkat bahayanya adalah yang sering terjadi seperti banjir, kekeringan dan angin kencang. Dalam kasus ini, jenis bencana yang dianalisa tergantung dari ketersediaan data.

2 Metodologi

2.1 Data dan Alat

Dalam analisis kerentanan, jenis data yang diperlukan adalah data fisik dan sosial-ekonomi wilayah kajian. Data fisik diekstrak dari citra satelit dan peta tematik digital, seperti peta rupa bumi dan peta penggunaan/tataguna lahan sedangkan data sosial-ekonomi diekstrak dari data Kecamatan Dalam Angka dan Potensi Desa. Data-data tersebut digunakan untuk membangun indeks keterpaparan dan indeks kerentanan sistem. Selanjutnya indikator penyusun indeks kerentanan sistem akan diverifikasi di lapangan dengan menggunakan teknik FGD.

Peluang atau tingkat bahaya akibat peningkatan kejadian cuaca atau iklim ekstrim ditentukan atas dasar jenis bencana hidrometeorologi yang dianalisa. Banjir adalah salah satu jenis bencana hidrometeorologi yang sering terjadi di wilayah kajian, selain banjir maka jenis bencana lain yang juga terjadi di sini adalah kekeringan dan angin kencang. Berdasarkan hal tersebut, maka data yang diperlukan adalah data kejadian bencana hidrometeorologi dan curah hujan. Khusus data hujan, data yang digunakan adalah curah hujan di bawah kondisi historis dan masa depan. Selanjutnya, Tabel 2.1 menunjukkan secara rinci terkait jenis data dan sumber data yang diperlukan dalam kajian ini.

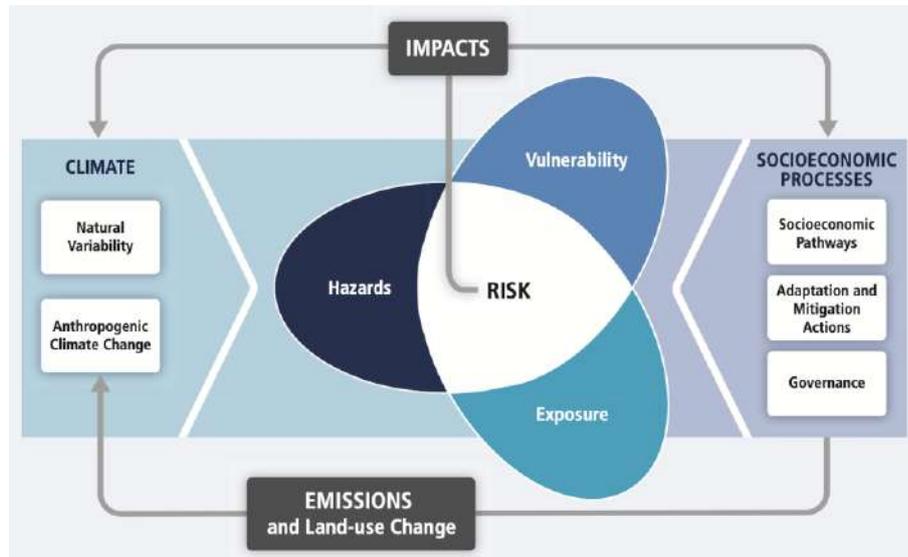
Tabel 2.1 Jenis dan Sumber Data Kajian Kerentanan dan Risiko Iklim Kabupaten Manggarai Barat

No.	Jenis Data	Sumber Data
1.	Peta Rupa Bumi digital	BIG
2.	Peta Tematik digital, seperti Peta Penggunaan Lahan	Bappeda Kabupaten Manggarai
3.	Curah Hujan dan Suhu historis dan masa depan	BMKG, CHIRPS, dan multi-mean model ensemble
4.	Kecamatan Dalam Angka	BPS Kabupaten Manggarai Barat
5.	Potensi Desa	BPS Kabupaten Manggarai Barat
6.	Verifikasi indikator penyusun indeks kerentanan sistem	Pemangku kepentingan di Kabupaten Manggarai Barat dengan teknik FGD

2.2 Kerangka Kerja Umum

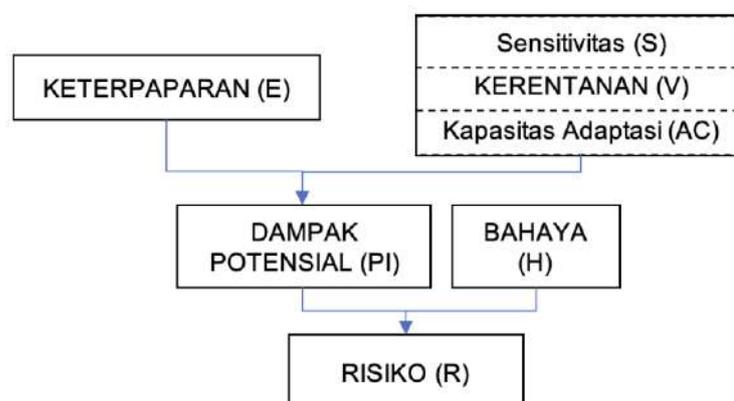
Dalam kajian ini, analisis kerentanan (*vulnerability*, V) dan risiko iklim (*risk*, R) dibangun berdasarkan acuan IPCC-AR5 (lihat Gambar 2.1) yang menyatakan bahwa kerentanan merupakan fungsi dari sensitivitas (*sensitivity*, S) dan kapasitas untuk mengatasi dan beradaptasi (*capacity to cope and adapt* or *adaptive capacity*, AC). Keterpaparan (*exposure*, E) dalam IPCC-AR5 bukan lagi merupakan bagian dari fungsi kerentanan seperti halnya dalam IPCC-AR4. Dalam AR4, konsep keterpaparan berpusat pada bahaya dengan indikator seperti indeks durasi gelombang panas, intensitas kekeringan, dan

kejadian banjir sedangkan dalam AR5 lebih merujuk pada elemen-elemen yang terpapar, misalnya: orang, aset, atau ekosistem yang berisiko (Estoque *et al.*, 2023, p. 376).



Gambar 2.1 Risiko iklim merupakan hasil interaksi antara bahaya (*hazard*) terkait iklim dengan kerentanan (*vulnerability*) dan keterpaparan (*exposure*) pada manusia dan sistem alam. Perubahan dalam sistem iklim (kiri) dan proses sosioekonomi termasuk adaptasi dan mitigasi (kanan) adalah pendorong terjadinya bahaya, keterpaparan, dan kerentanan (IPCC AR5, 2014b, p. 3)

Berdasarkan acuan dari IPCC AR-5 maka hubungan antara kerentanan (V) dan keterpaparan (E) merupakan indikasi potensi suatu dampak (*potential impact*, PI) sedangkan hubungan antara potensi dampak dan bahaya terkait iklim (*Hazard*, H) akan merujuk pada tinggi atau rendahnya tingkat risiko. Selanjutnya, untuk memudahkan pemahaman hubungan kerentanan dan risiko dapat ditunjukkan pada Gambar 2.2.



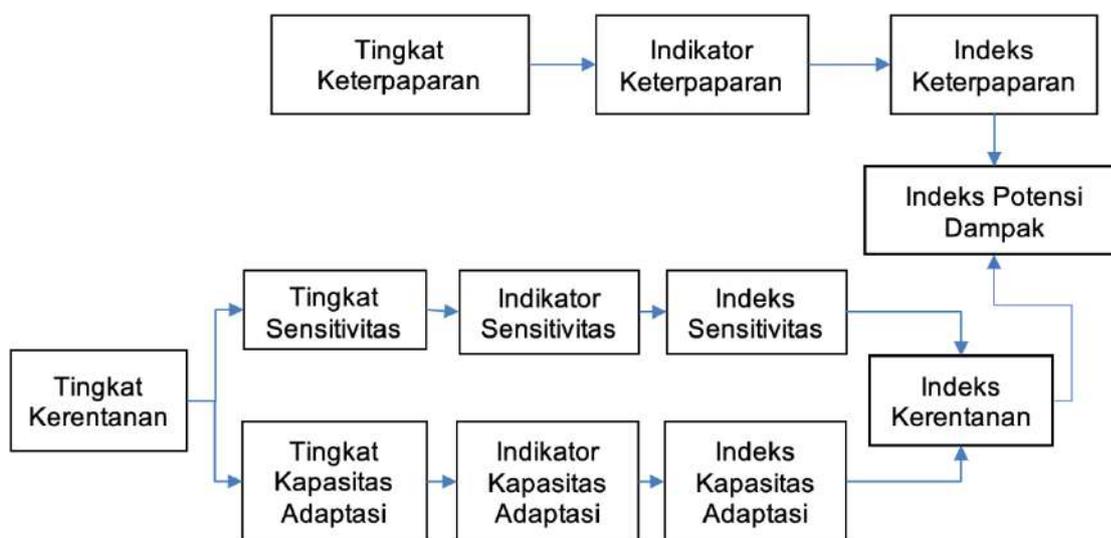
Gambar 2.2 Konsep Umum Kajian Risiko Iklim Berdasarkan IPCC-AR5

2.3 Analisis Kerentanan

Kerentanan pada dasarnya merujuk pada derajat atau tingkat kemudahan terkena atau ketidakmampuan dari suatu sistem untuk menghadapi dampak buruk dari perubahan

iklim, termasuk keragaman iklim dan iklim ekstrim (IPCC 2001 dalam Adger *et al.*, 2004, p. 31). Tinggi rendahnya tingkat kerentanan sistem sangat ditentukan oleh tingkat sensitivitas dan kemampuan adaptasi dari sistem dalam menghadapi bahaya alami terkait iklim. Tingkat kerentanan sistem akan semakin tinggi apabila tingkat sensitivitas sistemnya adalah tinggi sementara kemampuan adaptasinya pada tingkat rendah. Ukuran perubahan relatif antara tingkat sensitivitas dan kemampuan adaptasi tersebut dinyatakan sebagai angka indeks, yaitu indeks kerentanan.

Indeks kerentanan (*vulnerability index, VI*) dibangun dari indikator sensitivitas dan indikator kapasitas adaptasi. Indikator-indikator tersebut dipilih secara subyektif dan bergantung pada ketersediaan data biofisik, sosial, maupun ekonomi yang ada. Sementara itu, hubungan antara indeks kerentanan (*VI*) dan indeks keterpaparan (*EI*) adalah indeks potensi dampak (*PII*). Dalam kajian ini pendekatan yang digunakan untuk menentukan tinggi-rendahnya angka indeks kerentanan dan angka indeks potensi dampak adalah beragam dan salah satunya adalah pendekatan kuadran. Selanjutnya, untuk mempermudah pemahaman maka tahap penetapan angka indeks kerentanan dan potensi dampak dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Alur Penentuan Indeks Kerentanan dan Indeks Potensi dampak

2.3.1 Pengembangan Indikator dan Penentuan Bobot Indikator

Pengembangan Indikator. Pada tahap awal, indikator penyusun tingkat sensitivitas, kapasitas adaptasi dan keterpaparan dari sistem atau desa di Kabupaten Manggarai Barat perlu dikembangkan dan dipilih berdasarkan sifat berikut:

- 1) Sederhana (*simple*), indikator terpilih memiliki data yang mudah diperoleh dan diolah. Dalam kasus ini, data diperoleh dari instansi resmi setempat atau instansi lain yang terkait, seperti: BPS Kabupaten, BPBD, dan BIG. Data tersebut mudah diolah dengan teknik statistik sederhana, seperti: nilai minimum, maksimum, rata-rata, dan normalisasi data dengan teknik *z-score*;
- 2) Dapat diukur (*measurable*), indikator terpilih memiliki informasi (data terolah) yang dapat disampaikan dengan jelas, dapat diukur dan dapat dibandingkan

antar tempat dan waktu. Dalam kasus Kabupaten Manggarai Barat, data 169 desa dihimpun dari data Podes 2021 dan Kecamatan Dalam Angka tahun 2021. Ini berarti indikator tertentu antar desa dapat dibandingkan karena kerangka waktunya sama;

- 3) Bermanfaat (*attributable*), indikator terpilih harus berguna atau bermanfaat dalam pengambilan keputusan. Misalnya, angka indikator kemiskinan tinggi di desa ke-i harus merepresentasikan tingginya tingkat sensitivitas di desa ke-i dan bukan sebaliknya;
- 4) Dapat dipercaya (*reliable*), maksudnya indikator terpilih dibangun dari data yang benar, baik dan teliti. Artinya, data tersebut dihimpun dari instansi yang dapat dipercaya dan diolah dengan benar;
- 5) Tepat waktu (*timely*), ini merujuk pada waktu pengumpulan dan pengolahan data terkait indikator terpilih adalah harus sesuai dengan waktu pengambilan keputusan dilakukan.

Pada tahap selanjutnya, indikator terpilih perlu diberi skor, tujuannya untuk memeringkat indikator tersebut. Kisaran angka skor adalah dari angka nol (0) hingga angka satu (1). Angka nol berarti skor rendah (pengaruhnya kecil) sedangkan angka satu berarti skor tinggi (pengaruhnya besar). Artinya, indikator yang diberi skor rendah akan merujuk pada rendahnya tingkat pengaruh dari indikator tersebut sedangkan yang diberi skor tinggi adalah sebaliknya. Selanjutnya, penentuan atau penetapan skor pada satu indikator tertentu dapat dilakukan dengan **dua cara**: *pertama*, ditetapkan secara langsung dan *kedua*, diperoleh dari hasil perhitungan.

Penetapan skor secara langsung, ini dilakukan pada data indikator yang bersifat pilihan (berupa data kategori), sebagai ilustrasi adalah indikator prasarana transportasi. Indikator ini merepresentasikan tingkat kemudahan penduduk desa untuk melakukan aktivitas ekonomi ataupun sosial, seperti berdagang hasil produksi pertanian dan/atau aktivitas lainnya.

Merujuk pada Tabel 2.2., desa dengan jenis prasarana transportasi berupa jalan beraspal akan diberi skor 1.0 sedangkan jalan yang berupa tanah akan diberi skor 0.6. Ini berarti desa dengan indikator jalan beraspal memiliki tingkat kapasitas adaptasi yang lebih tinggi daripada desa dengan indikator jalan tanah. Alasannya, penduduk yang tinggal di desa dengan indikator jalan beraspal lebih mudah melakukan aktivitas ekonomi dan aktivitas lainnya daripada desa dengan indikator jalan tanah ketika desa tersebut terpapar oleh bahaya iklim ekstrim, seperti banjir, kekeringan dan longsor.

Tabel 2.2 Jenis prasarana transportasi sebagai ilustrasi penetapan skor untuk indikator yang bersifat pilihan

Prasarana transportasi	Skor
Aspal/beton	1.0
Diperkeras (kerikil, batu, dan sebagainya)	0.8
Tanah	0.6
Air	0.4
Lainnya (jalan setapak, kayu, papan, dan sebagainya)	0.2

Penentuan skor berdasarkan hasil perhitungan. Ini diterapkan pada data indikator yang bersifat numerik dan distribusi datanya adalah tidak normal sehingga perlu dinormalisasi sebelum diberi skor. Pada dasarnya, normalisasi data berfungsi untuk mengurangi variabilitas data dan ini dapat dilakukan dengan menggunakan metode *z-score* (lihat Persamaan 1). Berdasarkan metode *z-score*, nilai rata-rata dari data yang dinormalisasi adalah nol ($\mu = 0$) sedangkan deviasi standarnya bernilai satu ($\sigma = 1$).

$$Z = \frac{x-\mu}{\sigma} \tag{1}$$

di mana:

- Z : skor standar
- x : data awal
- μ : nilai rata-rata dari data awal
- σ : deviasi standar dari data awal

Selanjutnya, angka skor standar (umumnya bertanda positif dan negatif) perlu diklasifikasi dengan menggunakan tabulasi berikut dan diberi skor akhir pada tiap klasnya (lihat Tabel 2.3.). Merujuk pada Tabel 2.3 data untuk setiap indikator diklasifikasi dengan menggunakan metode deviasi standar. Sementara itu, *class breaks* dihasilkan dengan mempertimbangkan jangkauan yang sama dan sesuai dengan proporsi deviasi standar. Tiap *class breaks* (umumnya) memiliki interval dari satu, setengah, satu per tiga, dan satu per empat dari deviasi standar berdasarkan nilai rata-rata dan deviasi standar populasi. Nilai rata-rata (M_i) ideal dan deviasi standar (S_{di}) ideal didapatkan dengan mempertimbangkan nilai maksimum dan minimum hasil normalisasi data dengan *z-score*. Persamaan untuk menentukan nilai M_i dan S_{di} secara berturut-turut adalah $\frac{1}{2}(\text{nilai maksimum} + \text{nilai minimum})$ dan $\frac{1}{6}(\text{nilai maksimum} - \text{nilai minimum})$ dari data yang dianalisis.

Tabel 2.3 Konversi *Z-score* menjadi skor akhir

Z-score	Klas	Skor akhir
$M_i + 1.5 S_{di} < Z \leq M_i + 3 S_{di}$	Sangat Tinggi	1.0
$M_i + 0.5 S_{di} < Z \leq M_i + 1.5 S_{di}$	Tinggi	0.8
$M_i - 0.5 S_{di} < Z \leq M_i + 0.5 S_{di}$	Sedang	0.6
$M_i - 1.5 S_{di} < Z \leq M_i - 0.5 S_{di}$	Rendah	0.4
$M_i - 3 S_{di} < Z \leq M_i - 1.5 S_{di}$	Sangat Rendah	0.2

Indikator pembentuk sensitivitas dan kapasitas adaptasi seperti sarana pendidikan dan permukiman kumuh, cenderung memiliki variabilitas tinggi. Sehingga, klasifikasi indikator berdasarkan nilai *z-score* cenderung tidak tepat. Kedua indikator yang telah disebutkan tersebut diklasifikasikan dengan interval yang sama. Sebagai ilustrasi, berikut merupakan penentuan skor akhir indikator berdasarkan interval yang setara.

Tabel 2.4 Konversi nilai proporsi menjadi skor akhir

Proporsi	Klas	Skor akhir
0 – 0.2	Sangat Rendah	0.2
0.2 – 0.4	Rendah	0.4
0.4 – 0.6	Sedang	0.6
0.6 – 0.8	Tinggi	0.8
0.8 – 1	Sangat Tinggi	1

Selanjutnya, indikator yang telah dikembangkan perlu untuk dikonsultasikan secara langsung kepada *stakeholder* terkait dengan menggunakan teknik diskusi kelompok secara terarah (*Focus Group Discussion*, FGD). Jika indikator-indikator tersebut telah disepakati oleh *stakeholder* terkait maka langkah berikutnya adalah menentukan bobot indikator termasuk subindikatornya (jika ada).

Penentuan Bobot Indikator. Dalam kajian ini, tingkat sensitivitas, kapasitas adaptasi, dan keterpaparan dibangun dari beberapa indikator. Sebagai ilustrasi, tinggi-rendahnya tingkat sensitivitas desa ditentukan oleh delapan indikator dan ini dinotasikan sebagai: $S_1, S_2, S_3, \dots, S_8$. Masing-masing indikator tersebut memiliki pengaruh yang berbeda dalam hal menentukan status (tinggi atau rendahnya) sensitivitas desa dan ini dapat dinotasikan dengan angka bobot. Metode penentuan angka bobot adalah beragam dan salah-satunya adalah metode peringkat (*rating*). Angka bobot dihitung berdasarkan angka proporsi antara nilai indikator tertentu terhadap nilai keseluruhan indikator. Detil terkait hal ini dapat dilihat pada Tabel 2.5.

Tabel 2.5 Ilustrasi penentuan angka bobot indikator

i	Indikator	Peringkat (r_i)	Derajat Kepentingan	Bobot (w_i)
1	S_1	5	Sangat penting	0.208
2	S_2	3	Cukup penting	0.125
3	S_3	1	Tidak penting	0.042
4	S_4	5	Sangat penting	0.208
5	S_5	4	Penting	0.167
6	S_6	3	Cukup penting	0.125
7	S_7	1	Tidak penting	0.042
8	S_8	2	Sedikit penting	0.083
n = 8		24		1.000

2.3.2 Pengembangan Indikator dan Indeks Sensitivitas

Sensitivitas memiliki pengertian sebagai suatu kondisi internal dari suatu sistem yang menunjukkan tingkat kepekaan dari sistem itu ketika menghadapi gangguan. Tingkat kepekaan ini sangat dipengaruhi oleh kondisi manusia dan lingkungannya, seperti: tingkat kemiskinan yang dicerminkan oleh rasio penduduk miskin dan tingkat ketergantungan yang ditunjukkan dengan proporsi penduduk umur lansia di desa tertentu.

Berdasarkan data fisik dan sosial-ekonomi yang berhasil dihimpun, indikator penyusun tingkat sensitivitas desa di Kabupaten Manggarai Barat terdiri dari 8 indikator dan secara rinci tersusun oleh 9 sub-indikator. Detil indikator dan sub-indikator penyusun tingkat sensitivitas di wilayah kajian dapat dilihat pada Tabel 2.6 sedangkan deskripsi rincinya dapat dilihat pada paragraf berikut.

Tabel 2.6 Indikator dan subindikator (termasuk nilai bobot) penyusun tingkat sensitivitas

Kode	Indikator	Bobot	Kode	Subindikator	Bobot
S ₁	Kemiskinan	w _{(s)1}	S ₁₁	Rasio Keluarga Miskin	w _{s11}
S ₂	Sumber Mata Pencarian Utama	w _{(s)2}	S ₂₁	Sumber Penghasilan Utama	w _{s21}
S ₃	Pencemaran Lingkungan Hidup (Polusi)	w _{(s)3}	S ₃₁	Sumber Pencemar Utama pada Badan Air	w _{s31}
			S ₃₂	Sumber Pencemar Utama pada Udara	w _{s32}
S ₄	Penduduk Usia Sensitif	w _{(s)4}	S ₄₁	Rasio Beban Tanggungan	w _{s41}
S ₅	Sumber Air Minum	w _{(s)5}	S ₅₁	Mayoritas Sumber Air Minum Keluarga	w _{s51}
S ₆	Permukiman Sensitif	w _{(s)6}	S ₆₁	Rasio Keluarga di Permukiman Kumuh	w _{s61}
S ₇	Fasilitas Tempat Buang Sampah	w _{(s)7}	S ₇₁	Tempat Buang Sampah Sebagian Besar Keluarga	w _{s71}
S ₈	Fasilitas Tempat Buang Air Besar	w _{(s)8}	S ₈₁	Tempat Buang Air Besar Sebagian Besar Keluarga	w _{s81}

Indikator Kemiskinan (S₁) merepresentasikan tingkat kemiskinan sistem atau desa dan indikator ini tersusun oleh satu subindikator, yaitu **Rasio Keluarga Miskin (S₁₁)**. Sementara itu, kemiskinan adalah ketidakmampuan penduduk dalam pemenuhan standar kehidupan yang ditetapkan masyarakat setempat (kemiskinan relatif) atau kebutuhan pokok minimum (kemiskinan absolut). Artinya, semakin banyak penduduk atau keluarga miskin di satu desa maka ketidakmampuan desa tersebut untuk menghadapi rangsangan (stimuli) terkait bahaya iklim adalah semakin besar; dengan kata lain, tingkat sensitivitas desa itu semakin tinggi. Dalam kajian ini, tinggi-rendahnya tingkat kemiskinan sistem (desa) diukur berdasarkan angka rasio keluarga miskin, yaitu rasio antara jumlah keluarga miskin (dibuktikan dengan adanya Surat Keterangan Tidak Mampu, SKTM) dalam satu desa tertentu dan jumlah seluruh keluarga yang ada di desa tersebut. Detil terkait hal ini dapat didefinisikan sebagai berikut:

$$TM_i = \frac{JM_i}{JK_i} \quad (2)$$

di mana:

- TM_i : Rasio keluarga miskin di desa ke-i
- JM_i : Jumlah keluarga miskin di desa ke-i (KK)
- JK_i : Jumlah keluarga di desa ke-i (KK)

Angka rasio keluarga miskin yang diperoleh dari Persamaan 2 merupakan skor awal dan perlu dinormalisasi dengan teknik *z-score*. Berdasarkan hasil normalisasi maka angka rasio keluarga miskin dapat dikonversi menjadi skor akhir dan dinotasikan sebagai subindikator S_{11} .

Seperti telah diungkapkan di awal bahwa indikator ditentukan atau dipengaruhi oleh subindikator-subindikator penyusunnya. Besar-kecilnya pengaruh subindikator terhadap indikator ditentukan oleh nilai bobot dari subindikator tersebut. Berdasarkan pemahaman itu maka skor indikator kemiskinan (S_1) dapat didefinisikan sebagai berikut:

$$S_{1i} = w_{s11} \times S_{11i} \tag{3}$$

di mana:

- S_{1i} : skor indikator kemiskinan (S_1) di desa ke- i
- w_{s11} : bobot subindikator S_{11}
- S_{11i} : skor akhir subindikator S_{11} di desa ke- i

Indikator Sumber Mata Pencarian Utama (S_2) menggambarkan pencarian utama sebagian besar penduduk desa dan indikator ini tersusun oleh satu subindikator, yaitu **Sumber Penghasilan Utama (S_{21})**. Desa dengan sumber penghasilan utama yang mudah dipengaruhi oleh variabilitas iklim maupun iklim ekstrim adalah sektor pertanian sedangkan yang sebaliknya adalah sektor jasa. Artinya, desa yang sebagian besar penduduknya bergantung pada pertanian adalah desa yang sensitif terhadap kejadian iklim ekstrim seperti kekeringan atau banjir. Selanjutnya, tinggi-rendahnya tingkat sensitivitas desa terkait subindikator sumber penghasilan utama (S_{21}) mengikuti tabulasi berikut dan ini merupakan skor akhir dari subindikator S_{21} :

Tabel 2.7 Sumber penghasilan utama pada sebagian besar penduduk

Sumber Penghasilan Utama (SPU)	Kode	Skor S_{21}
Pertanian, Kehutanan, dan Perikanan	1	1.0
Industri pengolahan (pabrik, kerajinan, dan terkait lainnya)	2	0.6
Perdagangan Besar dan Eceran	3	0.4
Transportasi dan Pergudangan	4	0.8
Administrasi Pemerintahan, Pertahanan & Jaminan Sosial Wajib	5	0.2

Sumber: diolah berdasar data Podes 2021 Kabupaten Manggarai Barat

Berdasarkan Tabel 2.7., skor indikator sumber mata pencarian utama di desa ke- i dapat didefinisikan sebagai berikut:

$$S_{2i} = w_{s21} \times S_{21i} \tag{4}$$

di mana:

- S_{2i} : skor indikator sumber mata pencarian utama (S_2) di desa ke- i
- w_{s21} : bobot subindikator S_{21}
- S_{21i} : skor akhir subindikator S_{21} di desa ke- i

Indikator Pencemaran Lingkungan Hidup (S₃) merepresentasikan kondisi lingkungan hidup di satu wilayah tertentu misalnya desa dan indikator ini tersusun oleh dua subindikator, yaitu **Sumber Pencemar Utama pada Badan Air (S₃₁)** dan **Sumber Pencemar Utama pada Udara (S₃₂)**. Berdasarkan data Podes 2021 Kabupaten Manggarai Barat, sumber pencemar utama atau sumber polusi baik pada badan air ataupun udara di wilayah ini adalah sektor Rumah Tangga, Pabrik/Industri/ Usaha, dan sektor lain. Desa yang sumber pencemar utamanya adalah sektor pabrik atau industri maka tingkat sensitivitas desa itu menjadi lebih tinggi daripada sektor lain apabila terpapar oleh bahaya iklim seperti banjir, kekeringan, atau bencana lain yang terkait iklim. Tinggi-rendahnya tingkat sensitivitas desa terkait subindikator sumber pencemar pada badan air (S₃₁) dan udara (S₃₂) mengikuti tabulasi berikut dan ini merupakan skor akhir dari subindikator S₃₁ dan S₃₂:

Tabel 2.8 Sumber pencemar utama pada badan air dan udara

Sumber Pencemar Utama	Kode	Pencemaran pada Badan	
		Air	Udara
		Skor S ₃₁	Skor S ₃₂
Rumah Tangga	1	0.67	0.67
Pabrik/Industri/usaha	2	1.00	1.00
Lainnya	3	0.33	0.33
Tidak Ada	4	0.00	0.00

Sumber: diolah berdasar data Podes 2021 Kabupaten Manggarai Barat

Berdasarkan Tabel 2.8., skor indikator pencemaran lingkungan hidup di desa ke-i dapat didefinisikan sebagai berikut:

$$S_{3i} = (w_{s31} \times S_{31i}) + (w_{s32} \times S_{32i}) \quad \dots\dots\dots (5)$$

di mana:

S_{3i} : skor indikator pencemaran lingkungan hidup (S₃) di desa ke-i

w_{s31} dan w_{s32} : bobot subindikator S₃₁ dan S₃₂

S_{31i} dan S_{32i} : skor akhir subindikator S₃₁ dan S₃₂ di desa ke-i

Indikator Penduduk Usia Sensitif (S₄) menggambarkan tingkat kepekaan (sensitivitas) penduduk yang tinggal di satu desa tertentu ketika menghadapi dampak buruk dari perubahan iklim, keragaman iklim dan iklim ekstrim. Desa yang sebagian besar dihuni oleh penduduk usia sensitif maka tingkat sensitivitas dari desa itu adalah tinggi. Penduduk usia sensitif merupakan gabungan antara penduduk dengan kelompok umur belum produktif dan tidak produktif. Dalam kajian ini, indikator **Penduduk Usia Sensitif (S₄)** diukur berdasarkan **Rasio Beban Tanggungan (S₄₁)**, yaitu rasio antara jumlah penduduk usia belum produktif (0-14) dan tidak produktif (65+) terhadap penduduk usia produktif (15-64). Semakin tinggi nilai rasio maka beban tanggungan dari penduduk usia produktif semakin meningkat; dengan kata lain, tingginya jumlah penduduk usia sensitif di satu desa maka tingkat sensitivitas sistem atau desa tersebut adalah tinggi. Selanjutnya, pengukur atau subindikator S₄₁ dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$RBT_i = \frac{P_{(0-14)i} + P_{(65+)i}}{P_{(15-64)i}} \quad (6)$$

di mana:

RBT_i : rasio beban tanggungan di desa ke-i

$P_{(0-14)i}$: jumlah penduduk usia belum produktif di desa ke-i (*jiwa*)

$P_{(65+)i}$: jumlah penduduk usia tidak produktif di desa ke-i (*jiwa*)

$P_{(15-64)i}$: jumlah penduduk usia produktif di desa ke-i (*jiwa*)

Angka rasio beban tanggungan (RBT_i) yang diperoleh dari Persamaan 6 merupakan skor awal dan distribusi datanya perlu dinormalisasi dengan teknik *z-score* sebelum dikonversi menjadi skor akhir subindikator S_{41} . Berdasarkan skor akhir ini, skor indikator penduduk usia sensitif (S_4) dapat didefinisikan sebagai berikut:

$$S_{4i} = w_{s41} \times S_{41i} \quad (7)$$

di mana:

S_{4i} : skor indikator penduduk usia sensitif (S_4) di desa ke-i

w_{s41} : bobot subindikator S_{41}

S_{41i} : skor akhir subindikator S_{41} di desa ke-i

Indikator Sumber Air Minum (S_5) menunjuk pada akses rumah tangga atau keluarga terhadap sumber air minum utama dan indikator S_5 tersusun oleh satu subindikator, yaitu subindikator **Mayoritas Sumber Air Minum Keluarga (S_{51})**. Berdasarkan data Podes 2021 Kabupaten Manggarai Barat, air minum keluarga di wilayah ini bersumber dari air kemasan, PDAM, hingga air sungai dan air hujan. Desa yang sebagian besar penduduknya mengkonsumsi air sungai dan air hujan adalah lebih sensitif terhadap rangsangan (stimulus) terkait bahaya iklim (seperti banjir dan kekeringan) daripada desa yang penduduknya mengkonsumsi air kemasan atau air dari PDAM. Tinggi-rendahnya tingkat sensitivitas desa terkait subindikator S_{51} mengikuti Tabel 2.9 berikut dan ini merupakan skor akhir dari subindikator S_{51} :

Tabel 2.9 Sumber air minum sebagian besar keluarga

Sumber Air Minum Keluarga	Kode	Skor S_{51}
Air Hujan	1	1.0
Air Sungai, Kolam, Danau, dan Mata Air	2	0.8
Air Sumur Gali dan Sumur Bor	3	0.6
Ledeng tanpa Meteran	4	0.4
PAM/PDAM	5	0.3
Air Kemasan dan Air Isi Ulang	6	0.2

Sumber: diolah berdasar data Podes 2021 Kabupaten Manggarai Barat

Berdasarkan Tabel 2.9., skor indikator sumber air minum utama di desa ke-i dapat didefinisikan sebagai berikut:

$$S_{5i} = w_{s51} \times S_{51i} \quad (8)$$

di mana:

S_{5i} : skor indikator sumber air minum utama (S_5) di desa ke- i

w_{s51} : bobot subindikator S_{51}

S_{51i} : skor akhir subindikator S_{51} di desa ke- i

Indikator Permukiman Sensitif (S_6) merepresentasikan kondisi internal dari penduduk yang bermukim di permukiman sensitif. Semakin banyak penduduk yang tinggal di permukiman sensitif maka desa itu mudah terguncang apabila desa tersebut terkena bahaya perubahan iklim dan iklim ekstrim seperti banjir, kekeringan dan bahaya lain yang terkait iklim. Tinggi-rendahnya tingkat sensitivitas desa terkait indikator **Permukiman Sensitif (S_6)** didekati dengan subindikator **Rasio Keluarga di Permukiman Kumuh (S_{61})**, detail terkait hal ini dapat dilihat pada persamaan berikut:

$$RKPK_i = \frac{JKPK_i}{JK_i} \quad (9)$$

di mana:

$RKPK_i$: rasio keluarga di permukiman kumuh di desa ke- i

$JKPK_i$: jumlah keluarga di permukiman kumuh di desa ke- i (KK)

JK_i : jumlah keluarga di desa ke- i (KK)

Angka rasio keluarga di permukiman kumuh ($RKPK$) merupakan skor awal dari subindikator S_{61} . Umumnya, distribusi data dari skor awal dari subindikator S_{61} adalah tidak normal seperti halnya skor awal subindikator S_{11} dan S_{41} sehingga ini perlu dinormalisasi dengan interval sama untuk selanjutnya dikonversi menjadi skor akhir dan bentuk persamaannya adalah:

$$S_{6i} = w_{s61} \times S_{61i} \quad (10)$$

di mana:

S_{6i} : skor indikator permukiman sensitif (S_6) di desa ke- i

w_{s61} : bobot subindikator S_{61}

S_{61i} : skor akhir subindikator S_{61} di desa ke- i

Indikator Fasilitas Tempat Buang Sampah (S_7) menunjukkan ada dan tidaknya fasilitas untuk pembuangan sampah keluarga. Desa yang tidak memiliki fasilitas tempat pembuangan sampah merupakan desa yang tingkat sensitivitasnya tinggi. Alasannya, desa ini peka terhadap gangguan bahaya iklim ekstrim seperti *magnitude* banjir yang semakin besar sebagai akibat turunya kapasitas alur sungai karena tertutup sampah. Dalam kajian ini, indikator S_7 diukur menggunakan subindikator **Tempat Buang Sampah Sebagian Besar Keluarga (S_{71})**. Selanjutnya, tinggi-rendahnya tingkat sensitivitas desa terkait subindikator S_{71} ditentukan berdasarkan tabulasi berikut dan angka skor yang diperoleh merupakan skor akhir:

Tabel 2.10 Tempat pembuangan sampah sebagian besar keluarga

Tempat Pembuangan Sampah	Kode	Skor S_{71}
Tempat sampah, kemudian diangkut	1	0.20
Dalam lubang atau dibakar	2	0.50
Sungai/saluran irigasi/danau/laut	3	0.75
Drainase (got/selokan)	4	1.00

Sumber: diolah berdasar data Podes 2021 Kabupaten Manggarai Barat

Berdasarkan Tabel 2.10., skor indikator fasilitas tempat buang sampah di desa ke-i dapat didefinisikan sebagai berikut:

$$S_{7i} = w_{s71} \times S_{71i} \quad (11)$$

di mana:

S_{7i} : skor indikator fasilitas tempat buang sampah (S_7) di desa ke-i

w_{s71} : bobot subindikator S_{71}

S_{71i} : skor akhir subindikator S_{71} di desa ke-i

Indikator Fasilitas Tempat Buang Air Besar (S_8) menunjukkan status tempat buang air besar (jamban) di sebagian besar keluarga. Desa yang sebagian besar memiliki tempat buang air besar secara mandiri maka desa tersebut memiliki tingkat sensitivitas yang rendah dibandingkan desa yang tidak memiliki jamban atau hanya berupa jamban umum. Indikator **Fasilitas Tempat Buang Air Besar (S_8)** tersusun oleh satu subindikator, yaitu **Tempat Buang Air Besar Sebagian Besar Keluarga (S_{81})**. Tinggi-rendahnya tingkat sensitivitas subindikator S_{81} mengikuti Tabel 2.11. dan ini merupakan skor akhir dari subindikator S_{81} .

Tabel 2.11 Tempat buang air besar sebagian besar keluarga

Tempat Buang Air Besar	Kode	Skor S_{81}
Jamban pribadi	1	0.25
Jamban bersama	2	0.50
Jamban umum	3	0.75
Bukan jamban (sungai, dalam lubang/tanah terbuka)	4	1.00

Sumber: diolah berdasar data Podes 2021 Kabupaten Manggarai Barat

Berdasarkan Tabel 2.11., skor indikator fasilitas tempat buang air besar di desa ke-i dapat didefinisikan sebagai berikut:

$$S_{8i} = w_{s81} \times S_{81i} \quad (12)$$

di mana:

S_{8i} : skor indikator fasilitas tempat buang air besar (S_8) di desa ke-i

w_{s81} : bobot subindikator S_{81}

S_{81i} : skor akhir subindikator S_{81} di desa ke-i

Berdasarkan hasil pengembangan indikator penyusun sensitivitas, tahap selanjutnya adalah menentukan **Indeks Sensitivitas (IS)**. Indeks ini dihitung berdasarkan skor indikator **S₁** hingga **S₈** dan bentuk persamaannya adalah:

$$IS_i = \sum_{j=1, i=1}^{n, m} w_{(s)ji} \times S_{ji} \quad (13)$$

di mana IS_i adalah indeks sensitivitas di desa ke- i , S_{ji} merepresentasikan skor indikator S (sensitivitas) untuk jenis indikator ke- j di desa ke- i , sedangkan $w_{(s)ji}$ adalah nilai bobot untuk indikator S jenis indikator ke- j ($j = 1, 2, 3, \dots, n$) di desa ke- i ($i = 1, 2, 3, \dots, m$). Notasi n menunjukkan banyaknya indikator S sedangkan m menunjukkan banyaknya desa yang dianalisa.

2.3.3 Pengembangan Indikator dan Indeks Kapasitas Adaptasi

Kapasitas Adaptasi (*adaptive capacity*) merujuk pada kemampuan sistem, lembaga, dan manusia untuk menyesuaikan diri terhadap potensi kerusakan, memanfaatkan peluang, atau merespons konsekuensi dari perubahan iklim (IPCC 2014). Kemampuan desa di Kabupaten Manggarai Barat dalam merespon konsekuensi (berupa dampak negatif atau positif) dari perubahan iklim dapat diidentifikasi dari: (i) besarnya kepemilikan aset fisik maupun non-fisik yang bernilai ekonomi, (ii) jumlah warga terdidik, (iii) kemudahan akses pada fasilitas kesehatan, (iv) dan infrastruktur yang memadai di desa itu. Banyak atau sedikitnya aset bernilai ekonomi hingga kuantitas atau kualitas infrastruktur desa adalah indikator penentu tinggi atau rendahnya tingkat kapasitas adaptasi dari desa tersebut. Hasil analisis data fisik dan sosial-ekonomi menunjukkan bahwa indikator kapasitas adaptasi desa di Kabupaten Manggarai Barat berjumlah tujuh indikator dan ini terbagi menjadi 12 subindikator (lihat Tabel 2.11).

Tabel 2.12 Indikator, subindikator dan nilai bobot penyusun tingkat kapasitas adaptasi

Kode	Indikator	Bobot	Kode	Subindikator	Bobot
KA ₁	Sumber Energi Rumah Tangga	W _{(KA)1}	KA ₁₁	Rasio Pengguna Listrik PLN	W _{KA11}
			KA ₁₂	Rasio Pengguna Listrik Non-PLN	W _{KA12}
KA ₂	Infrastruktur Sumber Daya Air	W _{(KA)2}	KA ₂₁	Keberadaan Embung	W _{KA 21}
			KA ₂₂	Keberadaan Waduk	W _{KA22}
			KA ₂₃	Keberadaan Saluran Irigasi	W _{KA23}
KA ₃	Fasilitas Kredit dan Usaha Bersama	W _{(KA)3}	KA ₃₁	Rasio Koperasi Desa, Unit Kecil, dan Simpan Pinjam	W _{KA31}
			KA ₃₂	Rasio Kredit Usaha Rakyat, Ketahanan Pangan, dan Simpan Pinjam	W _{KA32}
			KA ₃₃	Rasio Toko Pertanian (KUD, BUMDES, dan usaha lain yang terkait)	W _{KA33}
KA ₄	Fasilitas Kesehatan	W _{(KA)4}	KA ₄₁	Jumlah Fasilitas Kesehatan	W _{KA41}
KA ₅	Kegiatan Pelestarian Lingkungan	W _{(KA)5}	KA ₅₁	Pemeliharaan Pepohonan di Lahan Kritis, Penanaman Mangrove, dan kegiatan lain yang sejenis	W _{KA51}
			KA ₅₂	Pengelolaan Daur Ulang Sampah	W _{KA52}
KA ₆	Anggaran Desa	W _{(KA)6}	KA ₆₁	Pagu Anggaran Tingkat Desa	W _{KA61}

Indikator Sumber Energi Rumah Tangga (AC₁) menunjukkan kemampuan sistem atau desa untuk mengakses energi dalam pemenuhan kebutuhannya, semakin besar energi yang dikonsumsi per rumah tangga per satuan waktu maka desa itu masuk kategori mampu atau kaya. Desa dengan kategori kaya akan mampu menanggulangi atau mengurangi dampak negatif dari perubahan iklim.

Berdasarkan hasil analisis data Podes 2021, indikator AC₁ dipengaruhi oleh dua subindikator, yaitu Rasio Pengguna Listrik PLN (**AC₁₁**) dan Rasio Pengguna Listrik Non PLN (**AC₁₂**). Bentuk persamaan umum dari kedua subindikator tersebut adalah:

$$RPLP_i = \frac{JPLP_i}{TJK_i} \quad (14)$$

$$RPLN_i = \frac{JPLN_i}{TJK_i} \quad (15)$$

di mana

RPLP_i : rasio keluarga pengguna listrik PLN di desa ke-i

JPLP_i : jumlah keluarga pengguna listrik PLN di desa ke-i (KK)

RPLN_i : rasio keluarga pengguna listrik Non-PLN di desa ke-i

JPLN_i : jumlah keluarga pengguna listrik Non-PLN di desa ke-i (KK)

TJK_i : total jumlah keluarga di desa ke-i (KK)

Angka rasio keluarga pengguna listrik PLN dan Non-PLN, keduanya merupakan skor awal dari subindikator KA₁₁ dan KA₁₂. Oleh karena distribusi data dari skor awal masih belum normal maka ini perlu dinormalisasi dengan *z-score* yang selanjutnya dikonversi menjadi skor akhir dari subindikator KA₁₁ dan KA₁₂. Selain itu, kedua subindikator ini perlu diidentifikasi nilai bobotnya dan hasilnya secara bersama-sama digunakan untuk menentukan skor indikator KA₁ (lihat Persamaan 16)

$$KA_{1i} = (w_{KA11} \times KA_{11i}) + (w_{KA12} \times KA_{12i}) \quad (16)$$

di mana:

KA_{1i} : skor indikator sumber energi rumah tangga (KA₁) di desa ke-i

w_{KA11} dan w_{KA12}: bobot subindikator KA₁₁ dan KA₁₂

KA_{11i} dan KA_{12i}: skor akhir subindikator KA₁₁ dan KA₁₂ di desa ke-i

Indikator Infrastruktur Sumber Daya Air (KA₂) menunjukkan keberadaan infrastruktur fisik terutama sumber daya air (SDA) dalam upaya penanggulangan bahaya iklim ekstrim seperti banjir ataupun kekeringan. Desa-desa yang memiliki infrastruktur SDA akan lebih mampu bertahan ketika desa itu terdampak bahaya iklim ekstrim daripada yang sebaliknya. Berdasarkan data fisik desa yang berhasil dihimpun, indikator KA₃ dipengaruhi oleh tiga subindikator, yaitu subindikator Keberadaan Embung (KA₂₁), Keberadaan Waduk (KA₂₂), dan Keberadaan Saluran Irigasi (KA₂₃). Dalam kasus ini, nilai subindikator ada dua, yaitu bernilai 1 apabila desa itu memiliki infrastruktur SDA dan bernilai 0 apabila desa itu tidak memiliki infrastruktur SDA. Sementara itu, nilai bobot antar subindikator ditentukan dengan metode *rating*. Bentuk akhir dari persamaan indikator KA₂ adalah:

$$KA_{2i} = (w_{KA21} \times KA_{21i}) + (w_{KA22} \times KA_{22i}) + (w_{KA23} \times KA_{23i}) \dots\dots (17)$$

di mana:

KA_{2i} : skor indikator Infrastruktur Sumber Daya Air (KA_2) di desa ke-i

$w_{KA21} \dots w_{KA23}$: bobot subindikator KA_{21} hingga KA_{23}

$KA_{21i} \dots KA_{23i}$: skor akhir subindikator KA_{21} hingga KA_{23} di desa ke-i

Indikator Fasilitas Kredit dan Usaha Bersama (KA3) menunjukkan keberadaan dan akses penduduk terhadap fasilitas kredit dan usaha bersama. Semakin banyak fasilitas kredit tersedia dan semakin mudah diakses oleh penduduk maka desa di mana penduduk itu berada akan semakin mampu menghadapi serta menanggulangi dampak negatif dari perubahan iklim, keragaman iklim, dan iklim ekstrim. Hasil analisis data Podes 2021, indikator KA_3 dipengaruhi oleh tiga subindikator dan bentuk persamaan masing-masing subindikator dapat didefinisikan sebagai berikut:

$$RKD_i = \frac{JRKD_i}{JP_i} \quad (18)$$

$$RKU_i = \frac{JRKU_i}{JP_i} \quad (19)$$

$$RTP_i = \frac{JRTP_i}{JP_i} \quad (20)$$

di mana:

RKD_i : Rasio koperasi desa, unit kecil, dan simpan pinjam di desa ke-i

RKU_i : Rasio kredit usaha rakyat, ketahanan pangan, simpan pinjam di desa ke-i

RTP_i : Rasio toko pertanian (KUD, BUMDES, dan usaha lain) di desa ke-i

$JRKD_i$: Jumlah koperasi desa, unit kecil, dan simpan pinjam di desa ke-i

$JRKU_i$: Jumlah kredit usaha rakyat, ketahanan pangan, simpan pinjam di desa ke-i

$JRTP_i$: Jumlah toko pertanian (KUD, BUMDES, dan usaha lain) di desa ke-i

JP_i : Jumlah penduduk di desa ke-i

Angka rasio yang diperoleh dari Persamaan 18, 19, dan 20 masih berupa skor awal dari ketiga subindikator. Ini harus dinormalisasi dengan teknik *z-score* sehingga diperoleh skor akhir subindikator KA_{31} , KA_{32} , dan KA_{33} . Ketiga subindikator ini memiliki pengaruh yang berbeda ketika menentukan tinggi atau rendahnya angka indikator KA_3 , dan bentuk pengaruhnya dinyatakan sebagai nilai bobot. Selanjutnya, skor indikator AC_3 dapat didefinisikan sebagai berikut:

$$KA_{3i} = (w_{KA31} \times KA_{31i}) + (w_{KA32} \times KA_{32i}) + (w_{KA33} \times KA_{33i}) \quad (21)$$

di mana:

KA_{3i} : skor indikator Fasilitas Kredit dan Usaha Bersama (KA_3) di desa ke-i

$w_{KA31} \dots w_{KA33}$: bobot subindikator KA_{31} hingga KA_{33}

$KA_{31i} \dots KA_{33i}$: skor akhir subindikator KA_{31} hingga KA_{33} di desa ke-i

Indikator Fasilitas Kesehatan (KA4) menunjukka adanya akses penduduk atau keluarga di desa tertentu ke fasilitas kesehatan, seperti rumah sakit, puskesmas,

poliklinik, tempat praktek dokter maupun bidan, dan poskesdes. Semakin banyak jumlah fasilitas kesehatan di desa maka semakin baik kapasitas adaptasi desa itu. Artinya, penduduk atau keluarga yang tinggal di desa itu akan semakin mudah mengakses kesehatan terutama saat desa tersebut terpapar oleh bahaya iklim seperti banjir maupun kekeringan.

Dalam perhitungan nilai indikator fasilitas kesehatan (KA_4), ini dipengaruhi oleh satu subindikator yaitu Jumlah Fasilitas Kesehatan (KA_{41}). Oleh karena indikator KA_4 hanya dipengaruhi oleh satu subindikator (KA_{41}) maka bobot subindikatornya adalah bernilai 1 dan dinotasika sebagai w_{KA41} .

$$KA_{4i} = (w_{KA41} \times KA_{41i}) \dots\dots\dots (22)$$

di mana:

- KA_{4i} : skor indikator fasilitas kesehatan (KA_4) di desa ke-i
- w_{KA41} : bobot subindikator KA_{41}
- KA_{41i} : skor akhir subindikator KA_{41} di desa ke-i

Indikator Kegiatan Pelestarian Lingkungan (KA5) menunjukkan adanya kegiatan konservasi lingkungan yang diberdayakan oleh desa. Semakin banyak kegiatan lingkungan yang dimotori oleh desa maka semakin tinggi kapasitas desa itu untuk menanggulangi dampak negatif dari perubahan iklim.

Indikator kegiatan pelestarian lingkungan ditentukan oleh dua subindikator, yaitu Pemeliharaan Pepohonan di Lahan Kritis, Penanaman Mangrove, dan kegiatan lain yang sejenis (KA_{51}) dan Pengelolaan Daur Ulang Sampah (KA_{52}). Nilai kedua subindikator tersebut mengikuti tabulasi berikut:

Tabel 2.13 Jenis dan skor kegiatan pelestarian lingkungan

Jenis Kegiatan	Skor		
	Ada, sebagian warga terlibat	Ada, warga tidak terlibat	Tidak ada kegiatan
Penanaman/pemeliharaan pepohonan di lahan kritis	1.0	0.5	0
Pengelolaan/daur ulang sampah	1.0	0.5	0

Selanjutnya, bobot subindikator KA_{51} dan KA_{52} ditentukan menggunakan teknik *rating* dan dinotasikan sebagai w_{KA51} dan w_{KA52} . Oleh karena nilai indikator KA_5 dipengaruhi oleh dua subindikator maka ini didefinisikan sebagai berikut:

$$KA_{5i} = (w_{KA51} \times KA_{51i}) + (w_{KA52} \times KA_{52i}) \dots\dots\dots (23)$$

di mana:

- KA_{5i} : skor indikator kegiatan pelestarian lingkungan (KA_5) di desa ke-i
- w_{KA51} dan w_{KA52} : bobot subindikator KA_{51} dan KA_{52}
- KA_{51i} dan KA_{52i} : skor akhir subindikator KA_{51} dan KA_{52} di desa ke-i

Indikator Anggaran Desa (KA₆). Indikator ini merepresentasikan kemampuan daerah untuk membiayai kehidupan di daerah itu sendiri. Anggaran desa merupakan akumulasi dari bagi hasil pajak daerah dan bagi hasil retribusi daerah untuk 164 desa untuk tahun anggaran 2022 Kabupaten Manggarai Barat. Dalam kajian ini, semakin tinggi anggaran desa maka kemampuan desa untuk menanggulangi bencana iklim akan semakin meningkat.

Indikator Anggaran Desa (KA₆) dipengaruhi oleh satu subindikator, yaitu Pagu Anggaran Tingkat Desa (KA₆₁). Oleh angka karena pagu anggaran tingkat desa masih berupa data awal dan pola distribusi datanya tidak normal maka ini perlu dinormalisasi dengan *z-score* yang selanjutnya dikonversi menjadi skor akhir dari subindikator KA₆₁. Oleh karena indikator anggaran tingkat desa hanya dipengaruhi oleh satu subindikator maka bobot subindikator KA₆₁ bernilai 1 dan dinotasikan sebagai w_{KA61} . Bentuk akhir dari persamaan indikator KA₆ sebagai berikut:

$$KA_{6i} = (w_{KA61} \times KA_{61i}) \dots\dots\dots (24)$$

di mana:

KA_{6i} : skor indikator anggaran desa (KA₆) di desa ke-*i*

w_{KA61} : bobot subindikator KA₆₁

KA_{61i} : skor akhir subindikator KA₆₁ di desa ke-*i*

Berdasarkan hasil pengembangan indikator penyusun kapasitas adaptasi, tahap selanjutnya adalah menentukan **Indeks Kapasitas Adaptasi (IKA)**. Indeks ini dihitung berdasarkan skor indikator **IKA₁** hingga **IKA₆** dan bentuk persamaannya adalah:

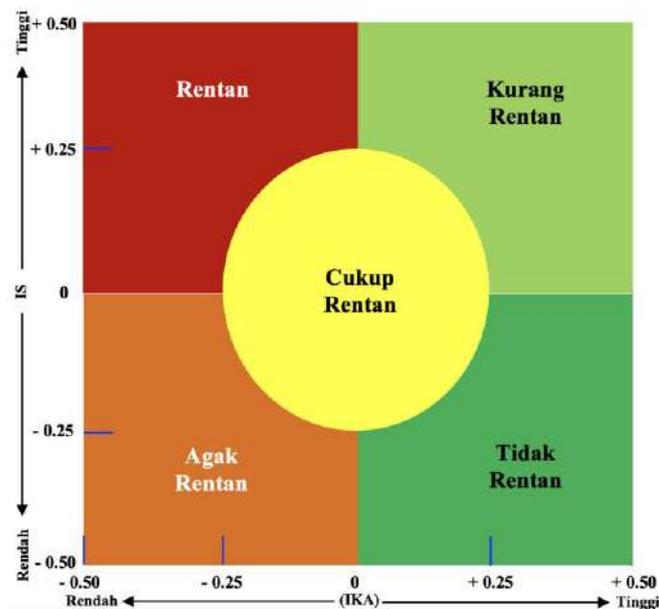
$$IKA_i = \sum_{j=1, i=1}^{n, m} w_{(KA)ji} \times KA_{ji} \dots\dots\dots (25)$$

di mana IKA_i adalah indeks kapasitas adaptasi di desa ke-*i*, KA_{ji} merepresentasikan skor indikator KA untuk jenis indikator ke-*j* di desa ke-*i*, sedangkan $w_{(KA)ji}$ adalah nilai bobot untuk indikator KA jenis indikator ke-*j* ($j = 1, 2, 3, \dots, n$) di desa ke-*i* ($i = 1, 2, 3, \dots, m$). Notasi n menunjukkan banyaknya indikator KA sedangkan m menunjukkan banyaknya desa yang dianalisa.

2.3.4 Indeks Kerentanan

Seperti telah dikemukakan di awal bahwa kerentanan adalah tingkat kemudahan terkena atau ketidakmampuan dari suatu sistem atau desa untuk menghadapi dampak buruk dari perubahan iklim termasuk iklim ekstrim. Lebih lanjut, (IPCC AR5, 2014a, 128) mengemukakan bahwa kerentanan (*vulnerability*) adalah kemungkinan atau kecenderungan untuk terpengaruh secara merugikan dan ini melibatkan berbagai unsur, seperti sensitivitas (kepekaan) terhadap bahaya (*harm*) dan kurangnya kapasitas untuk mengatasi dan beradaptasi. Ini berarti kerentanan merupakan fungsi sensitivitas dan kapasitas untuk mengatasi dan beradaptasi (Estoque *et al.*, 2023, p. 1). Berdasarkan batasan ini, tinggi-rendahnya tingkat kerentanan desa dipengaruhi oleh tingkat sensitivitas dan tingkat kapasitas adaptasi dari desa tersebut.

Ukuran perubahan relatif antara tingkat sensitivitas dan kemampuan adaptasi tersebut dinyatakan sebagai angka indeks, yaitu indeks kerentanan. Indeks kerentanan (IK) dibangun dari hubungan antara indeks sensitivitas (IS) dan indeks kapasitas adaptasi (IKA) dan hubungan keduanya didekati dengan pendekatan kuadran. Seperti dapat dilihat pada Gambar 2.4, indeks kerentanan desa terdiri dari lima kategori, yaitu Rentan hingga Tidak Rentan. Kategori Rentan memiliki ciri tingkat sensitivitasnya adalah tinggi sedangkan kemampuan adaptasinya adalah rendah. Sementara itu, kategori Tidak Rentan memiliki ciri yang berkebalikan, yaitu tingkat sensitivitasnya rendah sedangkan tingkat kapasitas adaptasinya adalah tinggi.



Gambar 2.4 Sistem kuadran untuk penentuan indeks kerentanan desa (Boer, tanpa tahun)

2.3.5 Penurunan Tingkat Kerentanan Desa

Seperti telah diungkapkan di awal bahwa kerentanan menggambarkan ukuran atau tingkat kemudahan terkena atau ketidakmampuan sistem (desa) untuk menghadapi dampak buruk dari bahaya iklim, seperti banjir, longsor, dan kekeringan. Berdasarkan pengertian tersebut, setiap upaya penurunan tingkat kerentanan desa memerlukan upaya peningkatan kemampuan desa itu untuk menanggulangi dampak buruk dari bahaya iklim. Penurunan tingkat kerentanan desa dapat ditempuh melalui dua tahap. Tahap Pertama adalah mengidentifikasi indikator sensitivitas dan kapasitas adaptasi yang berkontribusi besar pada kerentanan desa. Tahap Kedua adalah menyusun skenario penurunan tingkat kerentanan desa hingga ke kategori kerentanan tertentu. Deskripsi rinci kedua tahapan tersebut adalah sebagai berikut:

Tahap Pertama:

- 1) tabulasikan skor atau nilai indikator sensitivitas dan kapasitas adaptasi rata-rata untuk tiap kategori kerentanan, yaitu Rentan, Agak Rentan, Cukup Rentan, Kurang Rentan, dan Tidak Rentan
- 2) gambarkan hasil tahap-1 dalam bentuk diagram jaring laba-laba (web diagram)

- 3) angka skor indikator yang telah dinormalisasi berkisar dari 0 - 1 sehingga nilai tengah atau mediannya adalah angka 0.5 dan ini merupakan ambang batas untuk menentukan indikator sensitivitas dan kapasitas adaptasi yang berkontribusi besar pada kerentanan desa
- 4) identifikasi indikator sensitivitas yang berkontribusi besar (IS_{besar}) pada peningkatan tingkat kerentanan, yaitu: $IS_{besar} \geq 0.5$
- 5) identifikasi indikator kapasitas adaptasi yang berkontribusi besar (IKA_{besar}) pada peningkatan tingkat kerentanan, yaitu: $IKA_{besar} \leq 0.5$

Tahap Kedua:

- 1) pilih desa-desa dengan kategori Rentan
- 2) gambarkan hasil Tahap Kedua untuk langkah ke-1 dalam bentuk diagram jaring laba-laba (web diagram)
- 3) skenarioikan tingkat kerentanan desa akan turun dari kategori Rentan menjadi kategori Cukup Rentan, dalam tahap ini tingkat kerentanan untuk kategori Cukup Rentan merupakan hasil dari Tahap Pertama untuk langkah ke-1 (lihat huruf yang di-bold) dan gambarkan hasilnya dalam bentuk diagram jaring laba-laba (web diagram)
- 4) Lakukan proses tumpang susun (overlay) antara web diagram yang telah diperoleh pada Tahap Kedua untuk langkah ke-2 dan langkah ke-3.
- 5) Berdasarkan hasil dari proses overlay pada Tahap Kedua untuk langkah ke-4, lakukan identifikasi indikator sensitivitas dan kapasitas adaptasi yang berpengaruh besar dan dapat menurunkan tingkat kerentanan desa

2.3.6 Analisis Keterpaparan

Dalam kajian perubahan iklim, keterpaparan merujuk pada tingkat kontak suatu wilayah, mata pencarian, kelompok manusia, atau sistem ekologi (IPCC AR5, 2014c, p. 5) terhadap faktor-faktor yang dapat menyebabkan dampak perubahan iklim. Faktor-faktor tersebut meliputi perubahan suhu, curah hujan, tinggi muka laut, dan pola cuaca ekstrim. Dalam pengertian yang lebih sederhana, keterpaparan mencakup kemungkinan suatu wilayah atau kelompok manusia terpapar oleh potensi risiko yang disebabkan oleh perubahan iklim. Sebagai ilustrasi, wilayah yang terletak di dekat pantai kemungkinan besar memiliki tingkat keterpaparan yang tinggi terhadap kenaikan muka laut dan cuaca ekstrim seperti badai tropis daripada wilayah yang jauh dari pantai. Demikian juga, masyarakat yang bergantung pada pertanian musiman, mereka memiliki tingkat keterpaparan yang lebih tinggi terhadap perubahan pola curah hujan daripada masyarakat yang lainnya. Berdasarkan pemahaman tersebut indikator atau peubah yang menentukan tinggi-rendahnya tingkat keterpaparan perlu diidentifikasi dan dikembangkan.

2.3.7 Pengembangan Indikator dan Indeks Keterpaparan

Hasil analisis data Podes 2021, Kecamatan Dalam Angka, DEMNAS, dan data pendukung lainnya, indikator penyusun tingkat keterpaparan sistem di Kabupaten Manggarai Barat

berjumlah enam indikator dan tersusun oleh 10 subindikator (lihat Tabel 2.13). Deskripsi rinci untuk indikator dan subindikator penentu tingkat keterpaparan dapat dilihat pada paragraf berikut.

Tabel 2.14 Indikator dan sub-indikator (termasuk nilai bobot) penyusun tingkat keterpaparan

Kode	Indikator	Bobot	Kode	Subindikator	Bobot
E ₁	Kependudukan	W _{E1}	E ₁₁	Kepadatan Penduduk	W _{E11}
E ₂	Topografi	W _{E2}	E ₂₁	Kombinasi Elevasi-Kemiringan Lereng	W _{E21}
E ₃	Keberadaan Permukiman di Daerah Rawan	W _{E3}	E ₃₁	Permukiman di Bantaran Sungai	W _{E31}
E ₄	Sarana Pendidikan	W _{E4}	E ₄₁	Sarana Pendidikan Jenjang PAUD/TK	W _{E41}
			E ₄₂	Sarana Pendidikan Jenjang SD	W _{E42}
			E ₄₃	Sarana Pendidikan Jenjang SMP	W _{E43}
			E ₄₄	Sarana Pendidikan Jenjang SMU	W _{E44}
E ₅	Keberadaan Sarana dan Prasarana ekonomi	W _{E5}	E ₅₁	Sarana dan Prasarana ekonomi	W _{E51}
E ₆	Jarak dari Sumber Bencana	W _{E6}	E ₆₁	Jarak Desa ke Sempadan Sungai	W _{E61}
			E ₆₂	Jarak Desa ke Sempadan Pantai	W _{E62}

Indikator Kependudukan (E₁) tersusun oleh satu subindikator, yaitu **Kepadatan Penduduk (E₁₁)**. Semakin tinggi tingkat kepadatan penduduk di desa tertentu berarti jumlah penduduk persatuan luasnya semakin besar. Artinya, desa yang tingkat kepadatan penduduknya tinggi kemungkinan besar memiliki tingkat keterpaparan tinggi ketika desa itu terkena atau kontak langsung dengan bahaya iklim, seperti banjir, kekeringan, maupun longsor. Selanjutnya, tingkat kepadatan penduduk di desa dapat didefinisikan sebagai berikut:

$$KP_i = \frac{JP_i}{A_i} \tag{26}$$

di mana:

KP_i : kepadatan penduduk di desa ke-i (*jiwa/km²*)

JP_i : jumlah penduduk di desa ke-i (*jiwa*)

A_i : luas desa ke-i (*km²*)

Angka kepadatan penduduk merupakan skor awal dari subindikator K₁₁. Oleh karena distribusi data dari skor awal subindikator K₁₁ adalah belum normal maka ini perlu dinormalisasi dengan *z-score* yang selanjutnya dikonversi menjadi skor akhir dari subindikator K₁₁. Selain itu, subindikator ini perlu diidentifikasi nilai bobotnya (*w_{K11}*) dan hasilnya secara bersama-sama digunakan untuk menentukan skor indikator K₁.

$$E_{1i} = (w_{E11} \times E_{11i}) \tag{27}$$

di mana:

E_{1i} : skor indikator kependudukan (E_1) di desa ke-i

w_{E11} : bobot subindikator E_{11}

E_{11i} : skor akhir subindikator E_{11} di desa ke-i

Indikator Topografi (E_2) menunjukkan derajat atau kemudahan kontak dari suatu desa dengan kondisi topografi tertentu ketika terkena guncangan terkait bahaya perubahan iklim termasuk iklim ekstrim. Kondisi topografi yang dinilai adalah elevasi topografi dan kemiringan lereng (*slope*). Dua kondisi topografi tersebut saling memengaruhi ketika terpapar oleh bahaya iklim ekstrim, seperti: banjir, kekeringan dan longsor sehingga keduanya disatukan dan disebut subindikator **Kombinasi Elevasi-Kemiringan Lereng (E_{21})**. Tabel 2.15 merupakan penentuan skor subindikator E_{21} terkait bahaya kekeringan dan longsor sedangkan Tabel 2.16 adalah skor indikator terkait bahaya banjir

Tabel 2.15 Penentuan skor subindikator E_{21} terkait bahaya kekeringan dan longsor

Kemiringan Lereng		Datar	Landai	Agak Curam	Curam	Sangat Curam	
		1	2	3	4	5	
Elevasi Topografi	Sangat Rendah	1	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4
	Rendah	2	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
	Agak Rendah	3	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6
	Sedang	4	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
	Agak Tinggi	5	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8
	Tinggi	6	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
	Sangat Tinggi	7	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0

Tabel 2.16 Penentuan skor subindikator E_{21} terkait bahaya banjir

Kemiringan Lereng		Datar	Landai	Agak Curam	Curam	Sangat Curam	
		1	2	3	4	5	
Elevasi Topografi	Sangat Rendah	1	1.0	0.9	0.8	0.7	0.6
	Rendah	2	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5
	Agak Rendah	3	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4
	Sedang	4	0.7	0.6	0.5	0.4	0.3
	Agak Tinggi	5	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2
	Tinggi	6	0.5	0.4	0.3	0.2	0.1
	Sangat Tinggi	7	0.4	0.3	0.2	0.1	0.0

Indeks Keberadaan Permukiman di Daerah Rawan (E_3) merujuk pada tingkat kontak suatu wilayah ketika terkena dampak buruk dari perubahan iklim, keragaman iklim termasuk iklim ekstrim seperti banjir, kekeringan, dan tanah longsor. Artinya, semakin banyak permukiman di daerah rawan bencana maka daerah itu memiliki peluang yang besar untuk terpapar atau terkena bencana.

Indikator E_3 tersusun oleh satu subindikator yaitu **Permukiman di Bantaran Sungai (E_{31})**. Dalam kajian ini, nilai subindikator E_{31} diperoleh dari rasio antara banyaknya permukiman di bantaran sungai di desa ke- i dan banyaknya keluarga yang tinggal di desa ke- i ; asumsinya, satu permukiman di bantaran sungai dihuni oleh satu keluarga (KK). Berdasarkan pemahaman tersebut penilaian subindikator E_{31} dapat didefinisikan sebagai berikut:

$$PBS_i = \frac{JPBS_i}{JK_i} \quad (28)$$

di mana:

- PBS_i : rasio keluarga bermukim di bantaran sungai di desa ke- i
- $JPBS_i$: jumlah keluarga bermukim di bantaran sungai di desa ke- i (KK)
- JK_i : jumlah keluarga di desa ke- i (KK)

Rasio keluarga bermukim di bantaran sungai merupakan skor awal dan perlu dinormalisasi dengan *z-score* hingga dihasilkan skor akhir untuk subindikator E_{31} . Oleh karena jumlah subindikator dari indikator E_3 hanya 1 subindikator maka nilai bobotnya adalah 1 dan ini dinotasikan sebagai w_{E31} , bentuk akhir dari persamaan penentuan nilai indikator E_3 untuk tiap desa adalah:

$$E_{3i} = (w_{E31} \times E_{31i}) \quad (29)$$

di mana:

- E_{3i} : skor keberadaan permukiman di daerah rawan (E_3) di desa ke- i
- w_{E31} : bobot subindikator E_{31}
- E_{31i} : skor akhir subindikator E_{31} di desa ke- i

Indikator Sarana Pendidikan (E_4) menunjukkan besarnya peluang sarana pendidikan (jenjang TK, SD, SMP, dan SMU) untuk kontak dengan gangguan terkait bahaya iklim. Artinya, semakin banyak sarana pendidikan di desa ke- i maka desa tersebut memiliki peluang yang lebih besar untuk kontak atau terkena cuaca ekstrim (misal banjir atau kekeringan) daripada desa-desa yang jumlah sarana pendidikannya terbatas. Berdasarkan batasan tersebut dan ketersediaan data maka indikator E_4 dapat dirinci menjadi empat subindikator, yaitu: **Sarana Pendidikan Jenjang PAUD/TK (E_{41})**, **Sarana Pendidikan Jenjang SD (E_{42})**, **Sarana Pendidikan Jenjang SMP (E_{43})**, dan **Sarana Pendidikan Jenjang SMU (E_{44})**. Selanjutnya, masing-masing subindikator dapat didefinisikan sebagai berikut:

$$STK_i = \frac{JTK_i}{JP_i} \quad (30)$$

$$SSD_i = \frac{JSD_i}{JP_i} \quad (31)$$

$$SSMP_i = \frac{JSMP_{ic}}{JP_c} \quad (32)$$

$$SSMU_i = \frac{JSMU_{ic}}{JP_c} \quad (33)$$

di mana:

- STK_i : Rasio sarana pendidikan jenjang PAUD/TK di desa ke-i
- SSD_i : Rasio sarana pendidikan jenjang SD di desa ke-i
- SSMP_i : Rasio sarana pendidikan jenjang SMP di desa ke-i
- SSMU_i : Rasio sarana pendidikan jenjang SMU di desa ke-i
- JTK_i : Jumlah lembaga pendidikan jenjang TK di desa ke-i
- JSD_i : Jumlah lembaga pendidikan jenjang SD di desa ke-i
- JSMP_{ic} : Jumlah lembaga pendidikan jenjang SMP di desa ke-i kecamatan ke-c
- JSMU_{ic} : Jumlah lembaga pendidikan jenjang SMU di desa ke-i kecamatan ke-c
- JP_i : Jumlah penduduk di desa ke-i
- JP_c : Jumlah penduduk di kecamatan ke-c

Angka rasio sarana pendidikan pada jenjang TK, SD, SMP, dan SMU merupakan skor awal dari subindikator E₄₁ hingga E₄₄ dan perlu dikonversi menjadi skor akhir menggunakan metode interval sama. Selanjutnya, tinggi-rendahnya nilai indikator sarana pendidikan (E₄) dipengaruhi oleh keempat subindikator penyusunnya. Derajat pengaruh atau kepentingan tiap subindikator dinyatakan dalam bentuk nilai bobot subindikator dan ini diselesaikan menggunakan pendekatan *rating*. Bentuk akhir dari persamaan indikator sarana pendidikan (E₄) dapat didefinisikan sebagai berikut:

$$E_{4i} = (w_{E41} \times E_{41i}) + (w_{E42} \times E_{42i}) + (w_{E43} \times E_{43i}) + (w_{E44} \times E_{44i}) . \quad (34)$$

di mana:

- E_{4i} : skor indikator sarana pendidikan di desa ke-i
- E_{41i} : skor akhir subindikator sarana pendidikan jenjang PAUD/TK di desa ke-i
- E_{42i} : skor akhir subindikator sarana pendidikan jenjang SD di desa ke-i
- E_{43i} : skor akhir subindikator sarana pendidikan jenjang SMP di desa ke-i
- E_{44i} : skor akhir subindikator sarana pendidikan jenjang SMU di desa ke-i
- w_{E41} : bobot subindikator sarana pendidikan jenjang PAUD/TK
- w_{E42} : bobot subindikator sarana pendidikan jenjang SD
- w_{E43} : bobot subindikator sarana pendidikan jenjang SMP
- w_{E44} : bobot subindikator sarana pendidikan jenjang SMU

Indikator Keberadaan Sarana dan Prasarana Ekonomi (E5) menunjukkan keberadaan jenis dari fasilitas ekonomi seperti kelompok pertokoan, pasar, minimarket/swalayan, toko/warung kelontong. Desa yang memiliki lebih banyak jenis fasilitas ekonomi akan memiliki potensi tingkat keterpaparan yang tinggi apabila desa tersebut terkena atau kontak dengan gangguan seperti banjir, kekeringan, longsor, atau angin kencang.

Berdasarkan hasil analisis data Podes 2021, indikator E₅ tersusun oleh satu subindikator yaitu **Sarana** dan Prasarana Ekonomi (E51). Tinggi-rendahnya nilai atau skor akhir subindikator sarana dan prasarana ekonomi (E51) dihitung secara proporsional seperti ditunjukkan pada Tabel 2.16 dan Persamaan 35.

Tabel 2.17 Jenis, kode jumlah dan skor awal sarana dan prasarana ekonomi

Jenis Sarana & Prasarana Ekonomi (SPE)	Kode Jenis SPE	Skor Awal (SA)
1. Kelompok pertokoan	1	0.4
2. Pasar	2	1.0
3. Minimarket/swalayan	3	0.6
4. Toko/warung kelontong	4	0.8

$$E_{51i} = \frac{\sum_{j=1, i=1}^{n, m} SPE_{ji} \times SA_j}{\sum_{j=1, i=1}^{n, m} SPE_{ji}} \quad (35)$$

di mana:

E_{51i} : skor subindikator sarana dan prasarana ekonomi di desa ke- i

SPE_{ji} : jumlah sarana dan prasarana ekonomi jenis ke- j ($j = 1, 2, 3, \dots, n$) di desa ke- i ($i = 1, 2, 3, \dots, m$)

SA_j : skor awal sarana dan prasarana ekonomi jenis ke- j ($j = 1, 2, 3, \dots, n$)

Seperti telah disebutkan di awal bahwa indikator E_5 hanya tersusun oleh satu subindikator sehingga nilai bobot subindikator tersebut adalah bernilai 1 dan dinotasikan sebagai w_{E51} . Berdasarkan hal tersebut maka perhitungan nilai indikator Keberadaan Sarana dan Prasarana Ekonomi dapat didefinisikan sebagai berikut:

$$E_{5i} = (w_{E51} \times E_{51i}) \quad (36)$$

Indikator Jarak dari Sumber Bencana (E_6) menunjukkan besarnya peluang wilayah (desa) untuk kontak atau terkena guncangan terkait bahaya iklim. Desa yang dekat dengan sumber bencana, misalnya dekat dengan bantaran sungai atau pantai memiliki peluang lebih besar terpapar oleh banjir sungai atau kenaikan muka laut daripada desa-desa yang jauh dari sumber bencana.

Dalam kajian ini, indikator E_6 tersusun oleh dua subindikator, yaitu: **Jarak Desa ke Sempadan Sungai (E_{61})** dan **Jarak Desa ke Sempadan Pantai (E_{62})**. Jarak desa ke sumber bencana dihitung secara tegak lurus dari pusat desa (*centroid*) untuk tiap desa ke alur sungai atau garis pantai terdekat dengan perangkat lunak SIG. Data hasil pengukuran jarak ke sumber bencana pada subindikator E_{61} dan E_{62} belum menunjukkan distribusi normal sehingga dinormalisasi dengan metode z-score.

Selanjutnya, tinggi-rendahnya nilai indikator jarak dari sumber bencana (E_6) dipengaruhi oleh dua subindikator penyusunnya. Derajat pengaruh atau kepentingan tiap subindikator dinyatakan dalam bentuk nilai bobot subindikator dan ini diselesaikan menggunakan pendekatan *rating*. Bentuk akhir dari persamaan indikator jarak dari sumber bencana (E_6) dapat didefinisikan sebagai berikut:

$$E_{6i} = (w_{E61} \times E_{61i}) + (w_{E62} \times E_{62i}) \quad (37)$$

Berdasarkan hasil pengembangan indikator penyusun keterpaparan yang telah dibahas pada Sub Bab 2.4.1. maka tahap berikutnya adalah menentukan **Indeks Keterpaparan (EI)**. Angka indeks keterpaparan dihitung dari skor Indikator E_1 hingga E_6 dan bentuk persamaannya adalah:

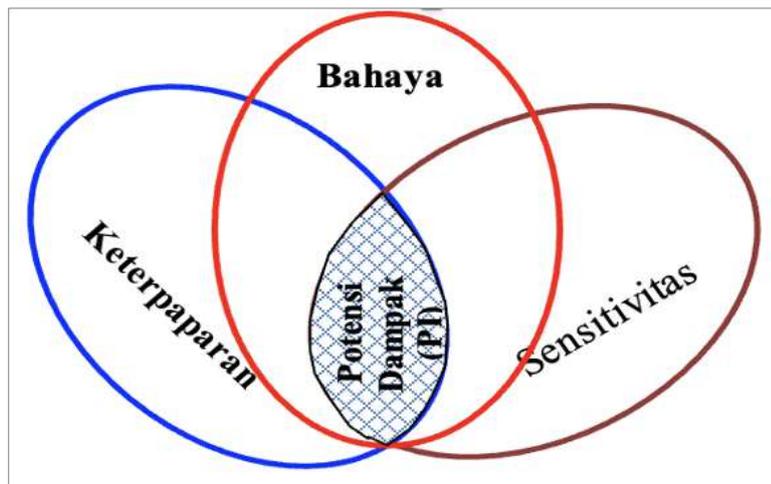
$$EI_i = \sum_{j=1, i=1}^{n,m} w_{(E)ji} \times E_{ji} \quad (38)$$

di mana EI_i adalah indeks keterpaparan di desa ke- i ; E_{ji} merepresentasikan skor **Indikator Keterpaparan** untuk jenis indikator ke- j di desa ke- i , sedangkan $w_{(E)ji}$ adalah nilai bobot untuk indikator Keterpaparan jenis indikator ke- j ($j = 1, 2, 3, \dots, n$) di desa ke- i ($i = 1, 2, 3, \dots, m$). Notasi n menunjukkan banyaknya indikator keterpaparan sedangkan m menunjukkan banyaknya desa yang dianalisa tingkat keterpaparannya.

2.4 Analisis Potensi Dampak dan Risiko

Dampak dapat diartikan sebagai konsekuensi perubahan iklim pada sistem alam maupun manusia (Füssel & Klein, 2006, p. 314). Dalam kajian kerentanan dan risiko iklim dikenal dua istilah dampak, yaitu potensi dampak atau dampak potensial (*potential impact, PI*) dan dampak sisa (*residual impact, RI*). Potensi dampak merujuk pada perkiraan atau prediksi mengenai konsekuensi yang mungkin terjadi pada sistem alam atau manusia akibat perubahan iklim. Dampak sisa adalah upaya menyoroti tantangan atau kerentanan yang mungkin tetap ada meskipun upaya untuk mengurangi dampak telah dilakukan.

Menurut kerangka kerja yang diusulkan oleh Füssel & Klein (2006, p. 312-318) potensi dampak dipengaruhi secara bersama-sama oleh faktor keterpaparan (**E**) dan sensitivitas (**S**) sedangkan kapasitas adaptasi (**KA** atau **AC**) adalah potensi dari sistem untuk menanggulangi dampak tersebut. Pada dasarnya, konsep yang dikemukakan oleh Füssel & Klein (2006) berdasarkan pada IPCC-AR4 sehingga potensi dampak yang dimaksud di sini adalah merujuk pada potensi kerentanan. Namun, dalam kerangka kerja yang terdapat pada IPCC-AR5, konsep potensi dampak yang diungkapkan adalah berbeda yaitu lebih mengarah ke potensi risiko dan ini merupakan kombinasi dari Keterpaparan (**E**) dan Sensitivitas (**S**) serta Bahaya (*Hazard, H*) (lihat Gambar 2.5).



Gambar 2.5 Hubungan antara keterpaparan, sensitivitas, dan bahaya iklim terkait penentuan potensi dampak (diadaptasi dari Das *et al.*, 2020, p. 8)

Seperti ditunjukkan pada Gambar 2.5, potensi dampak dipengaruhi oleh tingkat keterpaparan dan sensitivitas serta tingkat bahaya. Sebagai ilustrasi, desa ke- i terletak di

daerah terbuka (keterpaparan tinggi, **E**) dan peka (sangat sensitif, **S**) terhadap perubahan iklim serta memiliki ancaman atau peluang bencana yang tinggi (**H**). Ini berarti desa tersebut memiliki potensi dampak (**PI**) yang tinggi. Selanjutnya, bentuk persamaan potensi dampak dapat dituliskan sebagai berikut:

$$PI = H \times E \times S \tag{39}$$

di mana:

PI : tingkat potensi dampak (*potential impacts*)

H : tingkat bahaya (*hazard*) terkait iklim

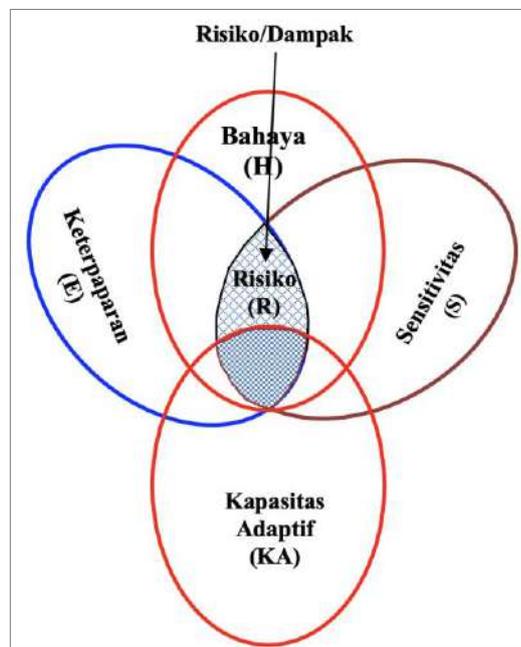
E : tingkat keterpaparan (*exposure*) sistem

S : tingkat sensitivitas (*sensitivity*) sistem

Pengurangan atau penurunan potensi dampak di desa ke-i dapat dilakukan melalui upaya adaptasi. Seperti ditunjukkan pada Gambar 2.6, upaya adaptasi telah memilah daerah dengan potensi dampak tertentu menjadi dua, yaitu dengan adaptasi dan tanpa adaptasi. Bagian terakhir akan menjadi daerah yang langsung berisiko atau terdampak karena daerah tersebut tidak dapat mengatasi dampak perubahan iklim, keragaman iklim ataupun iklim ekstrim. Berdasarkan hasil penjelasan ini maka tingkat risiko iklim di suatu wilayah dapat didefinisikan sebagai berikut:

$$R = PI - PI \times KA \tag{40}$$

$$R = PI (1 - KA) \tag{41}$$



Gambar 2.6 Komponen penentu tingkat risiko iklim berdasarkan konsep IPCC-AR5 (diadaptasi dari Das *et al.*, 2020, p. 8)

Substitusikan Persamaan 39 ke Persamaan 41 maka diperoleh:

$$R = H \times E \times S (1 - KA) \quad (42)$$

jika Persamaan 42 dinotasikan sebagai indeks maka

$$R = H \times IE \times IS (1 - IKA) \quad (43)$$

Persamaan 43 dapat pula ditulis dalam notasi yang berbeda, yaitu

$$R = H \times IE \times \frac{IS}{IKA} \quad (44)$$

di mana:

R : tingkat risiko terkait iklim

H : tingkat bahaya (*hazard*) terkait iklim

KA : tingkat kapasitas adaptasi sistem

IE : indeks keterpaparan (*exposure*) sistem

IS : indeks sensitivitas (*sensitivity*) sistem

IKA: indeks kapasitas adaptasi (*adaptive capacity*) sistem

2.4.1 Indeks Potensi Dampak (PII)

Berdasarkan Persamaan 44, indeks risiko iklim desa dipengaruhi secara langsung oleh indeks bahaya (*H*) di desa itu, indeks keterpaparan (*IE*) desa, indeks sensitivitas (*IS*) desa dan berbanding terbalik dengan indeks kapasitas adaptasinya (*IKA*). Hubungan antara indeks sensitivitas (*IS*) dan indeks kapasitas adaptasi (*IKA*) adalah indeks kerentanan (*IV*), dan bentuk persamaannya dapat dituliskan sebagai berikut:

$$IV = \frac{IS}{IKA} \quad (45)$$

di mana:

IV : indeks kerentanan (*vulnerability index*) sistem

IS : indeks sensitivitas sistem

IKA: indeks kapasitas adaptasi sistem

Persamaan 45 (indeks kerentanan) menunjukkan bahwa indeks sensitivitas dan kapasitas adaptasi berbanding terbalik sehingga untuk menyelesaikannya dengan metode kuadran. Metode kuadran telah diuraikan pada sub-bab 2.3.4 dan hasilnya digambarkan pada Gambar 2.4. Selanjutnya, hubungan antara indeks keterpaparan (*IE*) dan indeks kerentanan (*IV*) adalah indeks potensi dampak (*PII*).

Potensi dampak (*potential impact*) dalam kajian risiko iklim berkaitan dengan seberapa besar tingkat kemungkinan suatu sektor atau wilayah yang rentan terpapar oleh bahaya iklim. Peningkatan potensi dampak berbanding lurus dengan nilai indeks keterpaparan dan kerentanan. Semakin terpapar suatu sistem yang rentan terhadap bahaya iklim maka semakin besar kemungkinan sistem tersebut merasakan dampak negatif dari perubahan iklim.

Selanjutnya, tinggi-rendahnya tingkat potensi dampak dapat dinilai menggunakan pendekatan matriks (lihat Tabel 2.18). Merujuk pada Tabel 2.18, desa atau sistem yang tidak mudah terpapar oleh bahaya iklim (keterpaparan Rendah) dan desa itu mampu menghadapi dampak buruk dari bahaya iklim (kerentanan Rendah atau Tidak Rentan) maka potensi dampak dari desa itu untuk terkena bahaya iklim adalah Sangat Sangat Rendah (SSR). Sebaliknya, desa yang mudah terpapar oleh bahaya iklim (keterpaparan Tinggi) dan desa itu tidak mampu menghadapi dampak buruk dari bahaya iklim (Rentan) maka potensi dampak dari desa itu untuk terkena bahaya iklim adalah Sangat Sangat Tinggi (SST). Berdasarkan pengertian tersebut bentuk tabulasi potensi dampak dapat dinyatakan sebagai berikut :

Tabel 2.18 Tingkat (indeks) potensi dampak berdasarkan kombinasi silang antara tingkat kerentanan dan tingkat keterpaparan desa

Matriks Penilaian Potensi Dampak			Tingkat Kerentanan				
			Tidak Rentan	Kurang Rentan	Cukup Rentan	Agak Rentan	Rentan
			(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Tingkat Keterpaparan	Rendah	(1)	2	3	4	5	6
	Agak Rendah	(2)	3	4	5	6	7
	Sedang	(3)	4	5	6	7	8
	Agak Tinggi	(4)	5	6	7	8	9
	Tinggi	(5)	6	7	8	9	10

Keterangan:

2	Sangat Sangat Rendah (SSR)	7	Agak Tinggi (AT)
3	Sangat Rendah (SR)	8	Tinggi (T)
4	Rendah (R)	9	Sangat Tinggi (ST)
5	Agak Rendah (AR)	10	Sangat Sangat Tinggi (SST)
6	Sedang (S)		

2.4.2 Indeks Bahaya Iklim

Bahaya didefinisikan sebagai peristiwa fisik (*physical event*) yang terjadi secara alami atau akibat aktivitas manusia atau tren atau dampak fisik yang dapat menyebabkan hilangnya nyawa, atau dampak kesehatan lainnya, serta kerusakan pada infrastruktur, ekosistem dan sumber daya lingkungan (IPCC AR5, 2014c, p. 5). Berdasarkan batasan yang dikemukakan oleh IPCC AR5, kejadian bahaya itu belum terjadi tetapi memiliki peluang untuk terjadi. Tinggi-rendahnya nilai peluang kejadian dinyatakan sebagai angka antara 0 dan 1, di mana 0 menunjukkan kejadian yang tidak mungkin terjadi dan 1 menunjukkan kejadian yang pasti terjadi. Artinya, semakin tinggi nilai peluang kejadian

maka semakin besar kemungkinan kejadian tersebut akan terjadi. Sementara itu, bahaya iklim meliputi berbagai peristiwa atau fenomena yang terkait dengan kondisi atmosferik dan lingkungan alam yang ekstrem, seperti banjir, tanah longsor, dan kekeringan.

Peluang terjadinya banjir, tanah longsor, dan kekeringan dapat dihitung secara langsung atau tidak langsung (*proxy*). Dalam kajian ini, *proxy* ambang batas banjir (termasuk kejadian tanah longsor) akan didekati dari data curah hujan pada saat kejadian banjir dan satu hari sebelumnya. Hasil analisis awal menunjukkan adanya kondisi intensitas hujan yang rendah atau tidak ada kejadian hujan (curah hujan = 0 mm) pada tanggal kejadian banjir sehingga kejadian banjir diasumsikan disebabkan oleh hujan deras (intensitas hujan tinggi) pada satu hari sebelumnya.

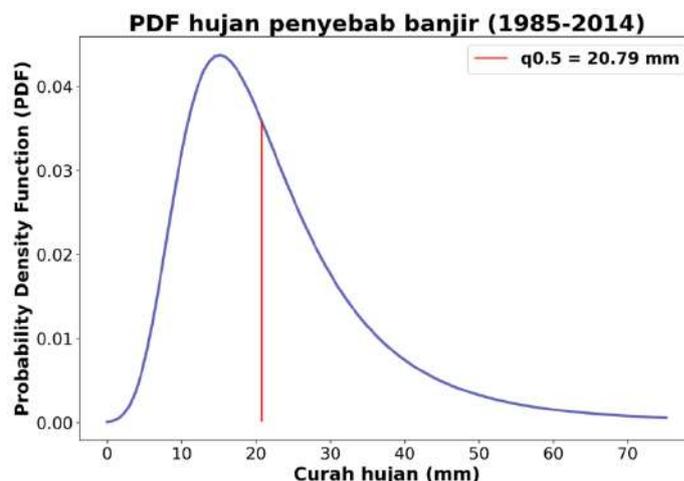
Penentuan Ambang Batas Banjir. Ambang batas banjir ditentukan melalui beberapa tahapan. *Tahap ke-1*, unit atau satuan analisa terkecil dari kajian ini adalah grid dengan ukuran 5km x 5km. *Tahap ke-2* adalah memasang data kejadian banjir harian (mencakup waktu dan lokasi kejadian) dengan data curah hujan harian penyebabnya. Data kejadian banjir harian diperoleh dari BPBD Kabupaten Manggarai Barat untuk periode 2017-2022 sedangkan data curah hujan harian diekstrak dari *Climate Hazards Group InfraRed Precipitation with Station* (CHIRPS) dengan resolusi spasial 0.05°. (Funk *et al.*, 2015, p. 2) dan data ini dapat diakses melalui halaman <https://data.chc.ucsb.edu/products/CHIRPS-2.0/>. *Tahap ke-3*, data curah hujan harian yang sudah dipasangkan dengan kejadian banjir (baik hujan pada tanggal terjadinya banjir maupun satu hari sebelumnya) diurutkan dan dihitung nilai tengahnya ($q_{0.5}$) dan nilai tengah ini berlaku untuk setiap grid di wilayah kajian. Formulasi nilai tengah dapat dirumuskan sebagai berikut:

Jika jumlah data (n) ganjil:

$$Median = q_{0.5} = \text{Nilai data ke-} \left(\frac{n}{2}\right) \quad (47)$$

Jika jumlah data (n) genap:

$$Median = q_{0.5} = \frac{\text{Nilai data ke-} \left(\frac{n}{2}\right) + \text{Nilai data ke-} \left(\frac{n}{2}+1\right)}{2} \quad (48)$$



Gambar 2.7 Ilustrasi nilai ambang batas banjir ($q_{0.5} = 20.79$) berdasarkan PDF hujan penyebab banjir pada suatu grid pada periode 1985-2014

Gambar 2.7 di atas menunjukkan ilustrasi nilai ambang batas pada grafik PDF (*probability density function*) dari data curah hujan penyebab banjir di suatu lokasi (grid) berdasarkan distribusi GEV (*generalized extreme value*). Tahap ke-4, nilai $q_{0.5}$ dari series data hujan penyebab banjir pada masing-masing grid akan dijadikan sebagai ambang batas banjir pada periode historis (1985-2014) dan periode proyeksi (2021-2080).

Perhitungan Peluang Kejadian Banjir Melebihi Ambang Batas. Dalam kajian ini, perhitungan nilai bahaya (*hazard*) didasarkan pada nilai peluang curah hujan harian yang melampaui nilai ambang batas banjir $q_{0.5}$ yang sudah ditentukan sebelumnya. Data curah hujan harian diasumsikan memiliki jenis distribusi Gamma. Menurut Progenio & Blanco (2020, p. 1-27), distribusi Gamma merupakan salah satu jenis distribusi yang banyak digunakan dalam simulasi data hidrologi dalam kaitannya dengan analisis frekuensi kejadian (*frequency of occurrence*). Fungsi kepadatan peluang (PDF) dari distribusi Gamma $f(x)$ dapat dinyatakan dalam persamaan berikut:

$$f(x) = \frac{(x/\beta)^{\alpha-1} \exp(-x/\beta)}{\beta \Gamma(\alpha)}, \quad x, \alpha, \beta > 0 \quad (49)$$

di mana x adalah peubah acak (dalam hal ini adalah curah hujan harian), α dan β berturut-turut adalah parameter bentuk dan skala sedangkan $\Gamma(\alpha)$ merupakan fungsi Gamma dan fungsi ini dapat diselesaikan dengan fungsi faktorial, yaitu: $\Gamma(\alpha) = (\alpha - 1)!$ (Wilks, 2007, p. 96).

Jika fungsi distribusi kumulatif (*cumulative distribution function*) atau CDF dari variable curah hujan X diberikan oleh nilai integral dari PDF hingga pada batas tertentu x , maka CDF menunjukkan nilai peluang curah hujan yang tidak akan melebihi batas x . Ini berarti nilai peluang curah hujan yang melampaui batas x (*probability of exceedances*) dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut (Murata *et al.*, 2020, p. 3000):

$$P(X \geq x) = 1 - CDF \quad (50)$$

Seperti telah diungkapkan di awal bahwa nilai peluang curah hujan yang melampaui batas x pada grid tertentu adalah setara dengan peluang kejadian banjir yang melebihi ambang batas pada grid tersebut.

Penentuan Frekuensi Kejadian Kekeringan Tahunan (*Yearly Drought Frequency*) dinilai berdasarkan simpangan (deviasi) tinggi curah hujan terhadap rata-ratanya. Penilaian kekeringan dimulai dengan melakukan konversi data curah hujan harian menjadi curah bulanan, sehingga didapatkan akumulasi curah hujan bulanan di setiap tahunnya dengan satuan (mm/bulan). Selanjutnya, setiap curah hujan bulanan digunakan untuk membangun fungsi distributif kumulatif (*Cumulative Distribution Function* / CDF). CDF yang dihasilkan berfungsi untuk mengubah distribusi curah hujan bulanan menjadi distribusi gamma sesuai dengan Persamaan 49 dengan parameter bentuk dan skala berdasarkan pendekatan *Maximum Likelihood Estimation* (MLE). Terakhir, setiap curah hujan bulanan yang telah disesuaikan ke dalam distribusi Gamma

dinormalisasi berdasarkan persamaan normalisasi *z-score* sesuai dengan Persamaan 1, sehingga nilai *Standardized Precipitation Index* (SPI) didapatkan. Identifikasi satu kejadian kekeringan dilakukan dengan meninjau bulan dengan nilai indeks SPI dibawah atau sama dengan -1 secara berturut-turut selama kurun waktu 3 bulan (Mianabadi et al., 2022). Frekuensi kejadian kekeringan dirata-ratakan berdasarkan rentang waktu kajian (historis dan proyeksi).

2.4.3 Indeks Risiko Iklim

Risiko merupakan kombinasi dari peluang terjadinya kejadian yang tidak diinginkan dan konsekuensi dari kejadian itu (Jones & Boer, 2004, p. 93). Semakin besar peluang terjadinya suatu kejadian yang tidak diinginkan (banjir, longsor, dan kekeringan) dan semakin besar konsekuensi atau potensi dampak yang ditimbulkan oleh kejadian tersebut (banjir, longsor, dan kekeringan) maka semakin tinggi tingkat risikonya terhadap kejadian tersebut.

Berdasarkan batasan risiko yang dikemukakan oleh Jones & Boer (2004), desa yang memiliki potensi dampak terhadap bahaya iklim pada kategori Sangat Sangat Rendah hingga Sangat Rendah (SSR-SR) tetapi peluang terjadinya pada kategori rendah, yaitu kurang dari 10% ($P < 0.10$) maka tingkat risikonya masuk dalam kategori Risiko Sangat Sangat Rendah. Sementara itu, desa dengan potensi dampak bahaya iklim pada kategori Sangat Tinggi hingga Sangat Sangat Tinggi (ST-SST) dan peluang terjadinya adalah tinggi, yaitu lebih dari 90% ($P > 0.90$) maka tingkat risiko iklim dari desa tersebut masuk dalam kategori Risiko Sangat Sangat Tinggi. Selanjutnya, hubungan antara indeks potensi dampak dan peluang terjadinya bahaya iklim untuk kategori yang lain dapat dibaca pada Tabel 2.19

Tabel 2.19 Tingkat (indeks) risiko iklim berdasarkan kombinasi silang antara peluang kejadian bahaya iklim dan indeks potensi dampak

Matriks Penilaian Tingkat Risiko Iklim			Peluang Kejadian Bahaya Iklim				
			< 0.10	0.10 - 0.33	0.33 - 0.66	0.66 - 0.90	> 0.90
			(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Indeks Potensi Dampak	SSR-SR	(1)	2	3	4	5	6
	R-AR	(2)	3	4	5	6	7
	S	(3)	4	5	6	7	8
	AT-T	(4)	5	6	7	8	9
	ST-SST	(5)	6	7	8	9	10

Keterangan:

2 Risiko Sangat Sangat Rendah (SSR) **7** Risiko Agak Tinggi (AT)

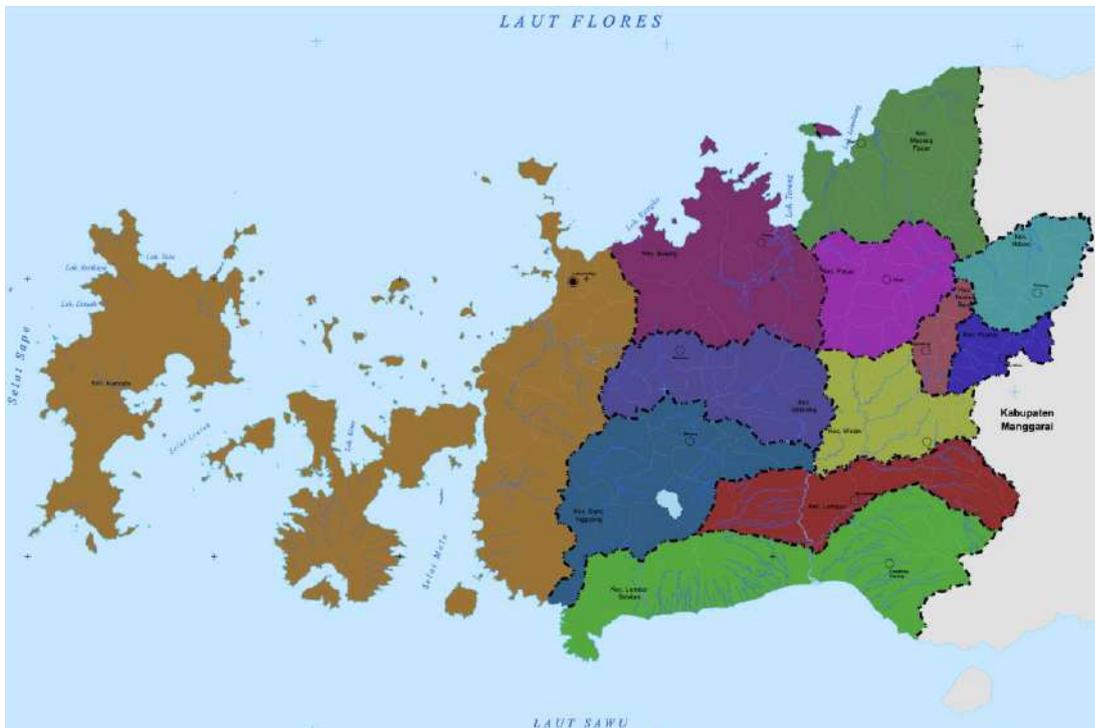
3	Risiko Sangat Rendah (SR)
4	Risiko Rendah (R)
5	Risiko Agak Rendah (AR)
6	Risiko Sedang (S)

8	Risiko Tinggi (T)
9	Risiko Sangat Tinggi (ST)
10	Risiko Sangat Sangat Tinggi (SST)

3 Kondisi Umum

3.1 Administrasi Wilayah

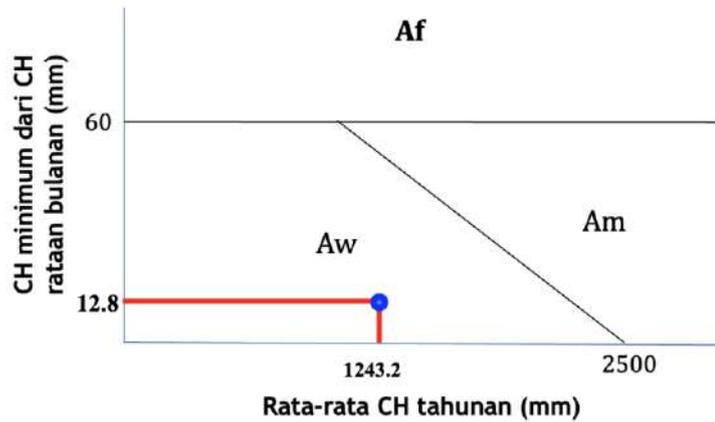
Kabupaten Manggarai Barat merupakan kabupaten yang terletak di ujung barat dari Provinsi Nusa Tenggara Timur. Berdasarkan Perda No. 11 tahun 2021 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Kabupaten Manggarai Barat, batas utara adalah Laut Flores, batas timur adalah Kabupaten Manggarai, batas selatan adalah Laut Sawu sedangkan batas barat adalah Selat Sape (Bappeda Manggarai Barat, 2021). Berdasarkan perda tersebut Kabupaten Manggarai Barat terdiri dari 12 kecamatan (lihat Gambar 3.1) dan secara keseluruhan meliputi 169 desa. Labuan Bajo sebagai ibu kota kabupaten terletak di Desa Labuan Bajo, Kecamatan Komodo.



Gambar 3.1 Administrasi Kabupaten Manggarai Barat

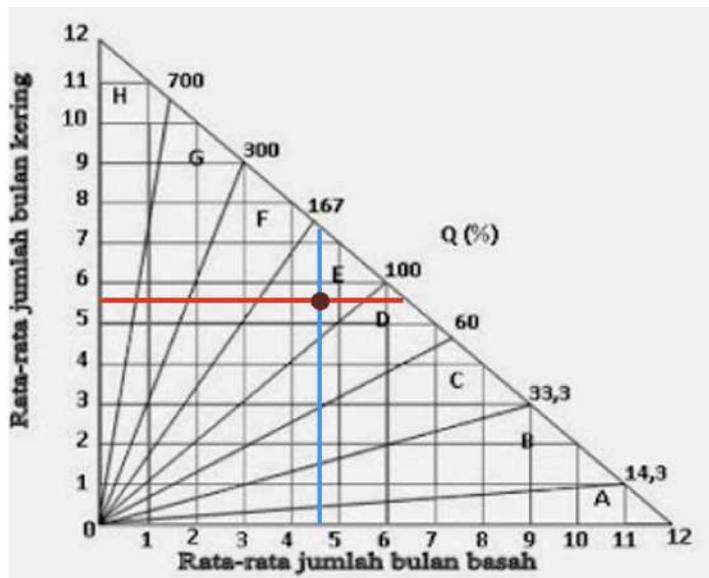
3.2 Iklim

Kabupaten Manggarai Barat menurut klasifikasi iklim Köppen masuk dalam kategori iklim hujan tropis dengan tipe iklim Aw dan sebagian kecil terutama untuk wilayah yang bertopografi pegunungan bertipe iklim Cw. Berdasarkan Gambar 3.2, ciri wilayah dengan tipe iklim Aw adalah memiliki suhu atau temperatur minimum 26.5°C, curah hujan minimum 12.8 mm dan curah hujan tahunan cukup tinggi sekitar 1243.2 mm.



Gambar 3.2 Tipe iklim Aw berdasarkan klasifikasi Köppen

Sementara itu, berdasarkan klasifikasi Schmidt-Ferguson, Kabupaten Manggarai Barat masuk dalam tipe iklim E dengan ciri memiliki banyak bulan kering (BK) sekitar 5.6 bulan dan bulan basah (BB) sekitar 4.7 bulan. Karakteristik tipe E adalah daerah agak kering dengan vegetasi hutan sabana. Berdasarkan unsur iklim yang lain, wilayah ini menerima arus angin yang berasal dari Australia sekitar bulan Juni sampai September dengan sedikit kandungan uap air, sehingga terjadi musim kemarau. Sebaliknya, pada bulan Desember hingga Maret, arus angin berasal dari Asia dan Samudera Pasifik, dan ini menyebabkan Kabupaten Manggarai Barat mengalami musim hujan.



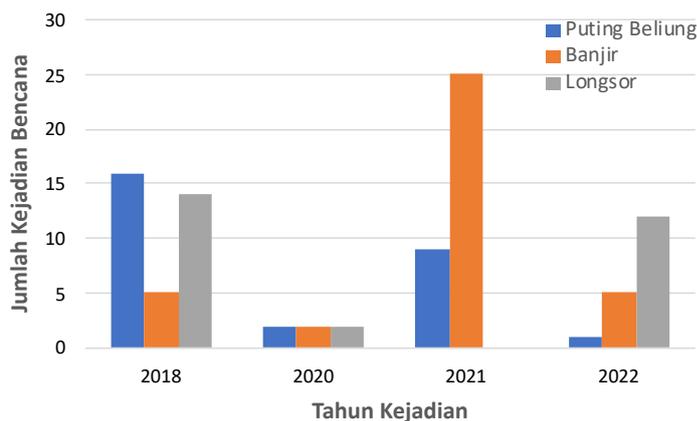
Gambar 3.3 Tipe iklim E berdasarkan klasifikasi Schmidth & Ferguson

Secara global, IPCC-AR5 (*Intergovernmental Panel on Climate Change - Fifth Assessment Report*) melaporkan bahwa **perubahan iklim sudah terjadi** di bumi ini dan bukti dari hal tersebut adalah adanya tren peningkatan suhu, anomali curah hujan, dan peningkatan kejadian iklim ekstrim serta kenaikan muka laut (IPCC AR5, 2014a, p. 2-6). Secara lokal/regional, hasil analisis data iklim historis juga menunjukkan bahwa Kabupaten Manggarai Barat telah terdampak oleh variabilitas dan perubahan iklim (dalam hal ini anomali curah hujan). Pada wilayah ini, variabilitas dan anomali curah hujan

dipengaruhi oleh fenomena ENSO dan ini terdiri dari tiga fase utama, yaitu: El Niño, La Niña, dan kondisi netral. El Niño menyebabkan curah hujan lebih rendah dari kondisi normal sehingga memicu terjadinya kekeringan sedangkan pada saat La Niña terjadi sebaliknya sehingga ini menyebabkan terjadinya banjir yang diiringi oleh kejadian tanah longsor. Selanjutnya, berdasarkan proyeksi iklim masa depan dan ini memanfaatkan multi model ensemble, ancaman perubahan iklim diproyeksikan akan terus berlanjut dan mengalami peningkatan terutama terkait dengan kejadian curah hujan ekstrim, baik ekstrim kering maupun ekstrim basah dan keduanya kemungkinan besar akan mendorong terjadinya peningkatan bencana hidrometeorologi di Kabupaten Manggarai Barat.

3.3 Kebencanaan

Berdasarkan data yang berhasil dihimpun oleh BPBD Kabupaten Manggarai Barat, selama empat tahun terakhir ada tiga kejadian bencana alam yang sering terjadi di wilayah ini. Seperti ditunjukkan pada Gambar 3.4, ketiga jenis bencana alam yang sering terjadi adalah puting beliung, banjir, dan tanah longsor. Bencana alam yang setiap tahun terjadi ada dua yaitu: puting beliung dan banjir.

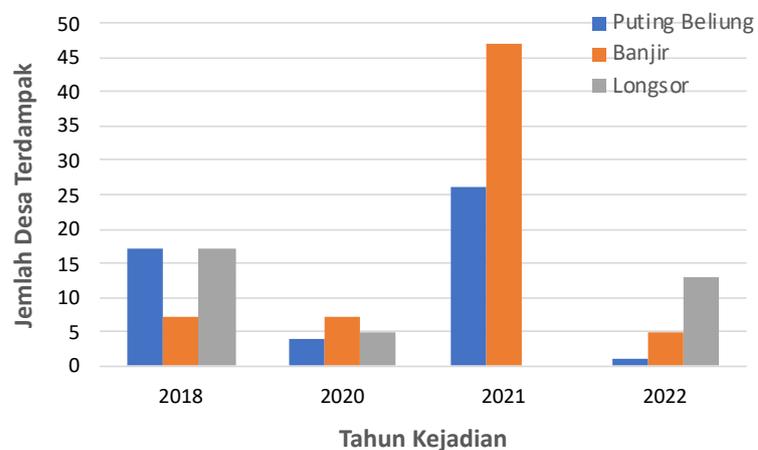


Gambar 3.4 Kejadian bencana alam yang sering terjadi di Kabupaten Manggarai Barat

Jenis bencana banjir yang mendominasi di wilayah ini bersumberkan intensitas hujan yang tinggi dan banjir akibat meluapnya sungai. Pada tahun 2018, Sungai Wae Mese meluap dan menggenangi desa-desa yang ada di sekitar daerah aliran sungai tersebut. Pada tahun 2021, Kabupaten Manggarai Barat terdampak oleh intensitas hujan tinggi dan puting beliung sebagai akibat munculnya Badai Seroja. Akibat bencana alam yang sering menerpa wilayah ini maka beberapa desa menjadi rentan terhadap paparan bencana alam, baik puting beliung, banjir, ataupun tanah longsor.

Gambar 3.5 menunjukkan banyaknya desa yang terpapar oleh bencana puting beliung, banjir, dan longsor selama empat tahun terakhir. Jenis bencana yang memberi dampak besar pada desa (terutama jumlah desa yang terpapar) adalah banjir - baik yang disebabkan oleh banjir sungai ataupun intensitas hujan tinggi. Sementara itu, jenis bencana yang memberi dampak besar kedua adalah puting beliung dan longsor. Pada tahun 2021 pada saat terjadi Badai Seroja, jumlah desa yang terpapar sebanyak 47 desa

(akibat banjir air laut ataupun sungai) dan 26 desa (akibat puting beliung). Berdasarkan beragamnya jenis bencana dan banyaknya desa yang terpapar bencana maka kajian kerentanan desa dan risiko iklim untuk Kabupaten Manggarai Barat menjadi perlu untuk dilakukan.

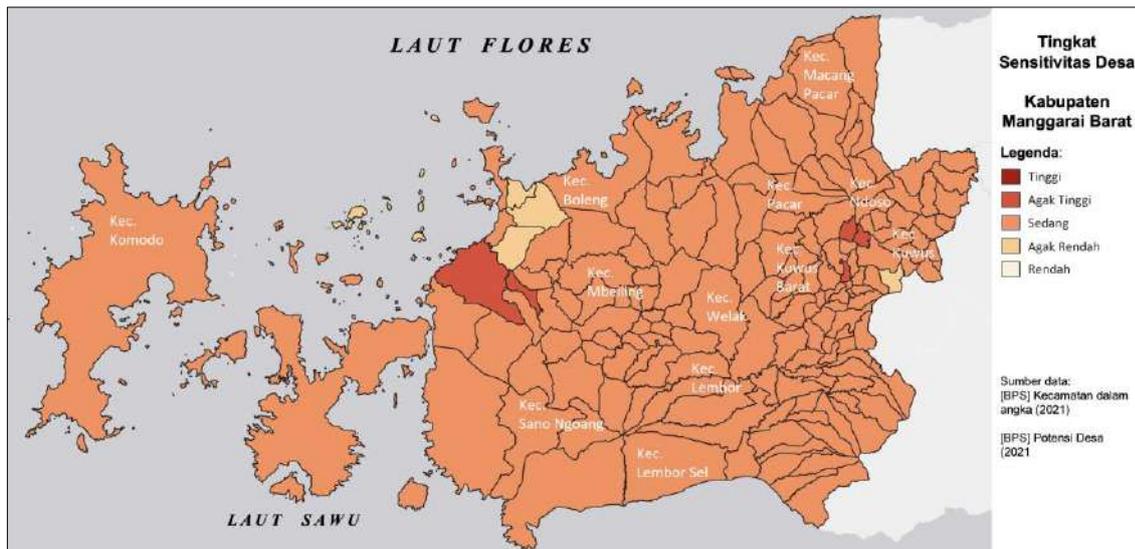


Gambar 3.5 Jumlah desa terdampak bencana alam yang sering terjadi di Kabupaten Manggarai Barat

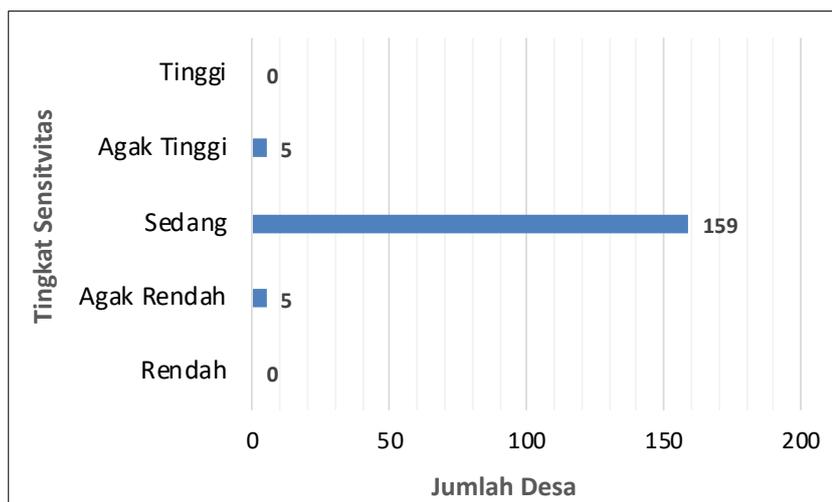
4 Tingkat Kerentanan Desa

4.1 Tingkat Sensitivitas dan Kapasitas Adaptasi Desa

Seperti telah diungkapkan di awal bahwa tingkat sensitivitas desa merujuk pada kondisi internal desa atau tingkat kepekaan desa terhadap gangguan terkait bahaya iklim seperti banjir, kekeringan, tanah longsor ataupun angin puting beliung. Tinggi-rendahnya tingkat sensitivitas desa di Kabupaten Manggarai Barat dianalisis dari delapan indikator dan hasil analisisnya dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Tingkat sensitivitas desa di Kabupaten Manggarai Barat



Gambar 4.2 Jumlah desa menurut tingkat sensitivitas

Gambar 4.1 menunjukkan distribusi secara spasial tingkat sensitivitas desa di Kabupaten Manggarai Barat. Tingkat Sensitivitas Sedang berjumlah sekitar 94%, tingkat Sensitivitas Agak Tinggi ada sekitar 3% sedangkan yang Agak Rendah juga sekitar 3% (lihat Gambar

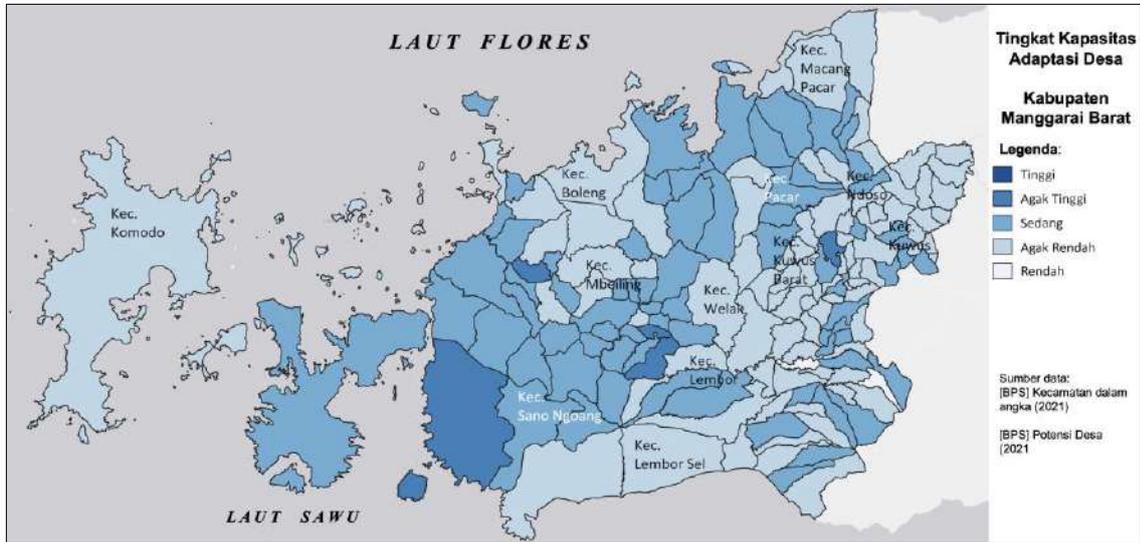
4.2). Desa-desanya yang masuk dalam kategori Sensitivitas Agak Tinggi adalah Desa Sompang Kolang, Golo Riwu, Compang Kules, Macang Tanggar, dan Pantar. Secara administrasi, tiga desa pertama berada di Kecamatan Kuwus Barat sedangkan dua desa selanjutnya berada di Kecamatan Komodo.

Jumlah indikator sensitivitas yang menyebabkan desa Sompang Kolang, Golo Riwu, dan Compang Kules masuk dalam kategori Tingkat Sensitivitas Agak Tinggi ada empat indikator yaitu, Kemiskinan (S_1), Sumber Mata Pencarian Utama (S_2), Sumber Air Minum (S_5), dan Permukiman Sensitif (S_6). Angka skor indikator kemiskinan untuk desa Sompang Kolang dan Golo Riwu adalah 1.0 (klas sangat tinggi) dengan ciri keluarga yang menerima Surat Keterangan Tidak Mampu (SKTM) di kedua desa tersebut adalah cukup banyak, yaitu sekitar 34% - 56% dari total keluarga yang tinggal di masing-masing desa tersebut. Semakin banyak keluarga yang menerima SKTM di suatu desa maka desa tersebut tingkat sensitivitasnya tinggi. Selanjutnya, angka indikator Sumber Mata Pencarian Utama di ketiga desa (Sompang Kolang, Golo Riwu, dan Compang Kules) adalah 1.0 (klas sangat tinggi) dan ini merepresentasikan sumber pencarian sebagai petani, pekebun di hutan, dan perikanan. Ketiga sumber pencarian tersebut sangat peka terhadap guncangan terkait bahaya iklim sehingga tingkat sensitivitas di ketiga desa tersebut adalah tinggi. Dua indikator selanjutnya yang menyebabkan Tingkat Sensitivitas Agak Tinggi adalah sumber air minum penduduk yang masih berasal dari sungai, kolam, danau, dan mata air serta banyaknya keluarga di satu desa yang tinggal dipermukiman kumuh (sekitar 50%). Artinya, dua indikator terakhir (yaitu: S_5 dan S_6) adalah penyebab tingginya tingkat sensitivitas di Desa Sompang Kolang, Golo Riwu, dan Compang Kules.

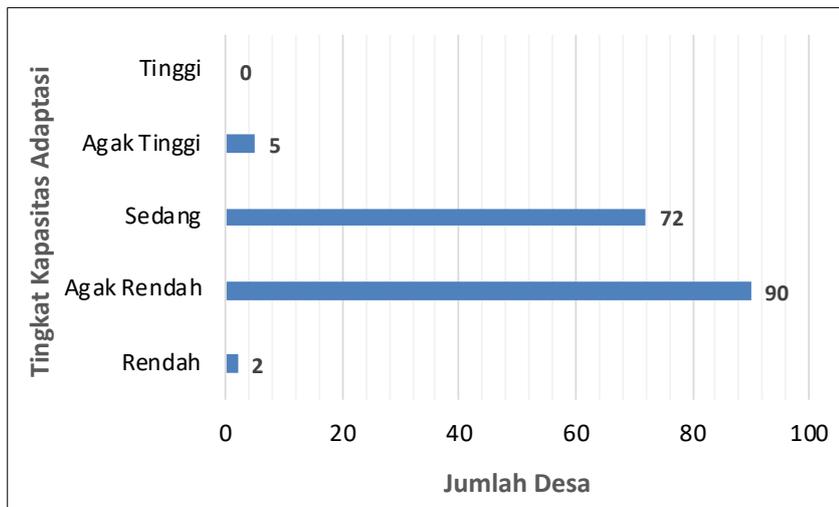
Selanjutnya, jumlah atau banyaknya desa di Kabupaten Manggarai Barat menurut tingkat kapasitas adaptasi dapat dilihat pada Gambar 4.3. Tingkat kapasitas adaptasi mengindikasikan kemampuan desa untuk melakukan penyesuaian terhadap perubahan iklim sehingga potensi dampak negatif dapat dikurangi sementara dampak positifnya ditingkatkan. Berdasarkan pengertian tersebut, kemampuan adaptasi desa-desa di Kabupaten Manggarai Barat sekitar 53% (90 desa) masuk dalam kategori Agak Rendah dan 43% (72 desa) berkategori Sedang sementara yang berkategori Agak Tinggi dan Rendah, secara berturut-turut hanya 3% (5 desa) dan 1% (2 desa), detail terkait hal ini dapat dilihat pada Gambar 4.4.

Dua desa yang masuk dalam Tingkat Kapasitas Adaptasi Rendah ada di Kecamatan Lembor, yaitu desa Golo Ndeweng dan Wae Mowol. Hasil analisis indikator kapasitas adaptasi di dua desa ini menunjukkan empat dari enam indikator masuk dalam klas sangat rendah. Empat indikator tersebut adalah Infrastruktur Sumber Daya Air (KA_2), Fasilitas Kredit dan Usaha Bersama (KA_3), Fasilitas Kesehatan (KA_4), dan Kegiatan Pelestarian Lingkungan (KA_5). Infrastruktur SDA seperti embung, waduk, maupun saluran irigasi di Desa Golo Ndeweng dan Wae Mowol adalah sangat sedikit atau tidak ada; artinya, kedua desa ini tidak akan mampu menghadapi dampak negatif dari perubahan iklim seperti banjir ataupun kekeringan. Fasilitas kredit dan usaha bersama sebagai penggerak ekonomi desa di kedua desa ini juga sangat sedikit atau tidak ada sehingga kemampuan desa ini sangat terbatas ketika terpapar oleh bahaya iklim (banjir,

kekeringan, tanah longsor, maupun puting beliung). Selain itu, di kedua desa ini kegiatan terkait pelestarian lingkungan, seperti penanaman pepohonan di lahan kritis dan pengelolaan/daur ulang sampah juga sangat sedikit atau bahkan tidak ada. Akibatnya, kemampuan di kedua desa tersebut akan rendah karena tidak mampu mengatasi konsekuensi negatif dari perubahan iklim.



Gambar 4.3 Tingkat kapasitas adaptasi desa di Kabupaten Manggarai Barat



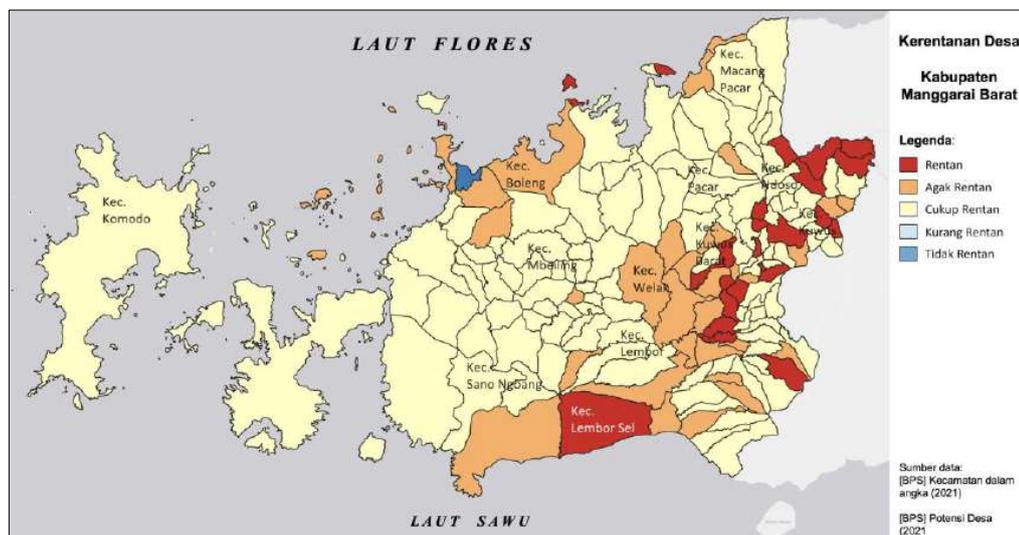
Gambar 4.4 Jumlah desa menurut tingkat kapasitas adaptasi

Selain dua desa yang memiliki kemampuan adaptasi rendah, ada lima desa yang memiliki kemampuan adaptasi agak tinggi, yaitu desa Golo Mori, Compang Longgo, Nampar Macing, Poco Golo Kempo, dan Tueng. Dua desa pertama terletak di Kecamatan Komodo, dua desa selanjutnya terletak di Kecamatan Sano Nggoang, dan satu desa terakhir terletak di Kecamatan Kuwus Barat. Empat dari lima indikator kapasitas adaptasi di kelima desa tersebut berkisar dari Sedang hingga Sangat Tinggi. Artinya, kelima desa tersebut akan mampu mengatasi gangguan dari perubahan iklim dengan syarat tingkat sensitivitas desanya adalah rendah.

4.2 Tingkat Kerentanan Desa

Tingkat sensitivitas dan kapasitas adaptasi secara bersama-sama akan membentuk tingkat kerentanan desa (Gambar 4.5 panel atas). **Semakin rendah tingkat sensitivitas** desa sedangkan **kemampuan adaptasinya semakin tinggi** maka desa tersebut akan masuk dalam kategori **desa tidak rentan** karena desa itu mampu mengatasi atau menanggulangi dampak negatif dari perubahan iklim, termasuk keragaman iklim dan iklim ekstrim.

Seperti ditunjukkan pada Gambar 4.5, desa-desa di wilayah administrasi Kabupaten Manggarai Barat memiliki tingkat kerentanan dari Rentan hingga Tidak Rentan. Desa-desa yang rentan, antara lain Desa Ponto Ara dan Golo Ndeweng di Kecamatan Lembor serta Desa Sompang Kolang, Wajur, dan Golo Riwu di Kecamatan Ndosu. Berdasarkan komponen pembentuk kerentanannya, indeks kapasitas adaptasi desa-desa tersebut masuk dalam kategori Agak Rendah walaupun tingkat sensitivitasnya Sedang atau Agak Tinggi. Artinya, desa dengan tingkat kapasitas adaptasi Agak Rendah akan menurunkan kemampuan desa-desa itu untuk beradaptasi terhadap guncangan iklim ekstrim. Kondisi tersebut diperparah oleh kondisi internal atau sensitivitas desa yang berkisar dari Sedang hingga Agak Tinggi yang berarti desa-desa tersebut peka terhadap stimuli atau rangsangan terkait iklim ekstrim. Berdasarkan kombinasi tingkat kapasitas adaptasi yang belum baik dan tingkat sensitivitas yang tinggi maka desa-desa tersebut masuk dalam kategori Rentan.

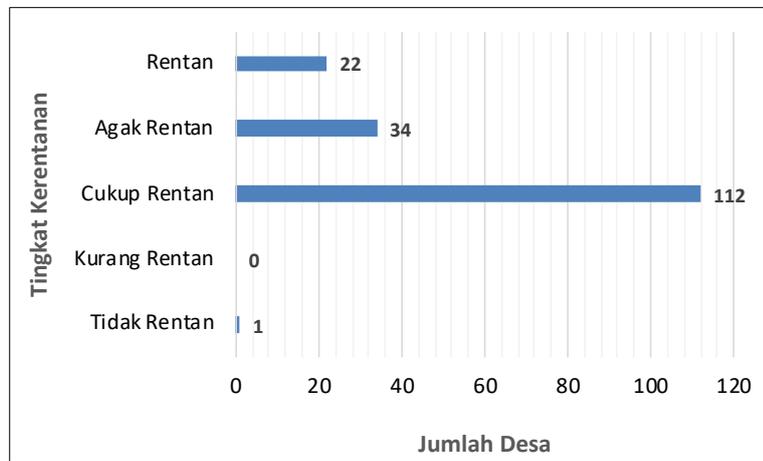


Gambar 4.5 Tingkat kerentanan desa, morfologi wilayah dan jenis penggunaan lahan di Kabupaten Manggarai Barat

Deskripsi singkat selanjutnya adalah tingkat kerentanan di Desa Repi dan desa Warloka. Desa Repi terletak di pesisir selatan Kecamatan Lembor Selatan sedangkan Desa Warloka terletak di pesisir barat Kecamatan Komodo. Tingkat kerentanan kedua desa adalah Cukup Rentan meskipun posisinya berjauhan. Berdasarkan hasil analisis sensitivitas desa, kedua desa masuk dalam kategori kepekaan (sensitivitas) Sedang tetapi tingkat kapasitas adaptasinya berbeda. Tingkat kapasitas adaptasi desa Repi adalah Agak

Rendah sedangkan tingkat kapasitas adaptasi desa Warloka adalah Sedang. Namun, secara keseluruhan keduanya masuk dalam kategori tingkat kerentanan Cukup Rentan. Secara lebih detil, desa Repi lebih beresiko terkena bahaya iklim seperti banjir (akibat intensitas hujan tinggi), kekeringan, ataupun longsor daripada desa Warloka. Alasannya, tingkat kapasitas adaptasi atau kemampuan desa Repi untuk beradaptasi terhadap bahaya iklim adalah lebih rendah daripada desa Warloka.

Selanjutnya, hasil analisis indikator penyusun tingkat sensitivitas dan kapasitas adaptasi untuk seluruh desa di Kabupaten Manggarai Barat menunjukkan ada 22 (13%) dan 34 (20%) desa masuk dalam kategori Rentan dan Agak Rentan sedangkan sisanya 113 (67%) desa masuk dalam kategori Cukup Rentan hingga Tidak Rentan (distribusi letak desa dapat dilihat pada Gambar 4.5). Desa-desa yang rentan di Kabupaten Manggarai Barat terdistribusi di delapan kecamatan dan yang paling banyak terdapat di Kecamatan Welak dan Ndosu, yaitu masing-masing lima desa (lihat Gambar 4.6).



Gambar 4.6 Jumlah desa menurut tingkat kerentanan

4.3 Faktor Pendorong Tingkat Kerentanan Desa

Tinggi-rendahnya tingkat kerentanan desa ditentukan oleh tingkat sensitivitas dan kapasitas adaptasi di desa itu. Sementara itu, tinggi-rendahnya tingkat sensitivitas dan kapasitas adaptasi desa dipengaruhi oleh indikator penyusunnya. **Tiap indikator dapat berfungsi sebagai faktor pendorong** untuk menentukan tinggi atau rendahnya tingkat sensitivitas dan kapasitas adaptasi yang pada tahap selanjutnya akan memengaruhi tinggi atau rendahnya tingkat kerentanan.

4.3.1 Indikator Kerentanan yang Berkontribusi Besar pada Kerentanan Desa

Tabel 4.1 menunjukkan kondisi rata-rata dari indikator penyusun tingkat sensitivitas dan kapasitas adaptasi desa menurut kategori kerentanan. Faktor pendorong tingkat kerentanan untuk **kategori Rentan** ada 9 indikator, yaitu indikator S_1 , S_2 , S_4 , S_5 , KA_2 , KA_3 , KA_4 , KA_5 , dan KA_6 (lihat Tabel 4.1, baris ke-1). Empat indikator pertama akan memengaruhi atau meningkatkan tingkat sensitivitas desa sedangkan lima indikator kedua akan menurunkan tingkat kapasitas adaptasi desa. Kombinasi kedua kelompok indikator yang saling berkebalikan akan mendorong naiknya tingkat kerentanan desa.

Selanjutnya, deskripsi rinci untuk masing-masing indikator yang mendorong naiknya tingkat kerentanan dapat dicermati pada paragraf berikut.

Faktor pendorong pertama adalah indikator Kemiskinan (S_1) dengan angka skor rata-rata **0.75** (*tingkat Sensitivitas Agak Tinggi*) yang berarti jumlah keluarga miskin (ditandai dengan jumlah SKTM yang dikeluarkan desa) masih banyak di wilayah ini sehingga tingkat kepekaan atau sensitivitas desa ini akan meningkat ketika terkena gangguan terkait iklim. **Faktor pendorong berikutnya** adalah indikator Sumber Mata Pencarian Utama (S_2) dengan skor rata-rata **1.00** (*tingkat Sensitivitas Tinggi*). Berdasarkan data Podes 2021 Kabupaten Manggarai Barat, mata pencarian utama sebagian besar penduduk bekerja pada sektor pertanian, kehutanan, dan perikanan. Tiga sumber penghasilan utama tersebut peka terhadap gangguan iklim seperti intensitas hujan tinggi atau rendah yang mengakibatkan gagal panen karena banjir atau kekeringan. **Faktor pendorong ketiga** adalah indikator Penduduk Usia Sensitif (S_4). Indikator ini merepresentasikan angka ketergantungan antara penduduk usia belum produktif dan tidak produktif terhadap penduduk usia produktif yang mencapai angka skor rata-rata **0.62** (*tingkat Sensitivitas Agak Tinggi*). Artinya, beban tanggungan dari penduduk usia produktif masih terlalu besar sehingga desa dengan kondisi ini sensitif atau peka terhadap gangguan iklim. **Faktor pendorong keempat** adalah indikator Sumber Air Minum (S_5). Indikator ini merepresentasikan sebagian besar sumber air minum utama penduduk desa yaitu bersumber dari Air Sungai, Kolam, Danau, dan Mata Air (angka skor rata-rata **0.8**). Keempat sumber air minum tersebut sangat peka terhadap gangguan iklim seperti banjir ataupun kekeringan. Pada saat banjir maka air tidak dapat dikonsumsi karena terkontaminasi sampah ataupun limbah sedangkan saat kering maka kuantitas air dari sumber air minum tersebut akan turun sehingga tidak mencukupi kebutuhan penduduk di desa itu.

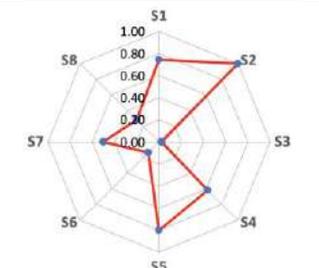
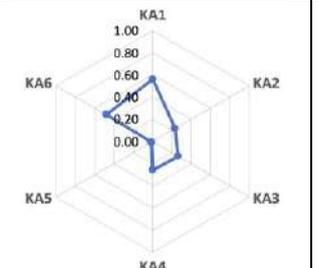
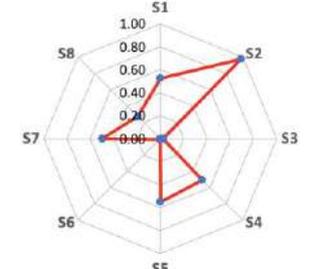
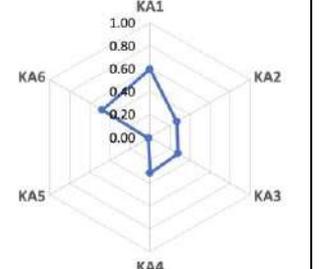
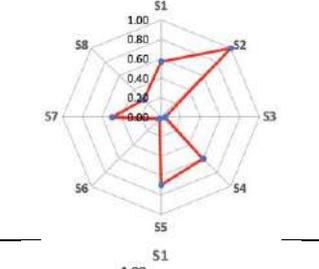
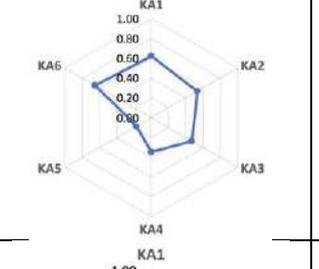
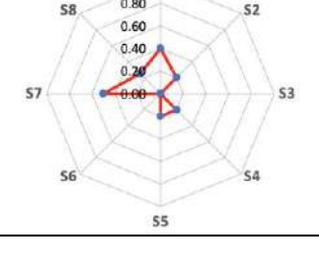
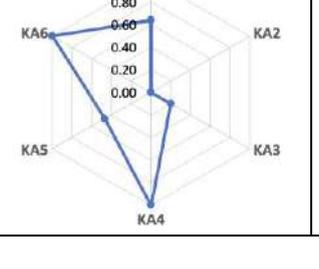
Faktor pendorong berikutnya adalah tingkat kapasitas adaptasi (lihat kembali Tabel 4.1, baris ke-1). **Faktor pendorong pertama** adalah Infrastruktur Sumber Daya Air (KA_2) dengan angka skor rata-rata **0.23** (*tingkat Kapasitas Adaptasi Agak Rendah*). Artinya, keberadaan infrastruktur SDA yang berupa embung, waduk, dan saluran irigasi adalah ada tetapi jumlahnya terbatas sehingga belum memenuhi kebutuhan di desa tersebut. Ini berakibat apabila ada gangguan terkait iklim maka tingkat kemampuan desa itu rendah (skor 0.23) atau desa itu tidak mampu menanggulangi dampak negatif yang muncul akibat ketiadaan atau terbatasnya infrastruktur SDA.

Faktor pendorong kedua adalah indikator Fasilitas Kredit dan Usaha Bersama (KA_3). Hasil analisis data Podes 2021 menunjukkan angka skor rata-rata untuk indikator KA_3 adalah **0.26** (*tingkat Kapasitas Adaptasi Agak Rendah*). Ini berarti keberadaan atau jumlah fasilitas kredit dan usaha bersama di desa ini masih sedikit atau terbatas sehingga kapasitas masyarakat di desa tersebut untuk melakukan kegiatan ekonomi menjadi terbatas. Akibat dari hal ini kapasitas adaptasi desa dalam menghadapi bahaya terkait iklim adalah turun atau rendah.

Faktor pendorong ketiga adalah indikator Fasilitas Kesehatan (KA_4) dengan angka skor rata-rata sekitar **0.26** (*tingkat Kapasitas Adaptasi Agak Rendah*). Ini menunjukkan masih

sedikit atau terbatasnya jumlah rumah sakit, poliklinik, tempat praktik tenaga medis (dokter, bidan), dan jumlah apotik atau toko obat. Terbatasnya fasilitas kesehatan tersebut menyebabkan terbatasnya akses penduduk ke perawatan setiap kali terjadi bahaya terkait iklim, akibat dari hal ini kapasitas adaptasi desa tersebut rendah.

Tabel 4.1 Kondisi rata-rata indikator penyusun tingkat sensitivitas dan kapasitas adaptasi menurut kategori tingkat kerentanan

Tingkat Kerentanan	Indeks Sensitivitas	Indeks Kapasitas Adaptasi	Keterangan
Rentan (angka rerata 22 desa)			Faktor pendorong IS: S ₁ , S ₂ , S ₄ , dan S ₅ Faktor pendorong IKA: KA ₂ , KA ₃ , K ₄ , KA ₅ , dan KA ₆
Agak Rentan (angka rerata 34 desa)			Faktor pendorong IS: S ₂ , S ₄ , dan S ₅ Faktor pendorong IKA: KA ₂ , KA ₃ , K ₄ , KA ₅ , dan KA ₆
Cukup Rentan (angka rerata 113 desa)			Faktor pendorong IS: S ₁ , S ₂ , S ₄ , S ₅ , dan S ₇ Faktor pendorong IKA: KA ₂ , KA ₃ , K ₄ , dan KA ₅
Tidak Rentan (1 desa)			Faktor pendorong IS: S ₇ Faktor pendorong IKA: KA ₂ , KA ₃ , dan KA ₅

Faktor pendorong keempat adalah indikator Kegiatan Pelestarian Lingkungan (KA₅) dengan angka skor rata-rata yang sangat rendah yaitu 0.01 (*tingkat Kapasitas Adaptasi Rendah*). Ini berarti kegiatan penduduk untuk melestarikan lingkungan adalah belum menjadi gerakan bersama karena hanya sebagian kecil warga yang terlibat pada penanaman pohon di lahan kritis termasuk pengelolaan atau daur ulang sampah (berdasar data Podes 2021). Rendahnya kepedulian penduduk desa dalam pelestarian

lingkungan akan menurunkan kemampuan desa untuk mengatasi konsekuensi negatif dari perubahan iklim.

Selanjutnya, **faktor pendorong kelima** adalah indikator Anggaran Desa (KA_6) dengan angka skor rata-rata **0.48** (*tingkat Kapasitas Adaptasi Sedang*). Artinya, kemampuan desa-desa yang masuk dalam kategori Rentan adalah hanya mampu membiayai kehidupan di desa itu sampai tingkatan sedang. Berdasarkan hal tersebut, penanggulangan bahaya iklim yang berdampak negatif adalah masih belum optimal atau tingkat kapasitas adaptasi desanya adalah sedang.

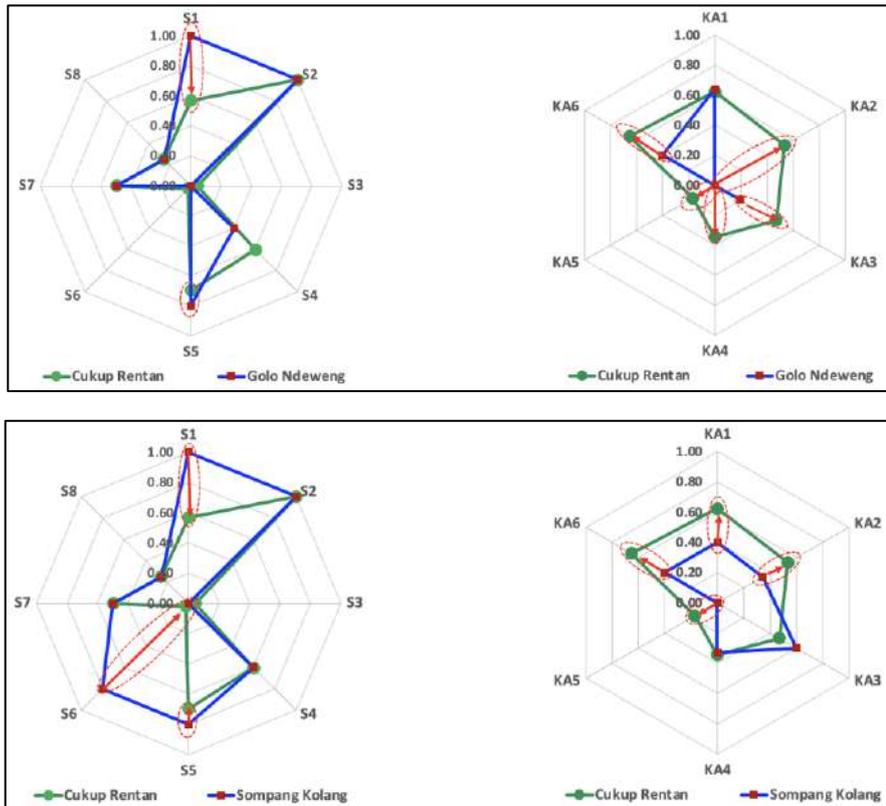
Selanjutnya, hubungan antara faktor pendorong Tingkat Sensitivitas (S_1 , S_2 , S_4 , dan S_5) yang berkisar dari Agak Tinggi hingga Tinggi dan kapasitas adaptasi (KA_2 , KA_3 , KA_4 , KA_5 , dan KA_6) yang berkisar dari Rendah hingga Sedang menyebabkan desa-desa di tingkatan ini masuk dalam tingkat kerentanan untuk kategori Rentan. Akhirnya, deskripsi secara rinci terkait faktor pendorong tingkat kerentanan untuk kategori Agak rentan dan Cukup Rentan dapat dilihat pada Tabel 4.1, baris ke-2 dan ke-3.

4.3.2 Skenario Penurunan Tingkat Kerentanan Desa

Pada dasarnya, tingkat kerentanan desa dapat diturunkan dari tingkatan tertentu ke tingkatan yang ada di bawahnya. Dalam kajian ini, upaya penurunan tingkat kerentanan desa diskenariokan turun dari kategori Rentan ke kategori Cukup Rentan. Tabel 4.2 khususnya **kolom pertama** menunjukkan hasil tumpang susun antara indeks sensitivitas untuk kategori Rentan (garis warna biru) dan kategori Cukup Rentan (garis warna hijau). Pada **kolom ke-2** menunjukkan hasil tumpang susun antara indeks kapasitas adaptasi untuk kategori Rentan (garis warna biru) dan kategori Cukup Rentan (garis warna hijau). Secara ringkas, kolom ke-3 menunjukkan beberapa indikator sensitivitas yang perlu diturunkan dan beberapa indikator kapasitas adaptasi yang perlu ditingkatkan hingga kategori Rentan turun ke kategori Cukup Rentan. Selanjutnya, untuk memudahkan pemahaman terkait upaya penurunan tingkat kerentanan desa maka pada paragraf berikut akan diuraikan secara ringkas perihal skenario penurunan tingkat kerentanan desa Golo Ndeweng dan Sompang Kolang.

Seperti ditunjukkan pada Gambar 4.7, desa Golo Ndeweng (panel atas) dan desa Sompang Kolang (panel bawah) merupakan desa-desa yang masuk dalam kategori Rentan (garis warna biru) sedangkan target penurunannya adalah kategori Cukup Rentan (garis warna hijau). Berdasarkan Gambar 4.7 (panel atas), indikator yang berkontribusi besar pada kerentanan desa Golo Ndeweng ada 7 indikator, yaitu S_1 , S_5 , KA_2 , KA_3 , KA_4 , KA_5 , dan KA_6 . Angka skor indikator Kemiskinan (S_1) dan Sumber Air Minum (S_5) secara berturut-turut perlu diturunkan dari 1.0 ke 0.57 (tingkat sensitivitas Tinggi turun ke Sedang) dan 0.8 ke 0.7 (tingkat sensitivitas Tinggi turun ke Agak Tinggi indikatornya turun). Selanjutnya, angka indikator Infrastruktur Sumber Daya Air (KA_2), Fasilitas Kredit dan Usaha Bersama (KA_3), Fasilitas Kesehatan (KA_4), Kegiatan Pelestarian Lingkungan (KA_5), dan Anggaran Desa (KA_6) secara berturut-turut perlu dinaikkan dari 0.0 ke 0.53, 0.19 ke 0.47, 0.0 ke 0.34, 0.0 ke 0.17, dan 0.40 ke 0.65. Jika upaya penurunan angka skor indikator sensitivitas dan peningkatan angka skor kapasitas adaptasi berhasil

dilakukan maka tingkat kerentanan desa Golo Ndeung akan turun dari tingkat Rentan ke Cukup Rentan.



Gambar 4.7 Identifikasi indikator S dan KA yang berkontribusi besar terhadap kerentanan desa Golo Ndeung dan Sompang Kolang. Tanda panah warna merah ke arah dalam dan ke arah luar dari pusat diagram jaring laba-laba secara berturut-turut menunjukkan jenis indikator S (panel bagian kiri) dan KA (panel bagian kanan) yang harus diperbaiki hingga tingkat kerentanan kedua desa itu turun dan terkelompokkan dalam kategori Cukup Rentan

Gambar 4.7 (panel bawah) menunjukkan indikator yang berkontribusi besar pada kerentanan desa Sompang Kolang dan ini ada 7 indikator, yaitu: S₁, S₅, S₆, KA₁, KA₂, KA₅, dan KA₆. Angka skor indikator Kemiskinan (S₁), Sumber Air Minum (S₅), dan Permukiman Sensitif (S₆) secara berturut-turut perlu diturunkan dari 1.0 ke 0.57 (tingkat sensitivitas Tinggi turun ke Sedang), 0.8 ke 0.7 (tingkat sensitivitas Tinggi turun ke Agak Tinggi), 0.8 ke 0.03. (tingkat sensitivitas Tinggi turun ke Rendah). Berikutnya, angka indikator Sumber Energi Rumah Tangga (KA₁), Infrastruktur Sumber Daya Air (KA₂), Kegiatan Pelestarian Lingkungan (KA₅), dan Anggaran Desa (KA₆) secara berturut-turut perlu dinaikkan dari 0.4 ke 0.62, 0.34 ke 0.53, 0.0 ke 0.17, dan 0.4 ke 0.65. Apabila upaya penurunan angka skor indikator sensitivitas dan peningkatan angka skor kapasitas adaptasi berhasil dilakukan maka tingkat kerentanan desa Sompang Kolang akan turun dari tingkat Rentan ke Cukup Rentan

Selanjutnya, seluruh hasil identifikasi indikator yang berkontribusi besar pada kerentanan desa Pontianak, Wewa, Benteng Dewa, Golo Poleng, Lawi dan Watubaru dapat dilihat pada Tabel 4.2 kolom ke-2. Sementara itu, jenis indikator sensitivitas yang

perlu diturunkan angka skornya dan jenis indikator kapasitas adaptasi yang perlu dinaikkan angka skornya terdapat pada Tabel 4.2 kolom ke-3.

Tabel 4.2 Identifikasi indikator penyusun tingkat sensitivitas dan kapasitas adaptasi yang berkontribusi besar terhadap desa dengan kategori rentan

Desa Kategori Rentan	Indeks Sensitivitas	Indeks Kapasitas Adaptasi	Keterangan
Pontianak			Keluarga yang tinggal di permukiman kumuh (S_6) masih mendominasi. Infrastruktur SDA (KA_2), dan pagu anggaran desa (KA_6), masih belum memadai
Golo Ndeweng			Keluarga miskin (S_1) masih mendominasi. Infrastruktur SDA (KA_2), dan pagu anggaran desa (KA_6), dan fasilitas kredit (KA_3) masih belum memadai atau tidak ada
Wewa			Keluarga miskin (S_1) masih mendominasi dan sumber air minum (S_5) dari air hujan atau sungai. Pagu anggaran (KA_6) terbatas, fasilitas kredit (KA_3) dan infrastruktur SDA (KA_2) terbatas
Benteng Dewa			Sumber air minum (S_5) dari air hujan atau sungai. Infrastruktur SDA (KA_2), fasilitas kredit (KA_3) dan pagu anggaran (KA_6) terbatas, dan kegiatan lingkung-

			an masih belum dilakukan secara terencana
--	--	--	---

Tabel 4.2. (lanjutan)

<p>Golo Poleng</p>			<p>Banyak keluarga miskin (S_1), sumber air minum dari hujan dan sungai (S_4) mendo-minasi. Pagu anggaran terbatas, infrastruktur SDA, fasilitas kredit, dan kegiatan lingkungan, listrik PLN belum/tidak ada</p>
<p>Lawi</p>			<p>Banyak keluarga miskin, sumber air minum dari sungai, penduduk usia tak produktif (S_4) mendominasi. Pagu anggaran terbatas, infrastruktur SDA, fasilitas kredit, dan kegiatan lingkungan, listrik PLN belum/tidak ada</p>
<p>Sompang Kolang</p>			<p>Banyak keluarga miskin, sumber air minum dari sungai. Listrik PLN dan infra-struktur SDA terbatas, tidak ada kegiatan lingkungan dan pagu anggaran desa sedikit</p>
<p>Watubaru</p>			<p>Tingginya cemaran air dan udara, dan sumber air minum dari air hujan dan sungai. Infrastruktur SDA dan pagu anggaran terbatas, serta kegiatan lingkungan yang tidak/ belum ada</p>

5 Potensi Dampak Terkait Ancaman Bahaya Iklim

5.1 Potensi Dampak terkait Ancaman Banjir, Kekeringan, dan Longsor

Keterpaparan setiap desa di Kabupaten Manggarai Barat menunjukkan tingkat yang berbeda-beda, bergantung terhadap faktor geofisiknya. Tingkat keterpaparan menunjukkan potensi terpaparnya suatu sistem yang diindikasikan oleh keberadaan orang, sarana mata pencarian, spesies atau ekosistem, fungsi lingkungan, layanan, sumberdaya, infrastruktur dan aset budaya (IPCC AR5, 2014a., p. 123). Semakin tinggi tingkat keterpaparan suatu daerah maka semakin tinggi potensi terpaparnya suatu daerah terhadap bahaya iklim. Tingkat keterpaparan setiap desa di Kabupaten Manggarai Barat dibentuk oleh indikator **Kependudukan (E₁)**, **Topografi (E₂)**, **Keberadaan Permukiman di Daerah Rawan (E₃)**, **Sarana Pendidikan (E₄)**, **Keberadaan Sarana dan Prasarana Ekonomi (E₅)**, serta **Jarak dari Sumber Bencana (E₆)**. Agregasi setiap indikator membentuk relasi positif terhadap peningkatan keterpaparan, kecuali indikator Topografi yang dibangun berdasarkan relasi antara kelerengan dan ketinggian tempat terhadap potensi bencana kekeringan, tanah longsor, dan banjir.

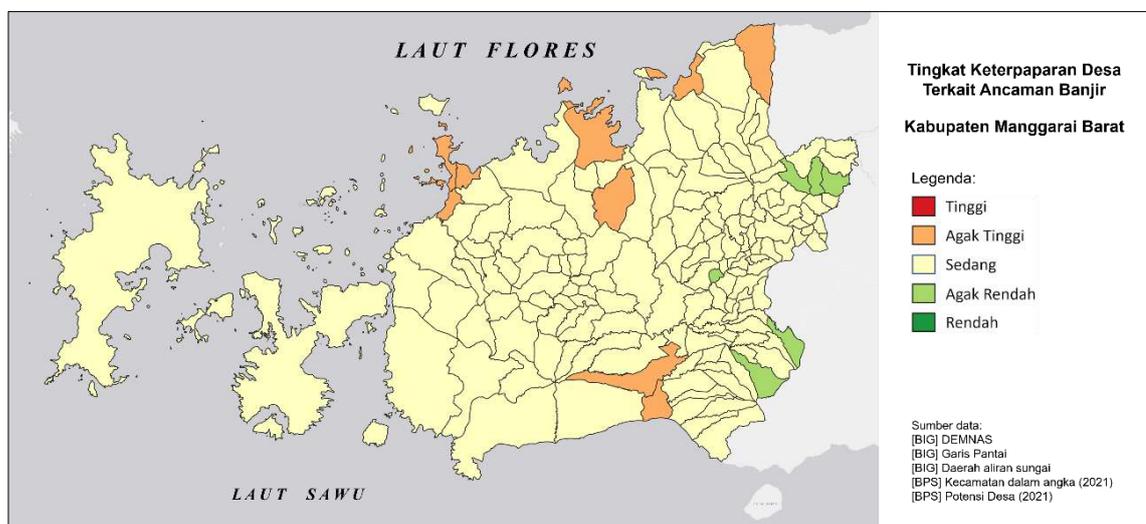
Tingkat keterpaparan suatu desa terhadap bencana kekeringan dan tanah longsor menunjukkan tingkat yang sama sedangkan untuk keterpaparan bencana banjir cenderung berkebalikan. Potensi suatu wilayah terpapar oleh bencana kekeringan dan tanah longsor diindikasikan oleh relasi sub-indikator kelerengan dan elevasi yang sama. **Semakin tinggi elevasi dan semakin miring suatu lereng maka tingkat keterpaparan desa tersebut terkait bencana kekeringan dan tanah longsor akan semakin tinggi.** Hal ini berkebalikan dengan tingkat keterpaparan desa terhadap bencana banjir yang menyatakan berkebalikan dalam hal penilaian relasi antara kelerengan dan elevasinya. Berdasarkan hal tersebut, analisis risiko ketiga bencana iklim yang terdapat pada sub-bab 5.2, 5.3, dan 5.4 menitikberatkan pada bagaimana variabel iklim sebagai indikator bahaya berperan memicu terjadinya bencana kekeringan dan tanah longsor serta banjir terhadap setiap komponen yang berpotensi keterpaparannya.

Tingkatan keterpaparan suatu wilayah terhadap bahaya iklim kering dan tanah longsor, serta banjir terdiri dari tingkatan Rendah, Agak Rendah, Sedang, Agak Tinggi dan Tinggi. Mayoritas desa-desa di Kabupaten Manggarai Barat masuk ke dalam tingkat keterpaparan Sedang dan hanya sebagian desa yang masuk dalam kategori Agak Tinggi (10 desa) dan Agak Rendah (13 desa). Desa Golo Pua, Golo Sepang, Kelurahan Golo Ru'u, Kelurahan Nantal, Kempo, Mbuit, Nggilat, Poco Golo Kempo, Rego, dan Wajur memiliki tingkat keterpaparan terhadap bencana kekeringan dan tanah longsor Agak Tinggi. Tingkat keterpaparan banjir menunjukkan kecenderungan yang sama, mayoritas desa di

Kabupaten Manggarai Barat memiliki tingkat keterpaparan Sedang dan hanya 7 desa yang masuk dalam kategori Agak Tinggi dan Agak Rendah

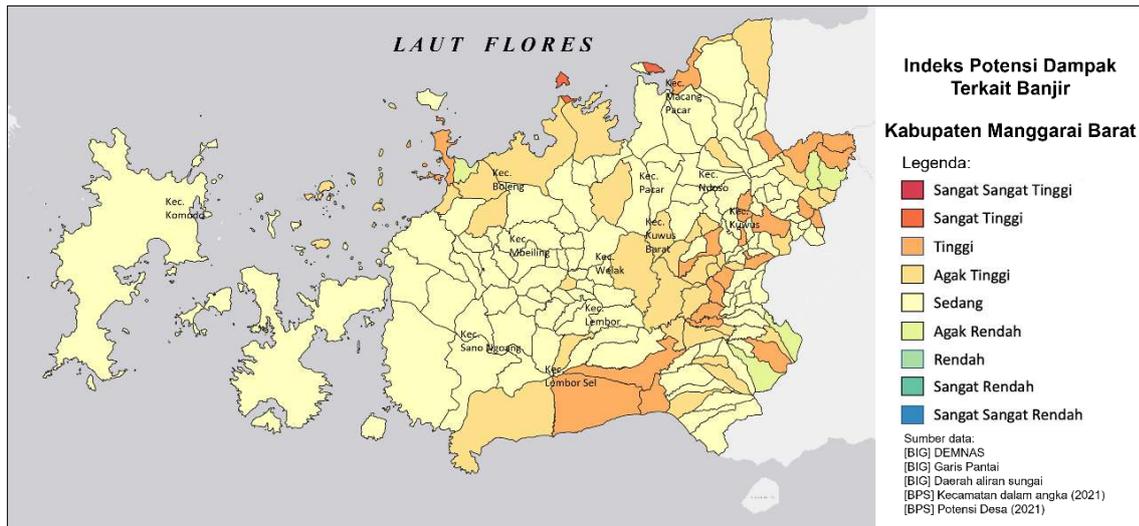
5.2 Analisis Potensi Dampak terkait Ancaman Banjir

Potensi dampak banjir menunjukkan tingkat yang bervariasi pada setiap desa di Kabupaten Manggarai Barat. Perbedaan tersebut disebabkan oleh hubungan berbanding lurus antara tingkat kerentanan dan keterpaparan. Semakin tinggi tingkat kerentanan dan keterpaparan suatu desa maka tingkat potensi dampak dari desa itu semakin tinggi. Berdasarkan Gambar 5.1, dapat dinyatakan bahwa kebanyakan desa di Kabupaten Manggarai Barat termasuk ke dalam kategori Keterpaparan Sedang, dan hanya 10 desa yang masuk dalam kategori Keterpaparan Agak Tinggi dan 6 desa termasuk ke dalam kategori Agak Rendah.



Gambar 5.1 Tingkat keterpaparan desa terkait ancaman atau potensi banjir

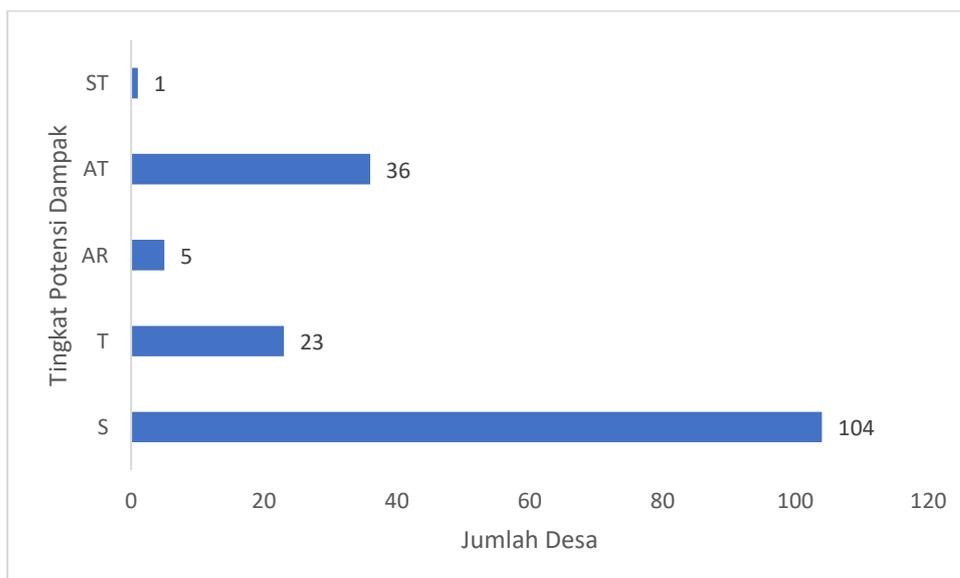
Faktor utama yang mendukung tingkat potensi dampak suatu desa dapat ditinjau melalui indikator yang digunakan untuk membangun kerentanan dan keterpaparan. Desa dengan tingkat potensi dampak banjir Tinggi cenderung memiliki tingkat keterpaparan Sedang atau tingkat kerentanan pada kategori Rentan. Desa yang berada di wilayah pesisir seperti Desa Golo Sepang (Kec. Boleng) dan desa Bari (Kec. Macang Pacar) memiliki tingkat potensi dampak Agak Tinggi hingga Tinggi (lihat Gambar 5.2).



Gambar 5.2 Indeks potensi dampak terkait banjir

Hal ini didukung dengan letak *centroid* Desa Bari yang memiliki nilai indeks jarak dari Sempadan Pantai dan Sungai yang tinggi. Desa Golo Sepang memiliki nilai indeks kepadatan penduduk dan keterkaitan antara kelereng rendah serta elevasi rendah yang mendukung kemungkinan terjadinya banjir. Tingkat kerentanan Agak Tinggi pada Desa Golo Sepang dan Bari meningkatkan potensi dampak buruk terpaparnya desa tersebut dari bahaya iklim.

Seperti telah diungkapkan di awal bahwa potensi dampak banjir untuk desa-desa di Kabupaten Manggarai Barat sebagian besar berada pada kategori Sedang (lihat Gambar 5.3), yaitu sebanyak 104 desa (62%). Sementara itu, desa-desa dengan kategori potensi dampak banjir Tinggi ada di 23 desa (14%). Posisi desa-desa yang memiliki potensi dampak banjir Tinggi sebagian besar ada di Manggarai Barat bagian timur hingga tenggara.

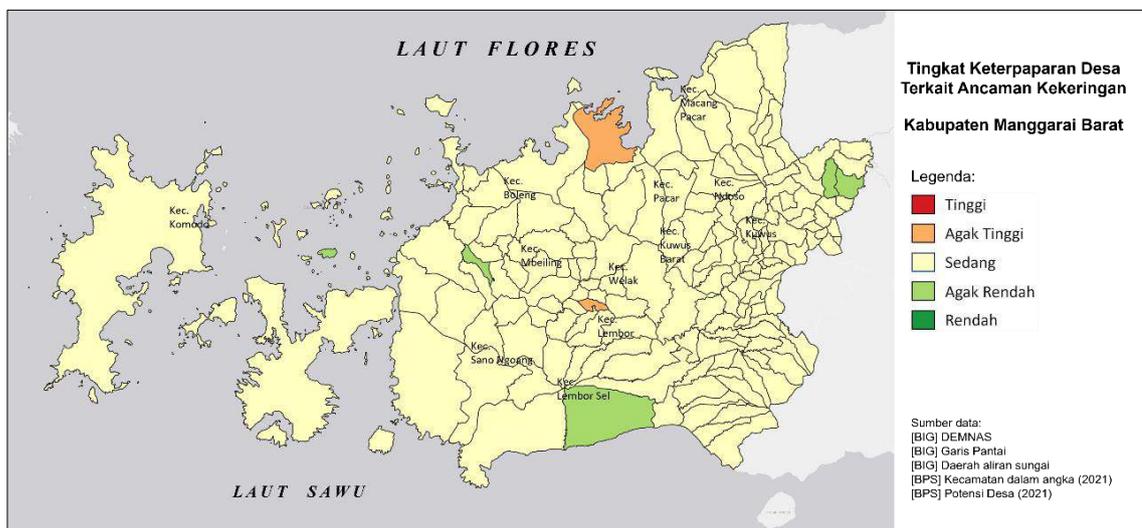


Gambar 5.3 Jumlah desa menurut tingkat potensi dampak terkait ancaman banjir

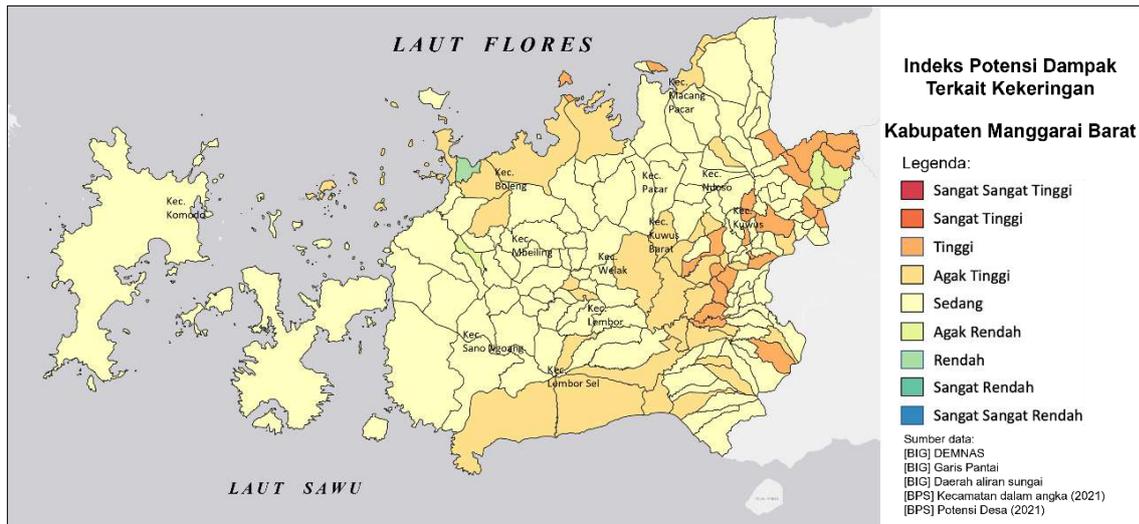
5.3 Analisis Potensi Dampak terkait Ancaman Kekeringan

Potensi dampak kekeringan juga menunjukkan tingkat yang bervariasi pada setiap desa di Kabupaten Manggarai Barat. Perbedaan tersebut disebabkan oleh hubungan berbanding lurus antara tingkat kerentanan dengan keterpaparan bencana kekeringan di setiap desa. Semakin tinggi tingkat kerentanan dan keterpaparan suatu desa terhadap kekeringan, maka semakin tinggi juga tingkat potensinya. Berdasarkan data yang tersedia, dapat disimpulkan bahwa kebanyakan desa di Kabupaten Manggarai Barat termasuk ke dalam kategori Sedang dan terdapat 36 desa Agak Tinggi dalam hal potensi dampak kekeringan, namun hanya sejumlah desa yang termasuk ke dalam kategori Tinggi dan Agak Rendah.

Faktor utama yang mendukung tingkat potensi dampak kekeringan suatu desa dapat ditinjau melalui indikator yang digunakan untuk membangun kerentanan dan keterpaparan. Desa yang berada di wilayah dengan elevasi sekitar 500 m seperti Kelurahan Golo Ru'u dan Desa Wajur yang memiliki elevasi sekitar 800 m memiliki tingkat indiketerpaparan Tinggi. Hal ini berkaitan dengan relasi antara kelerengan dan elevasi wilayah dengan tingkat kecenderungan kekeringan. Semakin terjal dan tinggi suatu wilayah maka kecenderungan wilayah tersebut untuk mengalami kekeringan juga meningkat. Kelerengan yang terjal berkaitan dengan semakin cepatnya *runoff* permukaan saat terjadinya hujan, hal tersebut dapat mengurangi retensi kelembaban tanah sehingga meningkatkan wilayah tersebut rawan terpapar kekeringan (Zhong et al., 2024). Tingkat kerentanan yang termasuk ke dalam kategori Rentan pada Kelurahan Golo Ru'u dan Desa Wajur juga meningkatkan potensi dampak yang mungkin akan dialami.



Gambar 5.4 Tingkat keterpaparan desa terkait ancaman atau potensi kekeringan

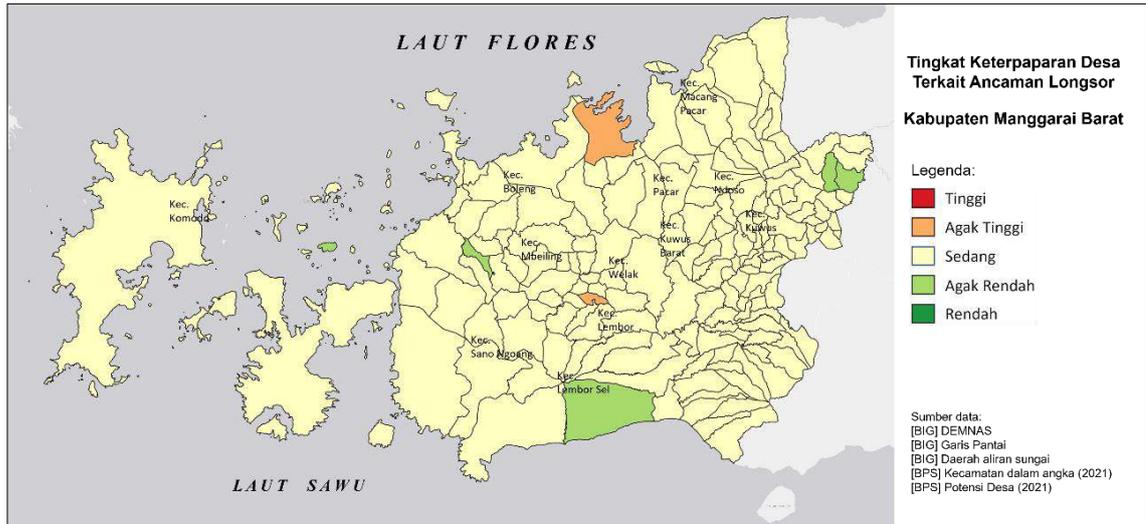


Gambar 5.5 Indeks potensi dampak terkait kekeringan

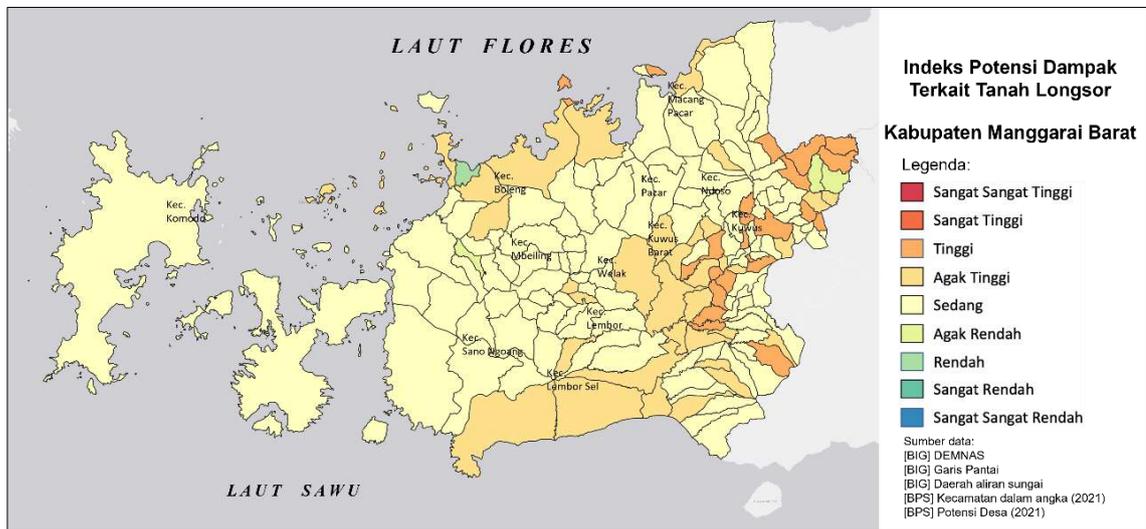
5.4 Analisis Potensi Dampak terkait Ancaman Tanah Longsor

Potensi dampak longsor juga menunjukkan tingkat yang bervariasi pada setiap desa di Kabupaten Manggarai Barat. Perbedaan tersebut disebabkan oleh hubungan berbanding lurus antara tingkat kerentanan dengan keterpaparan bencana longsor di setiap desa. Semakin tinggi tingkat kerentanan dan keterpaparan suatu desa terhadap longsor, maka semakin tinggi juga tingkat potensinya. Berdasarkan data yang tersedia, dapat disimpulkan bahwa kebanyakan desa di Kabupaten Manggarai Barat termasuk ke dalam kategori Sedang dalam hal potensi dampak tanah longsor, namun hanya sejumlah desa yang masuk dalam kategori Tinggi, Agak Tinggi dan Agak Rendah, serta hanya satu desa yang masuk dalam kategori Rendah.

Faktor utama yang mendukung tingkat potensi dampak longsor di suatu desa dapat ditinjau melalui indikator yang digunakan untuk membangun kerentanan dan keterpaparan. Desa yang berada di wilayah dengan elevasi sekitar 500 m seperti Kelurahan Golo Ru'u dan Desa Waju yang memiliki elevasi sekitar 800 m memiliki tingkat keterpaparan Sangat Tinggi. Hal ini berkaitan dengan relasi antara kelerengkan dan elevasi wilayah dengan tingkat kecenderungan terjadinya tanah longsor. Semakin terjal dan tinggi suatu wilayah maka kecenderungan wilayah tersebut untuk mengalami tanah longsor juga meningkat. Gaya gravitasi berkekuatan lebih pada materi yang terdapat pada bidang lereng, sehingga menyebabkan ketidakstabilan struktur tanah (Çellek, 2020). Tingkat kerentanan yang termasuk ke dalam kategori Rentan pada Kelurahan Golo Ru'u dan Desa Wajur juga meningkatkan potensi dampak yang mungkin akan dialami.



Gambar 5.6 Tingkat keterpaparan desa terkait ancaman atau potensi longsor



Gambar 5.7 Indeks potensi dampak terkait tanah longsor

6 Tingkat Risiko Iklim Desa

6.1 Analisis Bahaya Iklim di Bawah Kondisi Historis dan Proyeksi

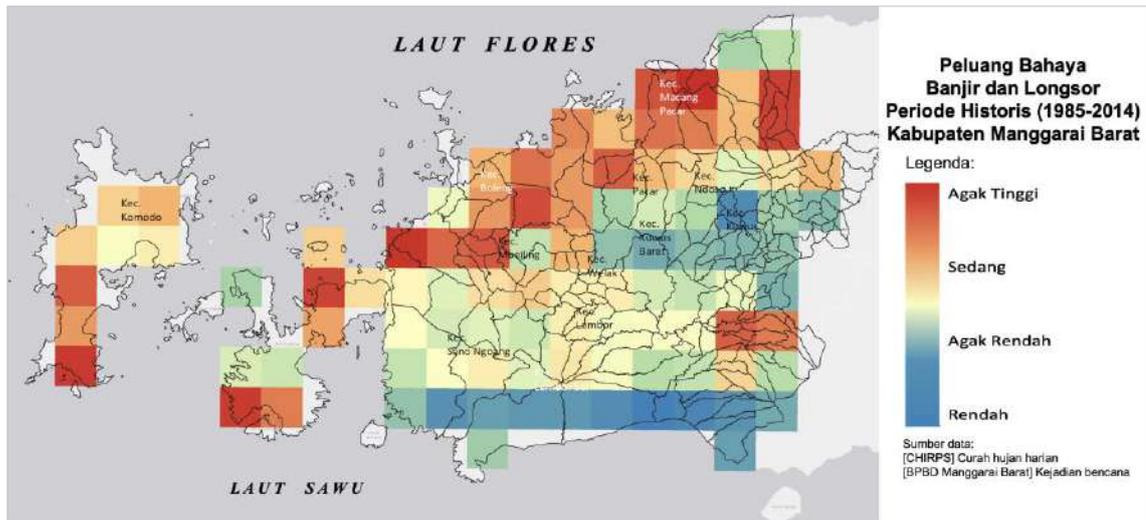
Hasil analisis data curah hujan historis yang berkontribusi besar pada bahaya iklim (seperti banjir, longsor, dan kekeringan) dapat dilihat pada Gambar 6.1 dan 6.4; dan, ini dikonfirmasi dengan Gambar 6.2 yang merepresentasikan bentuk topografi wilayah. Peluang bahaya banjir, longsor, dan kekeringan untuk periode historis (1985-2014) dan periode proyeksi (2021-2050 dan 2051-2080) menunjukkan adanya perbedaan peluang bahaya iklim untuk lokasi (grid) tertentu meskipun perbedaannya tidak terlalu besar.

Dalam kajian ini, proyeksi iklim diskenariokan mengikuti kerangka kerja proyeksi *Shared Socioeconomic Pathways* (SSPs) dan tingkat radiasi antropogenik (disebabkan oleh manusia) dalam atmosfer pada tahun 2100 diperkirakan pada kisaran 4.5 W m^{-2} dan 8.5 W m^{-2} , sehingga skenario iklimnya ada 2, yaitu: SSP2-4.5 dan SSP5-8.5. Namun, dalam pembahasan ini hanya dijelaskan untuk satu skenario yaitu SSP2-4.5. Secara ringkas, skenario SSP2-4.5., menggambarkan jalur perkembangan sosial dan ekonomi yang moderat (SSP2) dan tingkat emisi gas rumah kaca yang juga moderat (angka 4.5.). Sementara itu, SSP5-8.5 secara khusus merujuk pada jalur pertumbuhan ekonomi yang tinggi (SSP5) sehingga emisi gas rumah kaca terus meningkat pada tingkat yang tinggi (angka 8.5). Dampak dari kondisi ini adalah berubahnya iklim global, seperti pemanasan global yang signifikan, peningkatan tinggi muka laut, dan perubahan iklim ekstrim lainnya. Selanjutnya, deskripsi rinci penggunaan skenario SSP2-4.5 untuk kajian ini dapat dilihat pada paragraf berikut.

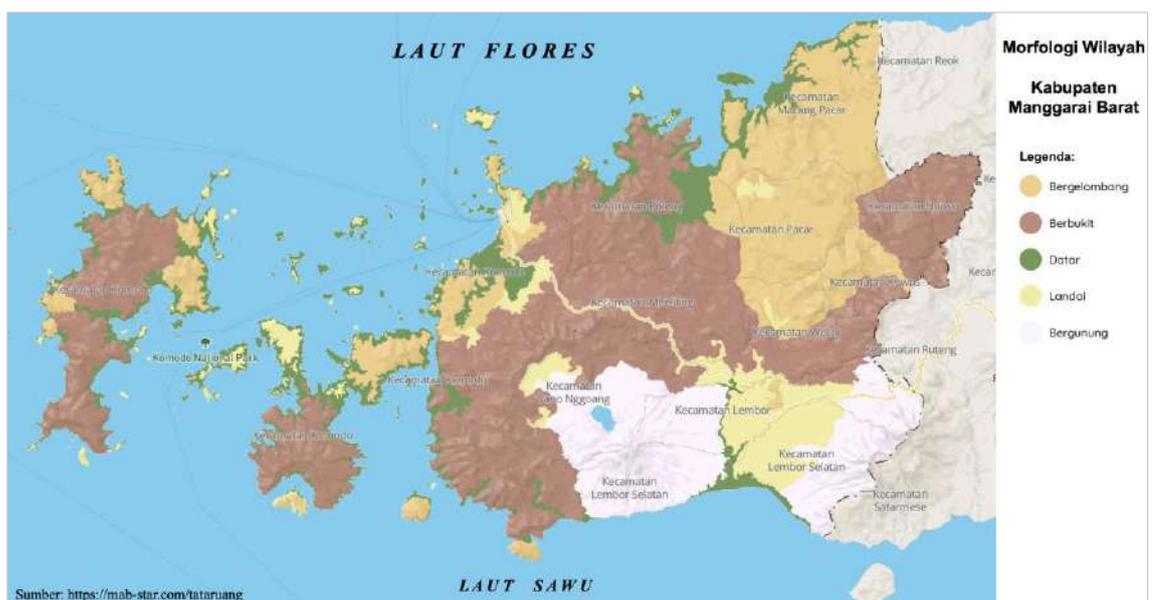
6.1.1 Peluang Bahaya Banjir dan Longsor

Peluang bahaya banjir dan longsor yang diakibatkan oleh hujan intensitas tinggi di Kabupaten Manggarai Barat berkisar dari Rendah ($p = 0.20$ atau $T = 5$ tahun) hingga Agak Tinggi ($p = 0.60$ atau $T = 1.7$ tahun). Secara umum, banjir dan longsor di wilayah ini didominasi oleh peluang kejadian Agak Rendah hingga Sedang dan ini terdistribusi di bagian tengah pada Kabupaten Manggarai Barat. Sementara itu, peluang bahaya banjir (dan longsor) pada kategori Sedang hingga Agak Tinggi terdistribusi di bagian utara Kabupaten Manggarai Barat terutama desa-desa yang terletak di Kecamatan Macang Pacar, Boleng, Komodo, dan Lembor (warna grid dari agak merah hingga merah pada Gambar 6.1.). Peluang bahaya iklim di desa Nggilat dan Lewat (Kecamatan Macang Pacar) adalah Agak Tinggi dengan periode ulang kejadian < 2 tahun ($p = 0.60$) atau hampir tiap tahun terjadi. Jenis bahaya iklim yang kemungkinan terjadi di kedua desa ini adalah longsor terutama pada wilayah yang bertopografi bergelombang (kemiringan lereng 8-15%) sedangkan yang bertopografi datar (lihat Gambar 6.2) adalah kejadian banjir. Desa Pasir Panjang di bagian selatan dan utara (terletak di P. Rinca) dan desa Komodo di bagian selatan (P. Komodo) memiliki peluang bahaya iklim yang juga Agak Tinggi; bentuk topografi di kedua desa ini didominasi oleh perbukitan (lihat Gambar 6.2)

sehingga peluang hujan yang tinggi (lihat Gambar 6.1) di kedua desa ini memicu kemungkinan terjadinya tanah longsor.



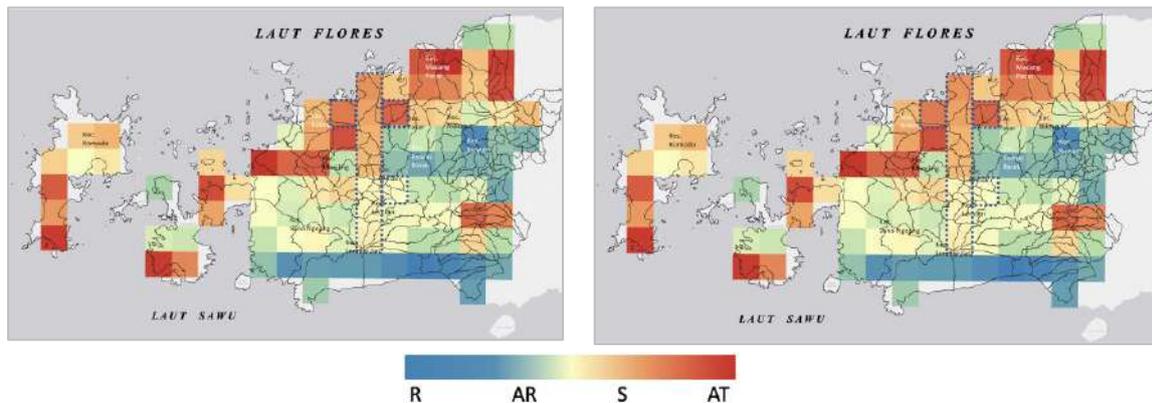
Gambar 6.1 Peluang bahaya banjir dan longsor di bawah kondisi historis (1985-2014)



Gambar 6.2 Morfologi wilayah di Kabupaten Manggarai Barat (sumber: <https://mab-star.com/tataruang?mapid=b7d822a9-c653-4aae-b2e7-e6adf5a58362#coordinate=10/-8.5684/119.9116>)

Pada periode proyeksi (lihat Gambar 6.3), peluang bahaya iklim (banjir dan longsor) adalah tidak banyak mengalami perubahan. Artinya, nilai peluang kejadian bahaya iklim di Kabupaten Manggarai Barat antara periode historis dan proyeksi adalah hampir sama dan hanya sebagian kecil yang mengalami sedikit perubahan nilai peluang kejadiannya dan kondisi ini sejalan dengan hasil analisis proyeksi iklim. Desa-desanya yang sedikit mengalami peningkatan nilai peluang kejadian (lihat garis putus-putus pada Gambar 6.3) adalah desa Tanjung Boleng dan Golo Ketak (kecamatan Boleng) serta Watu Wangka (kecamatan Mbeliling). Peluang bahaya iklim di desa Tanjung Boleng dan Golo Ketak meningkat dari kategori Sedang menjadi Agak Tinggi sedangkan di desa Watu Wangka

nilai peluangnya meningkat dari Agak rendah ke Sedang. Peningkatan peluang kejadian tersebut akan meningkatkan potensi desa-desa tersebut terpapar oleh bahaya banjir dan longsor.



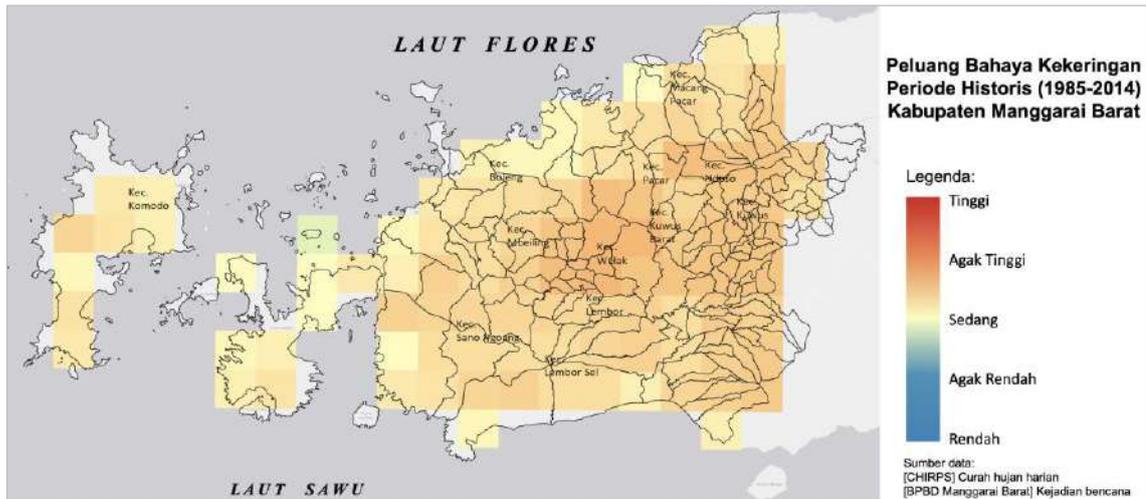
Gambar 6.3 Peluang bahaya banjir dan longsor berdasarkan skenario iklim SSP2-4.5. Gambar kiri untuk periode proyeksi 2021-2050 dan Gambar kanan untuk periode proyeksi 2051-2080. Garis putus-putus menunjukkan desa-desa yang mengalami peningkatan peluang bahaya banjir dan longsor

6.1.2 Peluang Bahaya Kekeringan

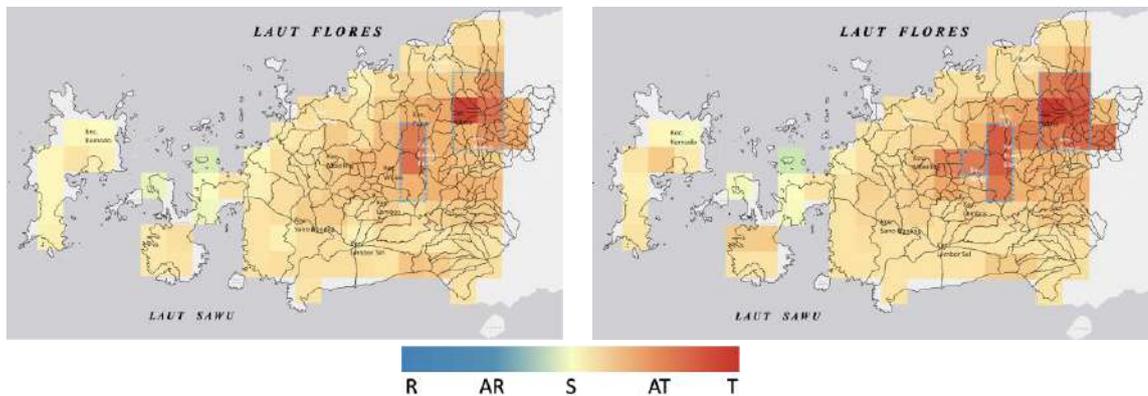
Berdasarkan hasil klasifikasi iklim Köppen (lihat sub bab 3.2), Kabupaten Manggarai Barat masuk dalam tipe iklim Aw (iklim hujan tropis) dengan ciri bulan kering jatuh pada musim dingin dan bulan basah jatuh pada musim *summer*. Sementara itu, hasil klasifikasi iklim Schmidt dan Ferguson wilayah ini bertipe iklim E, yaitu banyaknya bulan kering (BK) sekitar 5.6 bulan (47%) sedangkan bulan basah (BB) sekitar 4.7 bulan (39%). Artinya, dalam satu tahun atau 12 bulan, 47% berupa hujan rendah (< 60 mm/bulan) dan hanya 39% yang berupa hujan di atas 60 mm/bulan. Berdasarkan kondisi ini maka karakteristik tipe iklim E adalah daerah agak kering dengan vegetasi hutan sabana

Selanjutnya, dalam rangka memperkuat dan memperjelas kondisi iklim di Kabupaten Manggarai Barat maka kajian ini melanjutkan hingga ke analisis kekeringan meteorologi. Secara sederhana dapat dikatakan kekeringan meteorologi atau bahaya kekeringan meteorologi merujuk pada kondisi cuaca ekstrem yang menyebabkan ketersediaan air yang menjadi sangat terbatas di suatu wilayah. Hal ini disebabkan oleh kurangnya hujan yang berkelanjutan atau cuaca panas yang berkepanjangan, sehingga ini dapat mengakibatkan kekeringan tanah, kekurangan air untuk konsumsi, pertanian, dan kebutuhan lainnya.

Seperti ditunjukkan pada Gambar 6.4., pada periode historis desa-desa di bagian tengah dari Kabupaten Manggarai Barat rawan terhadap kekeringan dengan peluang kejadian bahaya kekeringan masuk dalam kategori Sedang hingga Agak Tinggi. Kecamatan yang masuk dalam kategori ini (Sedang - Agak Tinggi) meliputi Kecamatan Welak, Kuwus Barat, Ndosu dan Kuwus. Pada Gambar 6.5., beberapa desa di empat kecamatan tersebut mengalami peningkatan peluang kejadian bahaya kekeringan dari kategori Sedang - Agak Tinggi menjadi Agak Tinggi - Tinggi.



Gambar 6.4 Peluang bahaya kekeringan di bawah kondisi historis (1985-2014)



Gambar 6.5 Peluang bahaya kekeringan berdasarkan skenario iklim SSP2-4.5. Gambar kiri untuk periode proyeksi 2021-2050 dan Gambar kanan untuk periode proyeksi 2051-2080. Garis putus-putus menunjukkan desa-desa yang mengalami peningkatan peluang bahaya kekeringan

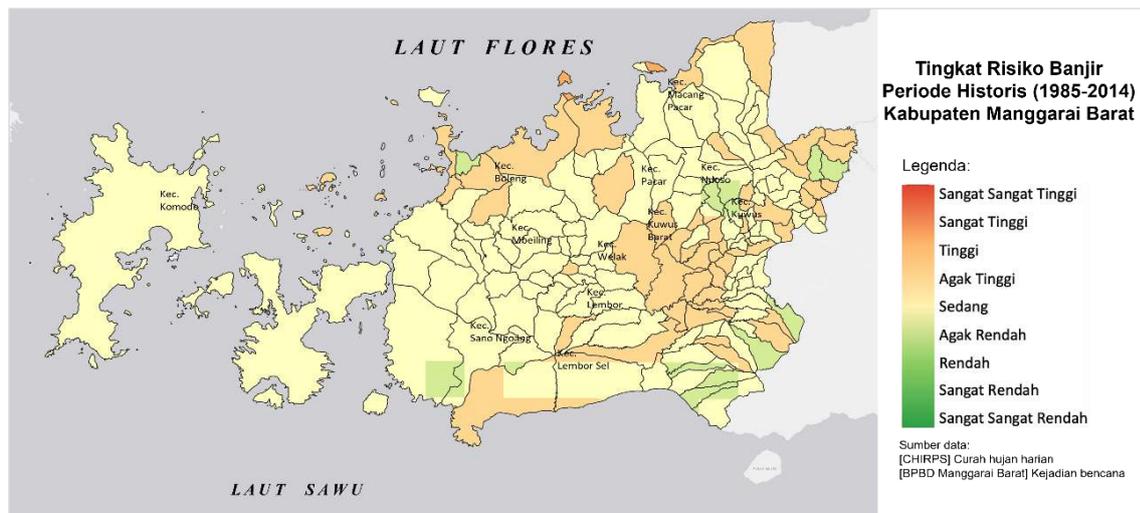
6.2 Tingkat Risiko Iklim Desa di Bawah Kondisi Historis dan Proyeksi

Seperti telah diungkapkan di awal bahwa risiko merupakan kombinasi antara peluang terjadinya kejadian yang tidak diinginkan, seperti: banjir, longsor dan kekeringan serta konsekuensi dari kejadian itu atau potensi dampak yang ditimbulkan oleh kejadian tersebut. Semakin tinggi potensi dampak yang ditimbulkan oleh kejadian yang tidak diinginkan dan ini terjadi bersamaan dengan peluang kejadian yang tinggi maka tingkat risikonya akan tinggi. Dalam formulasi yang lebih rinci, semakin tinggi tingkat sensitivitas desa (IS tinggi) dan desa tersebut berada di daerah yang rawan terhadap paparan (IE besar) bahaya iklim serta peluang terjadinya bahaya iklim adalah tinggi (indeks H tinggi) sementara kapasitas adaptasi dari desa itu rendah (IKA rendah) maka tingkat risiko iklim dari desa tersebut adalah tinggi. Selanjutnya, deskripsi rinci tingkat risiko iklim desa di Kabupaten Manggarai Barat menurut periode waktu historis dan proyeksi dapat dilihat pada paragraf berikut.

6.2.1 Tingkat Risiko Banjir

Berdasarkan matrik risiko yang telah diungkap pada sub bab metodologi, tingkat risiko desa terkait bahaya banjir untuk desa-desa di Kabupaten Manggarai Barat teridentifikasi menjadi lima kategori, yaitu Tinggi, Agak Tinggi, Sedang, Agak Rendah dan Rendah (lihat Gambar 6.6). Kategori lain, seperti: Sangat Sangat Tinggi, Sangat Rendah, dan Sangat Sangat Rendah tidak ditemukan di wilayah studi.

Seperti ditunjukkan pada Gambar 6.6., pada periode historis desa-desa dengan kategori Risiko Agak Tinggi ditemukan di lima kecamatan, yaitu Komodo, Boleng, Welak, Ndosso, dan Lembor Selatan. Desa Nggorang (di Kecamatan Komodo) demikian juga desa Tanjung Boleng dan Golo Sepang (di Kecamatan Boleng) masuk dalam kategori Risiko Agak Tinggi. Ketiga desa tersebut memiliki potensi dampak banjir Agak Tinggi dan peluang bahaya banjirnya pada kategori Sedang ($0.33 \leq p \leq 0.66$). Artinya, ketiga desa ini berisiko terpapar oleh banjir dengan periode ulang kejadian berkisar antara 3 tahun ($p = 0.33$) dan 1.5 tahun ($p = 0.66$). Selanjutnya, desa Nanga Bare, Munting, Lendong (di Kecamatan Lembor Selatan) masuk dalam kategori Risiko Agak Tinggi. Khusus desa Nange Bara, wilayah yang berisiko banjir tidak seluruh desa tetapi hanya yang di bagian barat dari desa tersebut.

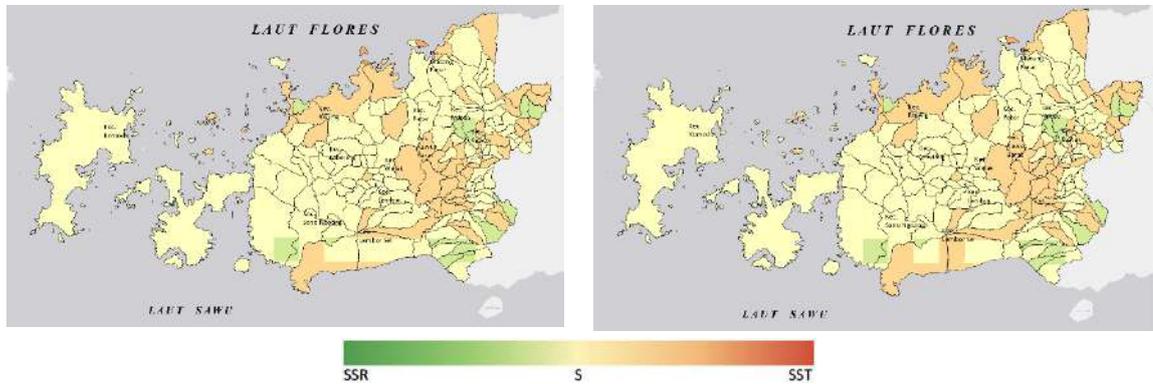


Gambar 6.6 Tingkat risiko banjir di bawah kondisi historis (1985-2014)

Selanjutnya, desa Nanga Kantor, Raba dan Rokap (di Kecamatan Macang Pacar) dan desa Romang, Benteng Ndope, Pacar, Manong, dan Compang (di Kecamatan Pacar) sebagian besar masuk dalam kategori Risiko Sedang dengan ciri potensi dampak banjir pada kategori Sedang dan peluang kejadian banjir berkisar antara 0.10 dan 0.33 atau dengan periode ulang 10 tahun dan 3 tahun. Detil desa-desa yang lain dapat dilihat pada Gambar 6.6.

Gambar 6.6., menunjukkan distribusi daerah berisiko banjir di Kabupaten Manggarai Barat untuk periode historis (1985-2014) sedangkan Gambar 6.7. merepresentasikan risiko banjir di bawah kondisi proyeksi untuk periode 2021-2050 dan 2051-2080. Hasil analisis data tabular dan analog (lihat Gambar 6.6. dan 6.7.) menunjukkan tingkat risiko

banjir di kedua gambar tersebut hampir mirip. Artinya, tingkat risiko banjir pada periode historis adalah mirip dengan tingkat risiko banjir pada periode proyeksi atau perubahannya sangat sedikit sekali.

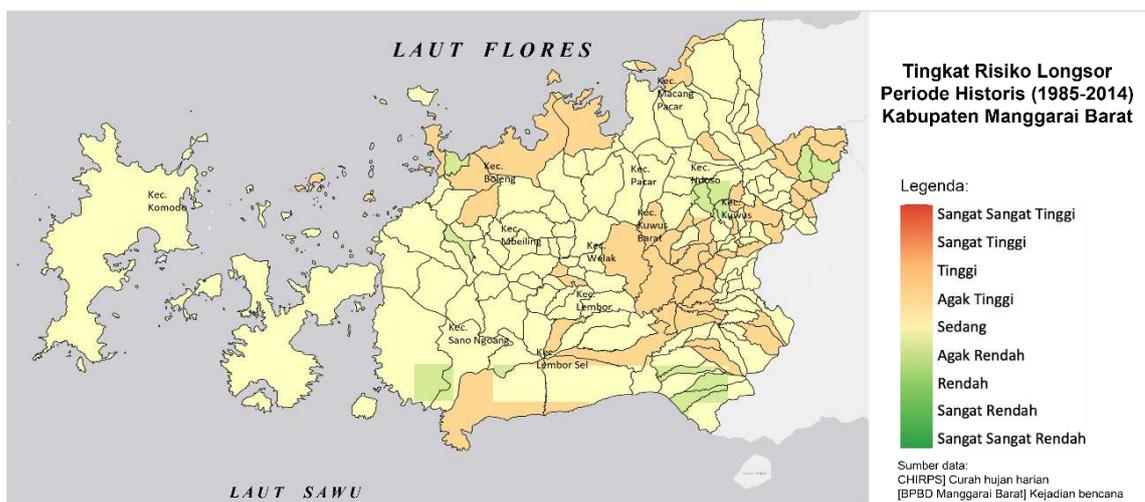


Gambar 6.7 Tingkat risiko banjir berdasarkan skenario iklim SSP2-4.5. Gambar kiri untuk periode proyeksi 2021-2050 dan Gambar kanan untuk periode proyeksi 2051-2080

6.2.2 Tingkat Risiko Tanah Longsor

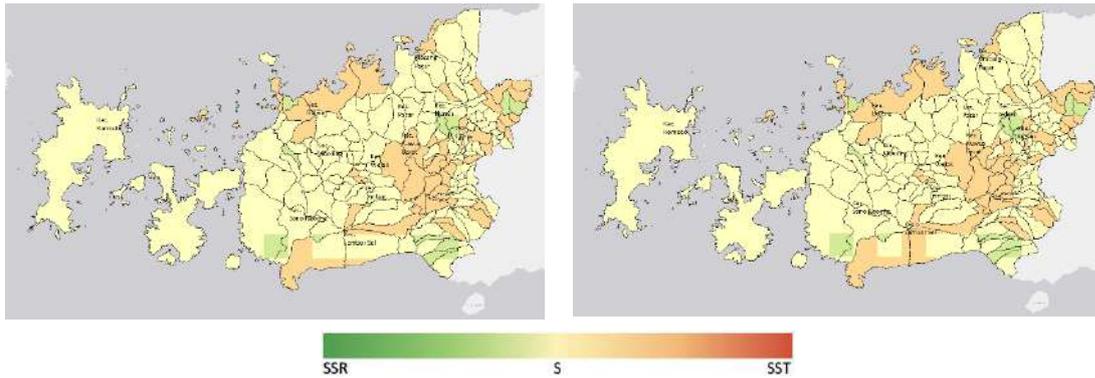
Di bawah kondisi historis, risiko longsor di Kabupaten Manggarai Barat berkisar dari kategori Sangat Rendah hingga Tinggi (warna hijau agak tua hingga merah muda pada Gambar 6.8). Secara umum, wilayah ini didominasi oleh risiko longsor untuk kategori Sedang diikuti oleh kategori Rendah.

Risiko longsor untuk kategori Agak Tinggi teridentifikasi di desa Gurung (Kecamatan Welak) dan desa Sompang Kolang (Kecamatan Kuwus Barat). Potensi dampak terkait longsor di kedua desa ini masuk dalam kategori Agak Tinggi dengan ciri topografinya bergelombang hingga berbukit sehingga tingkat keterpaparannya tinggi dan ini menunjang untuk terjadinya longsor. Ciri lain yang mendukung kemungkinan terjadinya longsor adalah tingkat bahaya longsor yang masuk dalam kategori Agak Tinggi ($p > 0.6$ atau $T = 1.7$ tahun). Selanjutnya, untuk kategori tingkat risiko yang lain dapat dilihat pada Gambar 6.8.



Gambar 6.8 Tingkat risiko longsor di bawah kondisi historis (1985-2014)

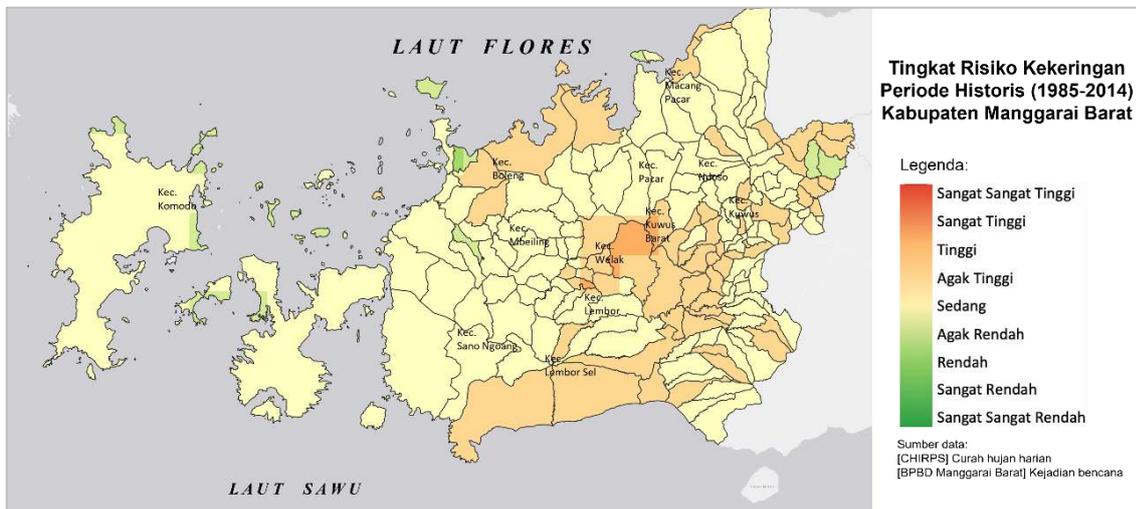
Gambar 6.9 menunjukkan tingkat risiko longsor di masa depan (periode proyeksi) berdasarkan skenario SSP2-4.5 (skenario moderat) dan SSP5-8.5 (skenario tinggi). Desa-desanya dengan risiko longsor Sangat Rendah hingga Tinggi pada periode historis, kondisinya relatif tetap sama di masa depan - baik pada skenario moderat maupun tinggi. Namun, desa Nanga Bera bagian timur dan Benteng Dewa bagian barat mengalami perubahan tingkat risiko longsor dari kategori Sedang menjadi kategori Agak Tinggi. Perubahan kategori risiko kemungkinan besar karena perubahan intensitas hujan karena bentuk topografinya adalah relatif tidak mengalami perubahan.



Gambar 6.9 Tingkat risiko longsor berdasarkan skenario iklim SSP2-4.5. Gambar kiri untuk periode proyeksi 2021-2050 dan Gambar kanan untuk periode proyeksi 2051-2080

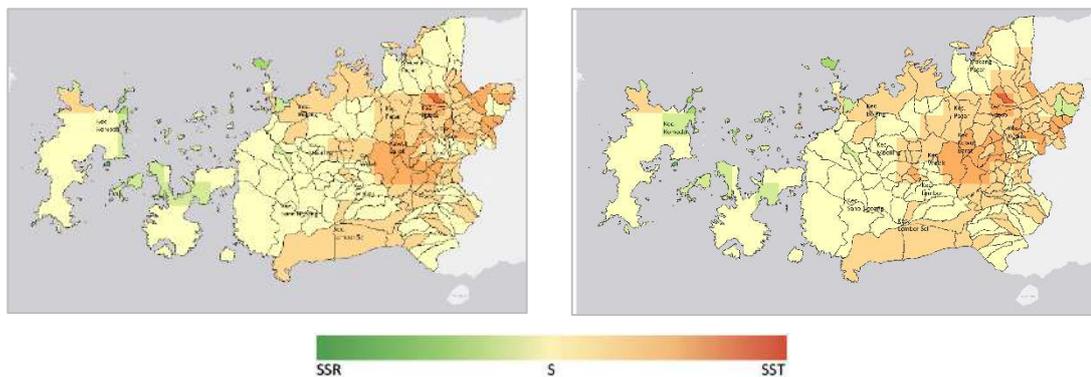
6.2.3 Tingkat Risiko Kekeringan

Pada periode historis (1985-2014), tingkat risiko kekeringan di Kabupaten Manggarai Barat berkisar dari kategori Rendah hingga Tinggi. Seperti ditunjukkan pada Gambar 6.10, desa dengan risiko kekeringan Tinggi berjumlah sedikit sedangkan yang dominan adalah risiko kekeringan Sedang. Risiko kekeringan Tinggi teridentifikasi di desa Gurung (Kecamatan Welak), Sompang Kolang (Kecamatan Kuwus Barat), Loha (Kecamatan Pacar), dan Poco Golo Kempo (Kecamatan Sano Nggoang). Desa-desanya tersebut memiliki potensi dampak terkait ancaman kekeringan berkategori Sedang hingga Agak Tinggi dan peluang kejadian kekeringan Agak Tinggi ($0.6 \leq p \leq 0.8$).



Gambar 6.10 Tingkat risiko kekeringan di bawah kondisi historis (1985-2014)

Khusus desa Loha dan Poco Golo Kempo hanya sebagian desa yang masuk dalam kategori risiko kekeringan Tinggi, yaitu desa Loha bagian barat dan desa Poco Golo Kempo bagian timur. Selanjutnya, pada Gambar 6.11 menunjukkan desa-desa dengan risiko kekeringan Rendah hingga Tinggi untuk periode proyeksi 2021-2050 dan 2051-2080. Khusus desa Loha dan Poco Golo Kempo yang pada periode historis masuk dalam kategori Risiko Tinggi ternyata pada periode proyeksi mengalami penurunan tingkat risiko, yaitu dari risiko Tinggi menjadi Agak Tinggi. Penyebab penurunan klas risiko ini adalah turunnya intensitas kekeringan di wilayah tersebut. Sementara itu, untuk desa-desa lain tingkat risiko pada periode historis dan proyeksinya adalah relatif tetap atau tidak berubah kecuali desa Kombo Tengah (kecamatan Pacar) yang pada periode historis masuk dalam risiko kekeringan Agak Tinggi tetapi pada periode proyeksi meningkat jadi risiko kekeringan Tinggi. Kondisi ini kemungkinan besar akibat naiknya intensitas kekeringan di desa tersebut. Selanjut, detil terkait tingkat risiko kekeringan untuk kategori yang lain dapat dilihat pada Gambar 6.11.



Gambar 6.11 Tingkat risiko kekeringan berdasarkan skenario iklim SSP2-4.5. Gambar kiri untuk periode proyeksi 2021-2050 dan gambar kanan untuk periode proyeksi 2051-2080

7 Rekomendasi Hasil Kajian Kerentanan dan Risiko Iklim Desa

7.1 Temuan Hasil Kajian

Menurut IPCC-AR5 (*Intergovernmental Panel on Climate Change - Fifth Assessment Report*), ada bukti kuat bahwa **perubahan iklim sudah terjadi** di bumi ini. Dalam laporan tersebut dikatakan bahwa suhu global telah meningkat dan mengakibatkan salju dan es di kutub mencair sehingga memicu terjadinya kenaikan muka laut. Selain itu, terjadi **anomali curah hujan** dan **peningkatan kejadian iklim ekstrim**. Sesuai dengan kondisi tersebut, iklim di Kabupaten Manggarai Barat diperkirakan juga mengalami perubahan dan ini ditandai dengan sering terjadinya bencana iklim di wilayah ini.

(1). Hasil analisis data **iklim** yang tercatat di Labuan Bajo, Kabupaten Manggarai Barat, wilayah ini masuk dalam **kategori iklim Aw** menurut klasifikasi iklim Koppen. Ciri dari tipe iklim Aw adalah suhu bulanan minimumnya adalah tinggi (sekitar 26.5° C), curah hujan bulanan minimumnya adalah rendah sedangkan curah hujan tahunannya sekitar 1200 mm. Hasil analisis data dari BPBD Kabupaten Manggarai Barat, wilayah ini selain kekeringan sering pula terkena banjir sebagai akibat intensitas hujan tinggi atau banjir akibat terjadinya siklon tropis seperti Siklon Tropis Seroja. Dampak lanjutan dari intensitas hujan yang tinggi dan bentuk topografi yang berbukit dan bergunung maka wilayah ini rawan mengalami longsor.

(2). Hasil identifikasi dan analisis data biofisik dan sosial-ekonomi, **jumlah indikator kerentanan dan keterpaparan desa** di Kabupaten Manggarai Barat dapat dirinci sebagai berikut: (1) tingkat sensitivitas desa dibangun oleh 8 indikator dan 9 subindikator, (2) tingkat kapasitas adaptasi desa dibangun oleh 6 indikator dan 12 subindikator, dan (3) tingkat keterpaparan disusun oleh 6 indikator dan 10 subindikator.

(3). Berdasarkan **tingkat sensitivitas desa**, desa-desa di Kabupaten Manggarai Barat **sebagian besar mengelompok pada kategori Sedang (159 desa atau 94%)** sementara itu yang masuk dalam kategori Agak Tinggi dan Agak Rendah masing-masing berjumlah 5 desa atau 3%. Desa-desa dengan tingkat sensitivitas Agak Tinggi ditemukan di Kecamatan Kuwus Barat (desa Sompang Kolang dan Golo Riwu) dan di Kecamatan Komodo (desa Compang Kules, Macang Tanggar, dan Pantar)

(4). Atas dasar **tingkat kapasitas adaptasinya**, desa-desa di Manggarai Barat **sebagian besar masuk dalam kategori Agak Rendah (90 desa atau 54%)**. Sementara itu yang masuk dalam kategori Agak Tinggi, Sedang, dan Rendah secara berturut-turut adalah 5 desa (3%), 72 desa (43%), dan 2 desa (1%). Dua desa yang masuk dalam kategori tingkat adaptasi Rendah adalah desa Golo Ndeweng dan Wae Mowol. Selanjutnya, lima desa yang masuk dalam kategori tingkat adaptasi Agak Tinggi adalah desa Golo Mori dan Compang Longgo yang terletak di Kecamatan Komodo, lalu desa Nampar Macing dan

Poco Golo Kempo di Kecamatan Sano Nggoang, serta desa Tueng yang terletak di Kecamatan Kuwus Barat.

(5). Hasil kombinasi antara tingkat sensitivitas dan kapasitas adaptasi desa akan merujuk pada tinggi-rendahnya **tingkat kerentanan desa**. Berdasarkan tingkat kerentanannya, desa-desa di Kabupaten Manggarai Barat dapat dikelompokkan menjadi kategori Rentan, Agak Rentan, Cukup Rentan, dan Tidak Rentan; secara berturut-turut jumlah desa dan persentasenya adalah 22 desa (13%), 34 desa (20%), 112 desa (66%) dan 1 desa (1%). Desa dalam kategori Rentan sebagian besar ada di Kecamatan Welak (5 desa) dan Kecamatan Ndosso (5 desa).

(6). Selanjutnya, secara umum (rata-rata) indikator sensitivitas dan kapasitas adaptasi yang berkontribusi besar pada kerentanan desa adalah beragam untuk tiap tingkat kerentanan. **Ukuran kontribusi besar** pada tingkat sensitivitas diasumsikan **lebih besar** atau sama dengan 0.5 angka skor indikator sensitivitas sedangkan pada tingkat kapasitas adaptasi adalah **lebih kecil** atau sama dengan 0.5 angka skor indikator kapasitas adaptasi. Berdasarkan asumsi tersebut secara umum (rata-rata) indikator yang berkontribusi besar pada peningkatan tingkat kerentanan untuk kategori Rentan ada 9 indikator, yaitu: S_1 , S_2 , S_4 , S_5 , KA_2 , KA_3 , KA_4 , KA_5 , dan KA_6 .

(7). Tahap lanjutan setelah teridentifikasinya tingkat kerentanan desa adalah merencanakan tindakan atau upaya penurunan tingkat kerentanan dari kategori Rentan ke kategori Cukup Rentan atau lebih optimis lagi yaitu dari Rentan menjadi Tidak Rentan. Berdasarkan hasil kajian ini, upaya yang dilakukan adalah menurunkan tingkat kerentanan dari kategori Rentan ke Cukup Rentan. Sebagai studi kasus pertama, desa **Golo Ndweng yang berstatus Rentan diskenariokan turun menjadi kategori Cukup Rentan**. Berdasarkan hasil analisis web diagram keduanya (Rentan dan Cukup Rentan) maka **angka skor indikator sensitivitas** yang perlu **diturunkan** adalah indikator S_1 dan S_5 sedangkan **angka skor indikator kapasitas adaptasi** yang perlu **dinaikkan** terdiri dari indikator KA_2 , KA_3 , KA_4 , KA_5 , dan KA_6 . Studi kasus kedua, desa Sompang Kolang yang berkategori **Rentan diskenariokan turun menjadi kategori Cukup Rentan**. Hasil analisis web diagram menunjukkan ada 7 indikator yang berkontribusi besar pada peningkatan kerentanan sehingga angka skor indikatornya perlu diperbaiki. **Angka skor indikator sensitivitas** yang perlu **diturunkan** adalah indikator S_1 , S_5 , dan S_6 , sedangkan angka skor indikator yang perlu **dinaikkan** adalah indikator KA_1 , KA_2 , KA_5 , dan KA_6 .

Selanjutnya, kombinasi atau **hubungan antara tingkat kerentanan dan keterpaparan desa** terkait bahaya iklim adalah **potensi dampak terkait bahaya iklim** seperti banjir, kekeringan, dan tanah longsor. Hasil analisis potensi dampak terkait bahaya iklim di Kabupaten Manggarai Barat berkisar dari **Potensi Dampak Tinggi** hingga **Rendah**. Jumlah atau banyaknya desa di Kabupaten Manggarai Barat yang berpotensi terdampak oleh bahaya iklim (banjir, longsor, dan kekeringan) pada kategori **Potensi Dampak Tinggi** dapat dilihat pada Tabel 7.1.

(8). Berdasarkan Tabel 7.1., pada umumnya desa yang memiliki potensi dampak tinggi akan diiringi oleh tingkat kerentanan desa yang tinggi dan tingkat keterpaparan desa pada kategori Sedang (18 desa). Desa-desanya tersebut terdistribusi di enam kecamatan, yaitu: Kuwus (4 desa), Kuwus Barat (3 desa), Lembor (2 desa), Macang Pacar (1 desa), Ndosso (4 desa), dan Welak (4 desa).

Tabel 7.1 Distribusi desa menurut tingkat keterpaparan dan kerentanan desa pada desa yang memiliki potensi dampak Tinggi

No.	Kecamatan	Desa	Keterpaparan Desa	Kerentanan Desa	Potensi Dampak
1	Kuwus	Benteng Suru	Sedang	Rentan	Tinggi
2	Kuwus	Golo Ru'u	Sedang	Rentan	Tinggi
3	Kuwus	Lawi	Sedang	Rentan	Tinggi
4	Kuwus	Pangga	Sedang	Rentan	Tinggi
5	Kuwus Barat	Golo Riwu	Sedang	Rentan	Tinggi
6	Kuwus Barat	Sompang Kolang	Sedang	Rentan	Tinggi
7	Kuwus Barat	Wajur	Sedang	Rentan	Tinggi
8	Lembor	Golo Ndeweng	Sedang	Rentan	Tinggi
9	Lembor	Ponto Ara	Sedang	Rentan	Tinggi
10	Macang Pacar	Watubaru	Sedang	Rentan	Tinggi
11	Ndosso	Golo Keli	Sedang	Rentan	Tinggi
12	Ndosso	Golo Poleng	Sedang	Rentan	Tinggi
13	Ndosso	Lumut	Sedang	Rentan	Tinggi
14	Ndosso	Raka	Sedang	Rentan	Tinggi
15	Welak	Galang	Sedang	Rentan	Tinggi
16	Welak	Gurung	Sedang	Rentan	Tinggi
17	Welak	Sewar	Sedang	Rentan	Tinggi
18	Welak	Wewa	Sedang	Rentan	Tinggi

(9). Desa yang berpotensi dampak Tinggi hingga Sangat Tinggi terutama yang terkait bahaya banjir akan merujuk pada tingkat risiko banjir dan ini dapat dilihat pada Tabel 7.2. Berdasarkan kondisi historis (periode 1985-2014), desa berpotensi dampak banjir **Tinggi** hingga **Sangat Tinggi** dengan tingkat risiko banjir **Sedang**^{*)} (umumnya satu desa terbagi menjadi dua tingkat risiko, yaitu risiko Agak Rendah dan Sedang) hingga **Agak Tinggi** berjumlah 24 desa dan kondisi ini tidak berubah atau tetap pada kondisi proyeksi (periode 2014-2050 dan 2051-2080 menurut SSP2-4.5).

(10). Desa Benteng Dewa (Kec. Lembor Selatan) merupakan salah satu desa perkecualian, desa ini pada tahun historis merupakan desa kategori risiko banjir Sedang dengan persentase luas yang terpapar sekitar 22% tetapi pada tahun proyeksi (periode 2051-2080) menjadi 47% atau bertambah 25% dari kondisi semula. Selanjutnya, desa Pontianak (Kec. Boleng) merupakan desa berkategori risiko banjir **Agak Tinggi** dengan ciri *peluang kejadian* sekitar **0.33** atau *periode ulang kejadian* sekitar **3 tahun**. Sementara itu, 23 desa yang lain dengan kategori risiko banjir **Sedang** berpeluang terkena banjir sekitar **0.10** (10%) atau *periode ulang kejadian* sekitar **10 tahun**. Berdasarkan status tingkat risiko dan potensi dampak terkait banjir (akibat hujan tinggi)

maka **Desa Pontianak, Kecamatan Boleng** perlu mendapatkan **skala prioritas** dalam upaya penanggulangannya termasuk dalam hal ini adalah **desa Benteng Dewa, Kecamatan Lembor Selatan**.

Tabel 7.2 Distribusi desa menurut tingkat risiko banjir di bawah kondisi Historis dan Proyeksi pada desa-desa yang berpotensi dampak Tinggi

Kecamatan	Desa	Potensi Dampak	Risiko Banjir Periode	
			Historis	Proyeksi
Komodo	Labuan Bajo	Tinggi	Sedang	Sedang
Kuwus	Benteng Suru	Tinggi	Sedang ^{*)}	Sedang ^{*)}
Kuwus	Golo Ru'u	Tinggi	Sedang ^{*)}	Sedang ^{*)}
Kuwus	Lawi	Tinggi	Sedang ^{*)}	Sedang ^{*)}
Kuwus	Pangga	Tinggi	Sedang ^{*)}	Sedang ^{*)}
Kuwus Barat	Golo Riwu	Tinggi	Sedang ^{*)}	Sedang ^{*)}
Kuwus Barat	Sompang Kolang	Tinggi	Sedang ^{*)}	Sedang ^{*)}
Kuwus Barat	Wajur	Tinggi	Sedang ^{*)}	Sedang ^{*)}
Lembor	Golo Ndeweng	Tinggi	Sedang	Sedang
Lembor	Tangge	Tinggi	Sedang ^{*)}	Sedang ^{*)}
Lembor	Ponto Ara	Tinggi	Sedang ^{*)}	Sedang ^{*)}
Lembor Selatan	Benteng Dewa	Tinggi	Sedang ^{*)}	Sedang ^{*)}
Lembor Selatan	Nanga Lili	Tinggi	Sedang ^{*)}	Sedang ^{*)}
Macang Pacar	Bari	Tinggi	Sedang ^{*)}	Sedang ^{*)}
Macang Pacar	Watubaru	Tinggi	Sedang ^{*)}	Sedang ^{*)}
Ndoso	Golo Keli	Tinggi	Sedang	Sedang
Boleng	Pontianak	Sangat Tinggi	Agak Tinggi	Agak Tinggi
Ndoso	Golo Poleng	Tinggi	Sedang	Sedang
Ndoso	Lumut	Tinggi	Sedang	Sedang
Ndoso	Raka	Tinggi	Sedang ^{*)}	Sedang ^{*)}
Welak	Galang	Tinggi	Sedang ^{*)}	Sedang ^{*)}
Welak	Gurung	Tinggi	Sedang ^{*)}	Sedang ^{*)}
Welak	Sewar	Tinggi	Sedang ^{*)}	Sedang ^{*)}
Welak	Wewa	Tinggi	Sedang ^{*)}	Sedang ^{*)}

Catatan: ^{*)} kombinasi antara tingkat risiko tertentu dengan tingkat risiko satu tingkat di bawahnya

(11). Seperti halnya tingkat risiko banjir maka wilayah studi juga berpotensi terkena bahaya longsor terutama akibat intensitas hujan tinggi yang jatuh di wilayah yang bertopografi bergunung atau berbukit dengan elevasi tinggi. Tabel 7.3., menunjukkan Kabupaten Manggarai Barat berisiko terkena longsor baik pada periode historis maupun proyeksi. Jumlah desa yang memiliki potensi dampak longsor Tinggi ada 21 desa dan ini terdistribusi di 7 kecamatan. Ke-21 desa yang berpotensi dampak longsor Tinggi tersebut tersusun oleh tingkat kerentanan desa pada kategori Rentan, tingkat keterpaparan pada kategori Sedang dan peluang bahaya longsor antara **0.10 - 0.33** dan **0.33 - 0.66** sehingga tingkat risiko longsornya masuk dalam kategori **Sedang** dan **Agak Tinggi** dan ini terjadi pada periode historis dan kemungkinan akan tetap sama pada periode proyeksi. Namun, secara umum wilayah ini didominasi oleh desa dengan kategori tingkat risiko longsor Agak Tinggi^{*)} (umumnya satu desa terbagi menjadi dua tingkat risiko, yaitu risiko Sedang dan Agak Tinggi). Hal ini terkonfirmasi, sebagian besar desa-desa tersebut memiliki topografi berbukit dan bergunung (lihat Gambar 6.2.) yang berpotensi besar terpapar longsor apabila desa-desa ini terkena intensitas hujan tinggi.

(12). Desa Golo Riwu dan Sompang Kolang (kec. Kuwus Barat) serta Golo Ndeweng (Kec. Lembor), selain berpotensi terkena banjir juga berpotensi terkena longsor. Hasil identifikasi awal menunjukkan pada periode historis, luas areal desa Golo Riwu dan Sompang Kolang yang berisiko terkena longsor pada kategori Agak Tinggi secara berturut-turut adalah seluas 417 ha dan 213 ha dan yang masuk pada kategori Sedang adalah seluas 20 ha dan 13 ha. Luas areal desa Golo Ndeweng, secara keseluruhan berisiko terkena longsor pada kategori Agak Tinggi, yaitu seluas 506 ha. Ini berarti, dalam satu desa memungkinkan adanya dua atau lebih tingkat risiko karena ini bergantung pada tingkat keterpaparan dari desa itu dan peluang kejadian bahaya iklim yang mungkin terjadi di desa tersebut. Berdasarkan tingkat sensitivitas, desa Golo Riwu dan Sompang Kolang masuk dalam kategori Sensitivitas Agak Tinggi dengan kapasitas adaptasi Agak Rendah sedangkan desa Golo Ndeweng berkategori Sensitivitas Sedang tetapi kapasitas adaptasinya adalah Rendah; dan, ketiga desa ini masuk dalam tingkat kerentanan kategori Rentan. Sementara itu, 18 desa yang lain masuk kategori Sensitivitas Sedang dan kapasitas adaptasi Agak Rendah sehingga ke-18 desa tersebut juga masuk dalam kategori Rentan. Berdasarkan alasan tingkat kerentanan dan tingkat risiko longsor maka tiga desa ini (**desa Golo Riwu, Sompang Kolang dan Golo Ndeweng**) perlu mendapat skala prioritas awal pada saat **penanganan risiko longsor**.

Tabel 7.3 Distribusi desa menurut tingkat risiko longsor di bawah kondisi Historis dan Proyeksi pada desa-desa yang berpotensi dampak Tinggi

Kecamatan	Desa	Potensi Dampak	Risiko Longsor Periode	
			Historis	Proyeksi
Boleng	Pontianak	Tinggi	Agak Tinggi ^{*)}	Agak Tinggi ^{*)}
Kuwus	Benteng Suru	Tinggi	Agak Tinggi ^{*)}	Agak Tinggi ^{*)}
Kuwus	Golo Ru'u	Tinggi	Agak Tinggi ^{*)}	Agak Tinggi ^{*)}
Kuwus	Lawi	Tinggi	Agak Tinggi ^{*)}	Agak Tinggi ^{*)}
Kuwus	Pangga	Tinggi	Agak Tinggi ^{*)}	Agak Tinggi ^{*)}
Kuwus Barat	Golo Riwu	Tinggi	Agak Tinggi ^{*)}	Agak Tinggi ^{*)}
Kuwus Barat	Sompang Kolang	Tinggi	Agak Tinggi ^{*)}	Agak Tinggi ^{*)}
Kuwus Barat	Wajur	Tinggi	Agak Tinggi ^{*)}	Agak Tinggi ^{*)}
Lembor	Golo Ndeweng	Tinggi	Agak Tinggi	Agak Tinggi
Lembor	Ponto Ara	Tinggi	Agak Tinggi ^{*)}	Agak Tinggi ^{*)}
Macang Pacar	Watubaru	Tinggi	Agak Tinggi ^{*)}	Agak Tinggi ^{*)}
Ndoso	Golo Keli	Tinggi	Agak Tinggi	Agak Tinggi
Ndoso	Golo Poleng	Tinggi	Agak Tinggi	Agak Tinggi
Ndoso	Lumut	Tinggi	Agak Tinggi	Agak Tinggi
Ndoso	Raka	Tinggi	Agak Tinggi ^{*)}	Agak Tinggi ^{*)}
Ndoso	Wae Buka	Tinggi	Agak Tinggi ^{*)}	Agak Tinggi ^{*)}
Welak	Galang	Tinggi	Agak Tinggi ^{*)}	Agak Tinggi ^{*)}
Welak	Golo Ndari	Tinggi	Agak Tinggi	Agak Tinggi
Welak	Gurung	Tinggi	Agak Tinggi	Agak Tinggi
Welak	Sewar	Tinggi	Agak Tinggi ^{*)}	Agak Tinggi ^{*)}
Welak	Wewa	Tinggi	Agak Tinggi ^{*)}	Agak Tinggi ^{*)}

Catatan: ^{*)} kombinasi antara tingkat risiko tertentu dengan tingkat risiko satu tingkat di bawahnya

(13). Seperti telah diungkapkan di awal bahwa Kabupaten Manggarai Barat memiliki tipe iklim E berdasarkan hasil klasifikasi Schmidt-Ferguson. Ciri dari iklim ini, banyaknya bulan kering (BK) sekitar 5.6 bulan dan bulan basah (BB) sekitar 4.7 bulan sehingga daerah ini agak kering dengan vegetasi hutan sabana. Berdasarkan karakteristik tipe iklim E, kajian ini telah melakukan analisis tingkat keterpaparan dan kerentanan desa ketika menghadapi dampak buruk dari kekeringan serta mengidentifikasi potensi dampak yang ditimbulkannya. Tabel 7.4., menunjukkan potensi dampak Tinggi terkait bahaya kekeringan dan ini terbentuk oleh hubungan antara tingkat kerentanan desa pada kategori Rentan dan tingkat keterpaparan pada kategori Sedang dengan jumlah desa sebanyak 21 desa. Pada Tabel 7.4., tingkat risiko kekeringan di desa Pontianak pada dasarnya terpilah jadi dua kategori, yaitu kategori Sedang dan Agak Tinggi dan ini terjadi di bawah kondisi skenario iklim historis. Kondisi ini diperkirakan berlangsung tetap atau tidak berubah pada kondisi skenario iklim proyeksi. Sementara itu, dua puluh desa yang lain tingkat risiko kekeringannya pada kondisi historis maupun proyeksi adalah tetap yaitu pada kategori Agak Tinggi.

Tabel 7.4 Distribusi desa menurut tingkat risiko kekeringan di bawah kondisi Historis dan Proyeksi pada desa-desa yang berpotensi dampak Tinggi

Kecamatan	Desa	Potensi Dampak	Risiko Kekeringan Periode	
			Historis	Proyeksi
Boleng	Pontianak	Tinggi	Agak Tinggi ^{*)}	Agak Tinggi ^{*)}
Kuwus	Benteng Suru	Tinggi	Agak Tinggi	Agak Tinggi
Kuwus	Golo Ru'u	Tinggi	Agak Tinggi	Agak Tinggi
Kuwus	Lawi	Tinggi	Agak Tinggi	Agak Tinggi
Kuwus	Pangga	Tinggi	Agak Tinggi	Agak Tinggi
Kuwus Barat	Golo Riwu	Tinggi	Agak Tinggi	Agak Tinggi
Kuwus Barat	Sompang Kolang	Tinggi	Agak Tinggi	Agak Tinggi
Kuwus Barat	Wajur	Tinggi	Agak Tinggi	Agak Tinggi
Lembor	Golo Ndeweng	Tinggi	Agak Tinggi	Agak Tinggi
Lembor	Ponto Ara	Tinggi	Agak Tinggi	Agak Tinggi
Macang Pacar	Watubaru	Tinggi	Agak Tinggi	Agak Tinggi
Ndoso	Golo Keli	Tinggi	Agak Tinggi	Agak Tinggi
Ndoso	Golo Poleng	Tinggi	Agak Tinggi	Agak Tinggi
Ndoso	Lumut	Tinggi	Agak Tinggi	Agak Tinggi
Ndoso	Raka	Tinggi	Agak Tinggi	Agak Tinggi
Ndoso	Wae Buka	Tinggi	Agak Tinggi	Agak Tinggi
Welak	Galang	Tinggi	Agak Tinggi	Agak Tinggi
Welak	Golo Ndari	Tinggi	Agak Tinggi	Agak Tinggi
Welak	Gurung	Tinggi	Agak Tinggi	Agak Tinggi
Welak	Sewar	Tinggi	Agak Tinggi	Agak Tinggi
Welak	Wewa	Tinggi	Agak Tinggi	Agak Tinggi

Catatan: ^{*)} kombinasi antara tingkat risiko tertentu dengan tingkat risiko satu tingkat di bawahnya

(14). Desa-desa di Kabupaten Manggarai Barat yang berpotensi dampak Agak Tinggi berjumlah 36 desa dan ini terdistribusi di 12 kecamatan (lihat Tabel 7.5). Desa berpotensi dampak Agak Tinggi akan menjadi desa berisiko Agak Tinggi apabila peluang kejadian kekeringan di desa tersebut kategorinya Sedang (peluang 0.33 - 0.66 atau periode ulang

kejadian 3 - 1.5 tahun). Tabel 7.5. menunjukkan desa-desa di Kabupaten Manggarai Barat yang berpotensi dampak kekeringan Agak Tinggi memiliki tingkat risiko yang beragam. Di bawah skenario iklim historis, secara umum, tingkat risiko kekeringannya adalah Agak Tinggi dan diperkirakan kondisi ini akan tetap di masa depan di bawah skenario iklim SSP2-4.5 untuk periode 2021-2050 maupun 2051-2080. Namun, desa Labuan Bajo, Wae Kelambu, dan Pasir Putih yang pada periode historis masuk dalam kategori Sedang dan Agak Tinggi (dinotasikan sebagai Agak Tinggi^{*)}) diperkirakan pada periode proyeksi adalah akan tetap, yaitu pada kategori Sedang dan Agak Tinggi. Demikian juga desa Wae Jare, Loha, Poco Golo Kempo, dan Golo Ronggot yang pada awalnya berkategori Risiko Agak Tinggi dan Tinggi (dinotasikan sebagai Agak Tinggi^{**}) akan tetap berisiko yang sama baik pada kondisi historis maupun proyeksi. Khusus desa Kombo Tengah (kec. Pacar) diperkirakan akan mengalami perubahan periode kekeringan yang cukup signifikan, yaitu dari kategori Risiko Agak Tinggi pada periode historis menjadi Sangat Tinggi pada periode proyeksi. Ini berarti ada perubahan peluang hujan dari kategori Sedang (peluang 0.33-0.66 atau periode ulang 3 - 1.5 tahun) menjadi Tinggi (peluang 0.9 atau periode ulang kejadian 1 tahun). Artinya, desa ini akan mengalami perubahan periode ulang kekeringan dari tiap 3 tahun sekali pada periode sekarang menjadi setiap tahun sekali pada periode yang akan datang.

Tabel 7.5 Distribusi desa menurut tingkat risiko kekeringan di bawah kondisi Historis dan Proyeksi pada desa-desa yang berpotensi dampak Agak Tinggi

Kecamatan	Desa	Potensi Dampak	Risiko Kekeringan Periode	
			Historis	Proyeksi
Boleng	Golo Sepang	Agak Tinggi	Agak Tinggi	Agak Tinggi
Boleng	Tanjung Boleng	Agak Tinggi	Agak Tinggi	Agak Tinggi
Komodo	Labuan Bajo	Agak Tinggi	Agak Tinggi ^{*)}	Agak Tinggi ^{*)}
Komodo	Wae Kelambu	Agak Tinggi	Agak Tinggi ^{*)}	Agak Tinggi ^{*)}
Komodo	Nggorang	Agak Tinggi	Agak Tinggi	Agak Tinggi
Komodo	Pasir Putih	Agak Tinggi	Agak Tinggi ^{*)}	Agak Tinggi ^{*)}
Kuwus	Nantal	Agak Tinggi	Agak Tinggi	Agak Tinggi
Kuwus Barat	Golo Wedong	Agak Tinggi	Agak Tinggi	Agak Tinggi
Lembor	Daleng	Agak Tinggi	Agak Tinggi	Agak Tinggi
Lembor	Tangge	Agak Tinggi	Agak Tinggi	Agak Tinggi
Lembor	Liang Sola	Agak Tinggi	Agak Tinggi	Agak Tinggi
Lembor	Poco Dedeng	Agak Tinggi	Agak Tinggi	Agak Tinggi
Lembor	Poco Rutang	Agak Tinggi	Agak Tinggi	Agak Tinggi
Lembor	Wae Mowol	Agak Tinggi	Agak Tinggi	Agak Tinggi
Lembor Selatan	Benteng Dewa	Agak Tinggi	Agak Tinggi	Agak Tinggi
Lembor Selatan	Lendong	Agak Tinggi	Agak Tinggi	Agak Tinggi
Lembor Selatan	Munting	Agak Tinggi	Agak Tinggi	Agak Tinggi
Lembor Selatan	Nanga Bere	Agak Tinggi	Agak Tinggi	Agak Tinggi
Lembor Selatan	Nanga Lili	Agak Tinggi	Agak Tinggi	Agak Tinggi
Lembor Selatan	Watu Tiri	Agak Tinggi	Agak Tinggi	Agak Tinggi
Macang Pacar	Bari	Agak Tinggi	Agak Tinggi	Agak Tinggi
Macang Pacar	Sarae Naru	Agak Tinggi	Agak Tinggi	Agak Tinggi
Mbeliling	Wae Jare	Agak Tinggi	Agak Tinggi ^{***)}	Agak Tinggi ^{***)}
Mbeliling	Watu Galang	Agak Tinggi	Agak Tinggi	Agak Tinggi

Ndoso	Golo Bore	Agak Tinggi	Agak Tinggi	Agak Tinggi
Ndoso	Tentang	Agak Tinggi	Agak Tinggi	Agak Tinggi
Pacar	Kombo Tengah	Agak Tinggi	Agak Tinggi	Sangat Tinggi
Pacar	Loha	Agak Tinggi	Agak Tinggi ^{*)}	Agak Tinggi ^{*)}
Pacar	Pong Kolong	Agak Tinggi	Agak Tinggi	Agak Tinggi
Pacar	Waka	Agak Tinggi	Agak Tinggi	Agak Tinggi
Sano Nggoang	Poco Golo Kempo	Agak Tinggi	Agak Tinggi ^{**)}	Agak Tinggi ^{**)}
Welak	Dunta	Agak Tinggi	Agak Tinggi	Agak Tinggi
Welak	Golo Ronggot	Agak Tinggi	Agak Tinggi ^{**)}	Agak Tinggi ^{**)}
Welak	Lale	Agak Tinggi	Agak Tinggi	Agak Tinggi
Welak	Pengka	Agak Tinggi	Agak Tinggi	Agak Tinggi
Welak	Watu Umpu	Agak Tinggi	Agak Tinggi	Agak Tinggi

Catatan: *) kombinasi antara tingkat risiko tertentu dengan tingkat risiko satu tingkat di bawahnya

**) kombinasi antara tingkat risiko tertentu dengan tingkat risiko satu tingkat di atasnya

7.2 Rekomendasi

Temuan yang telah diperoleh dari hasil kajian kerentanan dan risiko iklim di Kabupaten Manggarai Barat berjumlah sekitar 14 *point*. Berdasarkan temuan tersebut, kajian ini merekomendasikan beberapa hal berikut:

- 1) Hasil analisis data iklim, morfologi wilayah, dan informasi kebencanaan dari BPBD Kabupaten Manggarai Barat. Wilayah kajian merupakan daerah yang sering terpapar oleh banjir akibat intensitas hujan tinggi dan/atau longsor di daerah yang bertopografi perbukitan atau pegunungan serta terpapar oleh kekeringan sesuai tipe iklim E yang memiliki karakteristik Agak Kering dengan vegetasi sabana. Berdasarkan hasil analisis awal ini, wilayah studi *perlu menetapkan skala prioritas penanggulangan bencana iklim (baik secara fisik atau non-fisik) berlandaskan hasil kajian iklim*
- 2) Hasil analisis data biofisik dan sosial ekonomi yang diekstrak dari data Potensi Desa tahun 2021 serta data pendukung lainnya; kajian ini telah dapat mengidentifikasi serta menetapkan indikator sensitivitas (S), kapasitas adaptasi (KA), dan keterpaparan (E) desa secara berturut-turut adalah 8 indikator S, 6 indikator KA, dan 6 indikator E. *Indikator-indikator ini bersifat sementara dan relatif sehingga perlu diperbarui secara teratur* mengikuti periode penerbitan dari data pendukung; misalnya, sesuai hasil survei potensi desa yang dilakukan oleh BPS Kabupaten Manggarai Barat atau BPS Pusat
- 3) Hasil analisis tingkat sensitivitas dan kapasitas adaptasi desa, desa-desa di Kabupaten Manggarai Barat secara berturut-turut sebagian besar mengelompok pada kategori Sedang (94%) dan kategori Agak Rendah (54%) sehingga tingkat kerentanannya mengelompok pada kategori Cukup Rentan (66%). Selanjutnya, kategori Rentan, Agak Rentan dan Tidak Rentan; secara berturut-turut jumlah desa dan persentasenya adalah 22 desa (13%), 34 desa (20%), dan 1 desa (1%).

Berdasarkan hasil analisis kerentanan ini, desa-desa yang masuk dalam kategori Rentan telah diskenariokan untuk turun dari kategori Rentan menjadi Cukup Rentan. Pada tahap selanjutnya, *lakukan dengan cara yang sama (kategori Rentan turun menjadi Cukup Rentan) tetapi menggunakan indikator sensitivitas, kapasitas adaptasi, dan keterpaparan yang telah diperbarui*

- 4) Hasil analisis indikator sensitivitas (S) dan kapasitas adaptasi (KA) yang berkontribusi besar pada kerentanan desa untuk kategori Rentan berjumlah 9 indikator, yaitu: S₁, S₂, S₄, S₅, KA₂, KA₃, KA₄, KA₅, dan KA₆. Langkah selanjutnya adalah *mengidentifikasi kembali indikator S dan KA yang berkontribusi besar pada kerentanan desa tetapi menggunakan data biofisik dan sosial ekonomi yang telah diperbarui*
- 5) Hasil analisis tingkat kerentanan dan keterpaparan desa adalah potensi dampak di desa itu yang terkait bahaya iklim seperti banjir, kekeringan, dan tanah longsor. Jumlah desa di Kabupaten Manggarai Barat yang berpotensi terdampak oleh bahaya iklim (banjir, longsor, dan kekeringan) pada kategori **Tinggi** ada 22 desa. *Lakukan analisis lanjutan terkait risiko bahaya iklim (banjir, longsor, dan kekeringan secara simultan) terutama untuk desa-desa dengan potensi dampak tinggi dan kerentanan tinggi*
- 6) Berdasarkan rekomendasi nomor 2, 3, dan 4 lakukan *penentuan bentuk atau program aksi adaptasi dalam rangka menurunkan tingkat kerentanan desa yang terjadi pada saat sekarang dan mengantisipasi kemungkinan peningkatan kerentanan di masa depan. Dalam pemenuhan rekomendasi ke-6 memerlukan dukungan OPD terkait*
- 7) Berdasarkan rekomendasi nomor 5, *pilih lokasi aksi adaptasi sesuai tingkat risiko iklimnya. Dalam pemenuhan rekomendasi ke-7 memerlukan dukungan OPD dan stakeholder lain yang terkait*

7.3 Tindak Lanjut

Berdasarkan hasil kajian kerentanan desa dan risiko iklim maka dapat diperoleh peta kerentanan dan risiko yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi sebaran dan tingkat kerentanan/risiko untuk kondisi historis dan proyeksi (masa depan). Tindak lanjut dari hasil kajian kerentanan desa dan risiko iklim adalah melakukan pengelolaan risiko dan ini terdiri dari beberapa tahap:

- 1) menentukan **bentuk atau program aksi adaptasi** berdasarkan **hasil analisis kerentanan**. Bentuk aksi adaptasi yang baik adalah bentuk aksi adaptasi yang dapat menurunkan tingkat kerentanan desa yang terjadi pada saat sekarang dan mengantisipasi kemungkinan peningkatan kerentanan di masa depan. Efektifitas penurunan tingkat kerentanan diukur berdasarkan nilai dampak positifnya pada beberapa aspek pembangunan, seperti: ekosistem, kemiskinan, pendidikan, kesehatan, infrastruktur, sumber mata pencarian, dan tata kelola pemerintahan

- (governance). Semakin banyak aspek pembangunan yang terkena dampak positif maka semakin efektif upaya aksi tersebut.
- 2 memilih **lokasi aksi adaptasi** berdasarkan **hasil kajian risiko**. Lokasi aksi adaptasi utama yang dipilih adalah yang berisiko paling tinggi dan selanjutnya secara berjenjang pilihan lokasi tersebut turun ke tingkat risiko yang lebih rendah.
 - 3 melakukan sinkronisasi Program Aksi Adaptasi Kedalam Dokumen Pembangunan Nasional atau Daerah

DAFTAR PUSTAKA

- Adger, W., Brooks, N., Bentham, G., & Agnew, M. (2004). *New indicators of vulnerability and adaptive capacity (tr7).pdf*. January.
- Bappeda Manggarai Barat. (2021). *Batang Tubuh Perda RTRW Kabupaten Manggarai Barat No 11 Tahun 2021*.
- Bappenas. (2018). *Kaji Ulang RAN API: Kajian Basis Ilmiah Proyeksi Iklim Atmosferik* (Vol. 3, Issue April).
- Bappenas. (2021). Implementasi Ekonomi Hijau Melalui Pembangunan Rendah Karbon | Kementerian PPN/Bappenas. *Bappenas*, 2024. <https://www.bappenas.go.id/id/berita/implementasi-ekonomi-hijau-melalui-pembangunan-rendah-karbon-QPkoU>
- Boer, R. (tanpa tahun). *Pengenalan Dasar Analisis Kerentanan dan Risiko Iklim*.
- Çellek, S. (2020). Effect of the Slope Angle and Its Classification on Landslide. *Natural Hazards and Earth System Sciences Discussions*, 2020, 1–23. <https://doi.org/10.5194/nhess-2020-87>
- Das, S., Ghosh, A., Hazra, S., Ghosh, T., Safra de Campos, R., & Samanta, S. (2020). Linking IPCC AR4 & AR5 frameworks for assessing vulnerability and risk to climate change in the Indian Bengal Delta. *Progress in Disaster Science*, 7, 100110. <https://doi.org/10.1016/j.pdisas.2020.100110>
- Estoque, R., Ishtiaque, A., Parajuli, J., Athukorala, D., Rabby, Y., & Ooba, M. (2023). Has the IPCC's revised vulnerability concept been well adopted? *Ambio*, 52(2), 376–389. <https://doi.org/10.1007/s13280-022-01806-z>
- Funk, C., Peterson, P., Landsfeld, M., Pedreros, D., Verdin, J., Shukla, S., Husak, G., Rowland, J., Harrison, L., Hoell, A., & Michaelsen, J. (2015). The climate hazards infrared precipitation with stations—a new environmental record for monitoring extremes. *Scientific Data*, 2(1), 150066. <https://doi.org/10.1038/sdata.2015.66>
- Füssel, H., & Klein, R. (2006). Climate change vulnerability assessments: An evolution of conceptual thinking. *Climatic Change*, 75(3), 301–329. <https://doi.org/10.1007/s10584-006-0329-3>
- IPCC AR5. (2014a). *Annex II: Glossary*. In: *Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*.
- IPCC AR5. (2014b). *Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*.
- IPCC AR5. (2014c). Summary for policy makers. In: *Climate Change 2014: Impacts,*

Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. In *Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA*. <https://doi.org/10.1017/cbo9780511976988.002>

Jones, R., & Boer, R. (2004). *Technical Paper 4: Assessing current climate risks. Di dalam: Bo Lim et al. (editor). Adaptation Policy Frameworks for Climate Change: Developing Strategies, Policies and Measures* (Issue 4). Cambridge University Press. https://www.preventionweb.net/files/7995_APF.pdf

Mianabadi, A., Salari, K., & Pourmohamad, Y. (2022). Drought monitoring using the long-term CHIRPS precipitation over Southeastern Iran. *Applied Water Science*, *12*(8), 183. <https://doi.org/10.1007/s13201-022-01705-4>

Murata, A., Watanabe, S. I., Sasaki, H., Kawase, H., & Nosaka, M. (2020). Assessing Goodness of Fit to a Gamma Distribution and Estimating Future Projection on Daily Precipitation Frequency Using Regional Climate Model Simulations over Japan with and without the Influence of Tropical Cyclones. *Journal of Hydrometeorology*, *21*(12), 2997–3010. <https://doi.org/10.1175/JHM-D-20-0068.1>

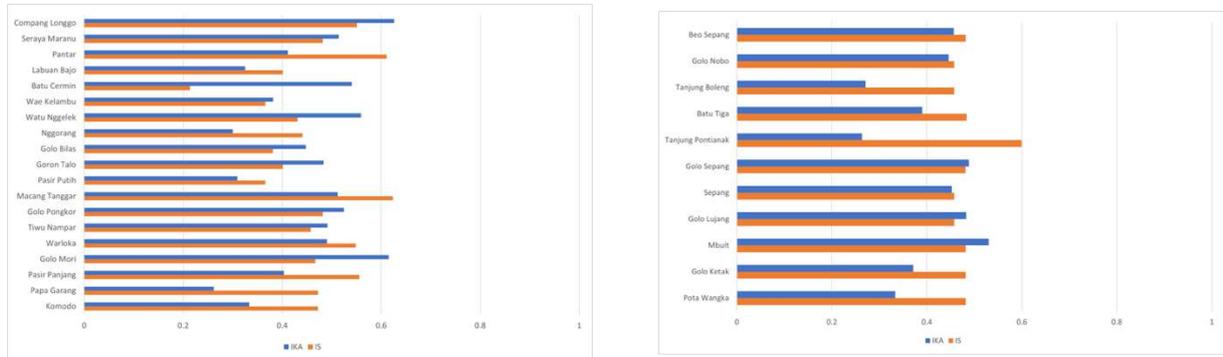
Progênio, M. F., & Blanco, C. J. C. (2020). Cumulative distribution function of daily rainfall in the Tocantins–Araguaia hydrographic region, Amazon, Brazil. *Natural Resource Modeling*, *33*(2). <https://doi.org/10.1111/nrm.12264>

Wilks, D. (2007). Statistical methods in the atmospheric sciences, second edition. In *Meteorological Applications* (Vol. 91, Issue 2).

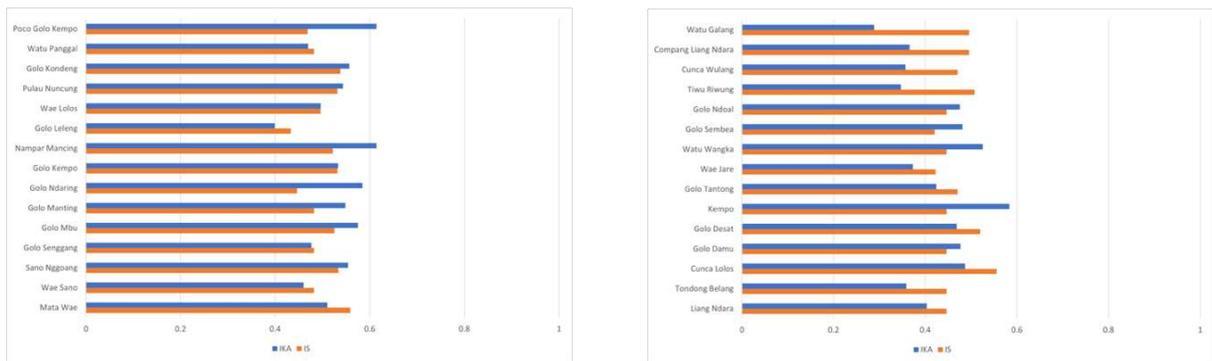
Zhong, H., Wang, Y., Zhang, S., Zhang, Q., & Ng, C. W. W. (2024). Effects of extreme drought–rainfall on slope failure mechanisms: centrifuge modelling. *Canadian Geotechnical Journal*, *61*(4), 820–826. <https://doi.org/10.1139/cgj-2023-0133>

LAMPIRAN

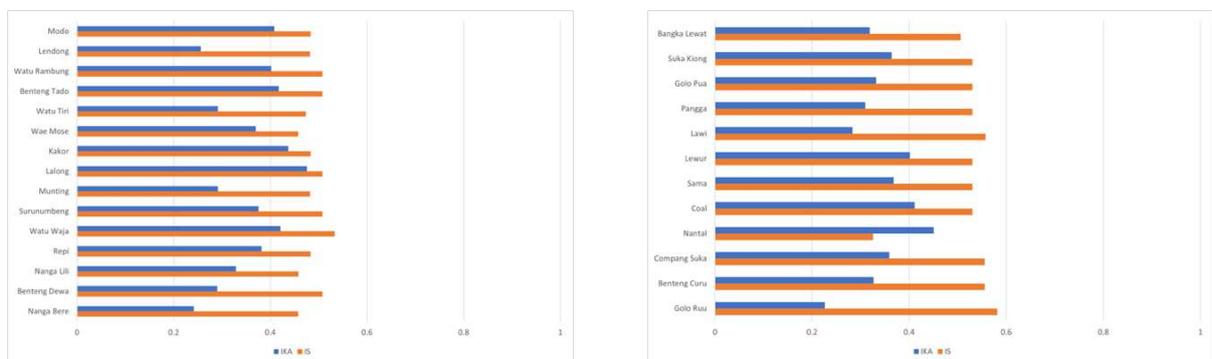
Lampiran 1. Indeks sensitivitas dan kapasitas adaptasi desa di Kabupaten Manggarai Barat



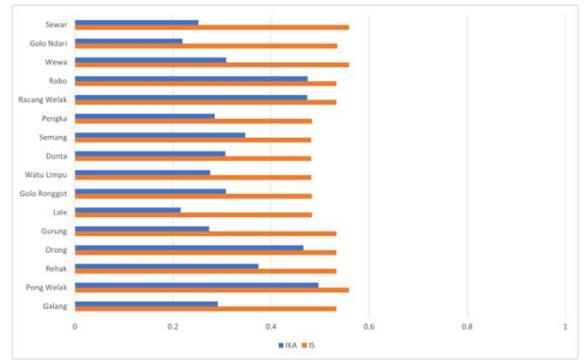
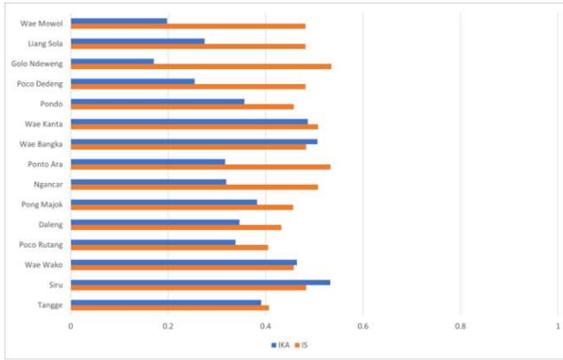
Gambar L1.1. Indeks Kapasitas Adaptasi dan Sensitivitas Desa, Kec. Komodo (kiri) dan Kec. Boleng (Kanan)



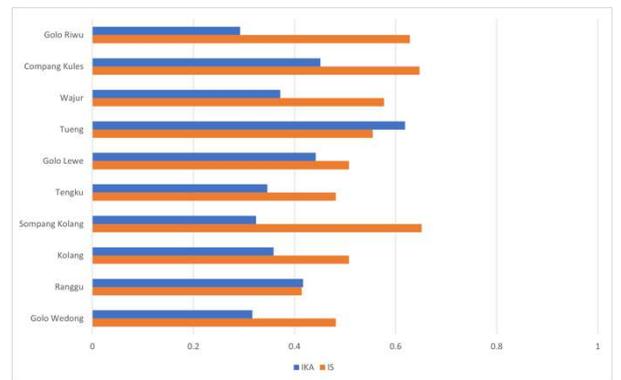
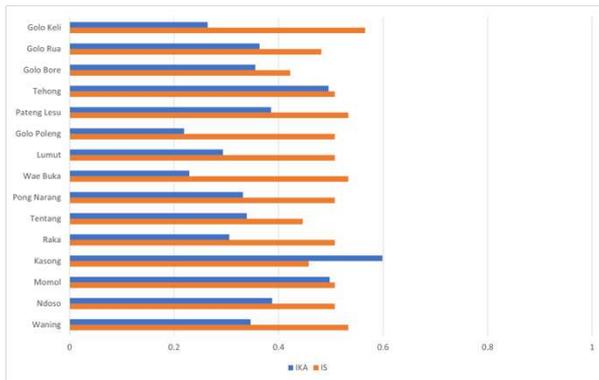
Gambar L1.2. Indeks Kapasitas Adaptasi dan Sensitivitas Desa, Kec. Sano Nggoang (kiri) dan Kec. Mbeiling (Kanan)



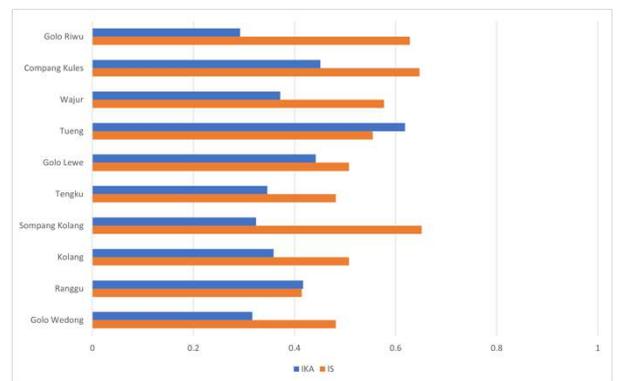
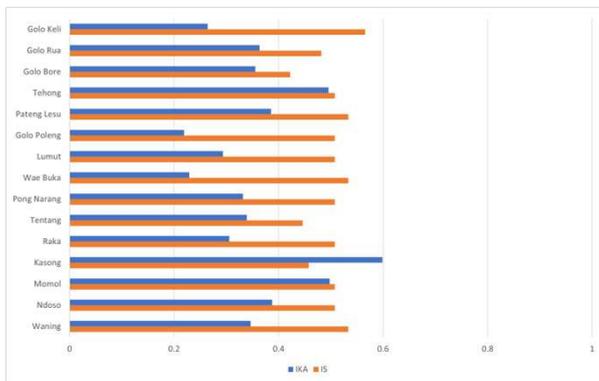
Gambar L1.3. Indeks Kapasitas Adaptasi dan Sensitivitas Desa, Kec. Lembor Selatan (kiri) dan Kec. Kuwus (Kanan)



Gambar L1.4. Indeks Kapasitas Adaptasi dan Sensitivitas Desa, Kec. Lembor (kiri) dan Kec. Welak (Kanan)

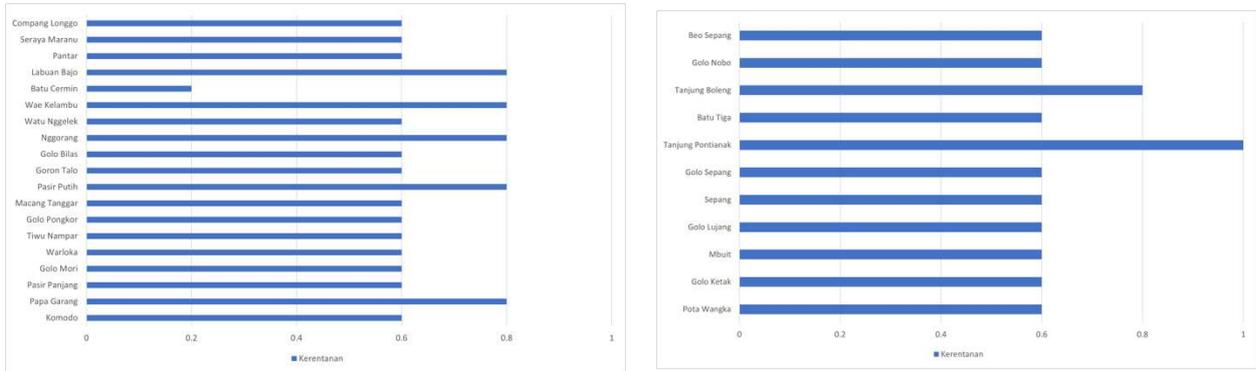


Gambar L1.5. Indeks Kapasitas Adaptasi dan Sensitivitas Desa, Kec. Ndosso (kiri) dan Kec. Kuwus Barat

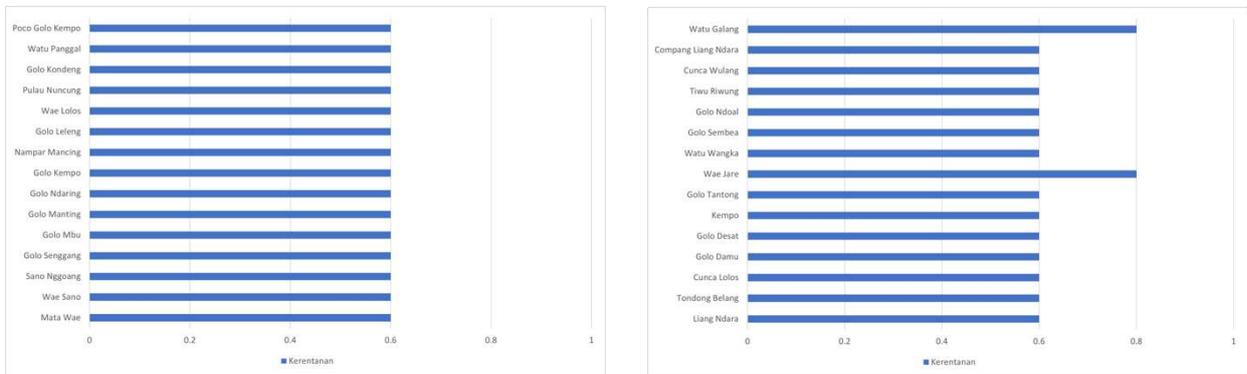


Gambar L1.6. Indeks Kapasitas Adaptasi dan Sensitivitas Desa, Kec. Macang Pacar (kiri) dan Kec. Kuwus Pacar (Kanan)

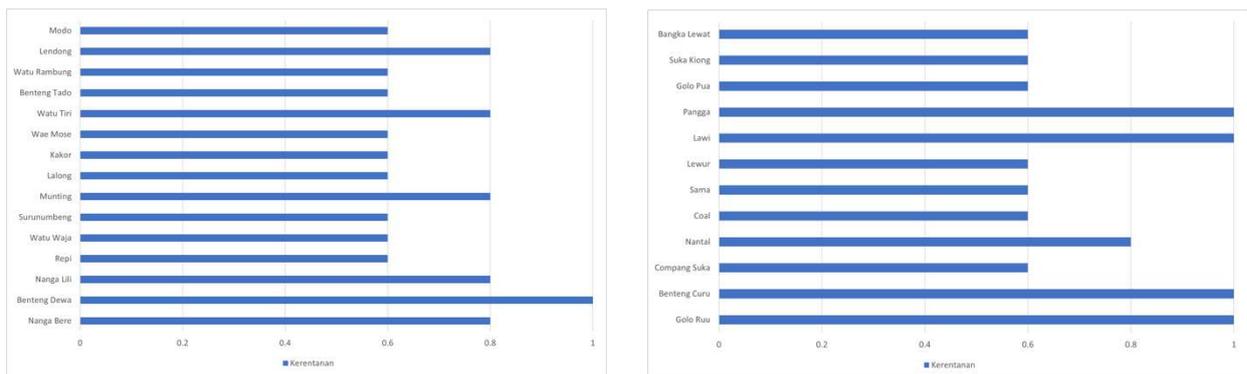
Lampiran 2. Indeks kerentanan desa di Kabupaten Manggarai Barat



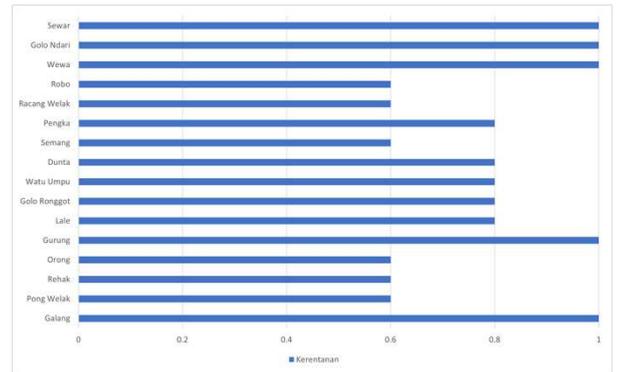
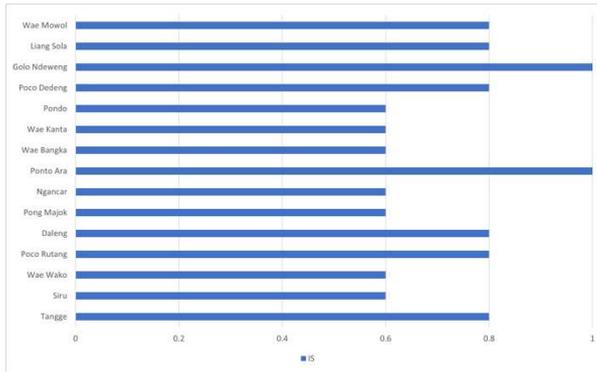
Gambar L2.1. Indeks Kerentanan Desa, Kec. Komodo (kiri) dan Kec. Boleng (Kanan)



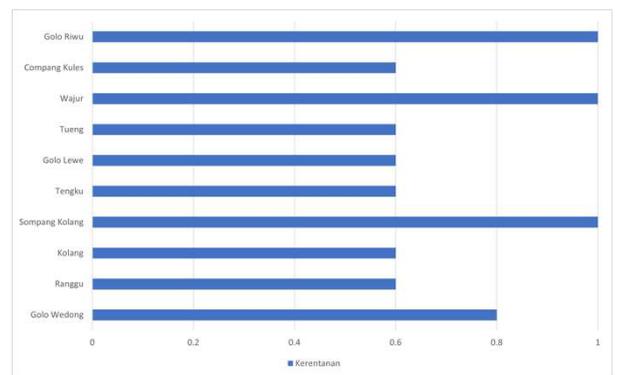
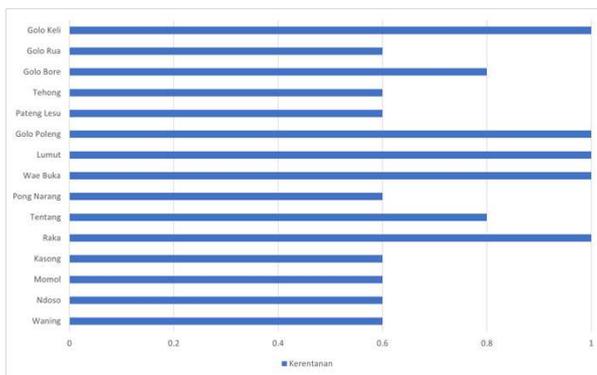
Gambar L2.2 Indeks Kerentanan Desa, Kec. Sano Nggoang (kiri) dan Kec. Mbeililing (Kanan)



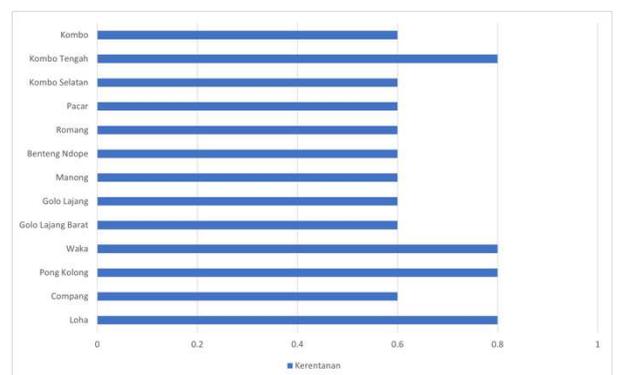
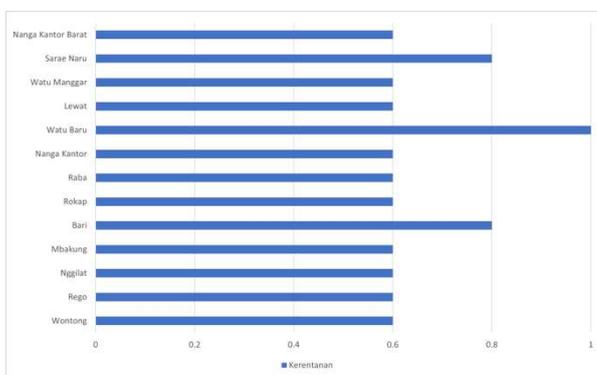
Gambar L2.3. Indeks Kerentanan Desa, Kec. Lembor Selatan (kiri) dan Kec. Kuwus (Kanan)



Gambar L2.4. Indeks Kerentanan Desa, Kec. Lembor (kiri) dan Kec. Welak (Kanan)

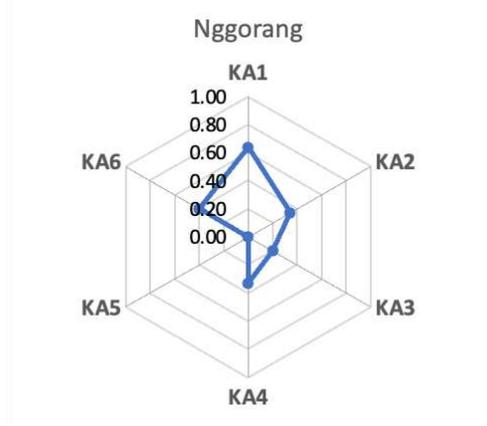
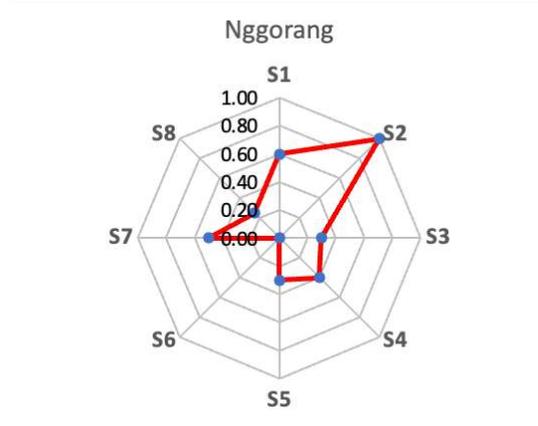
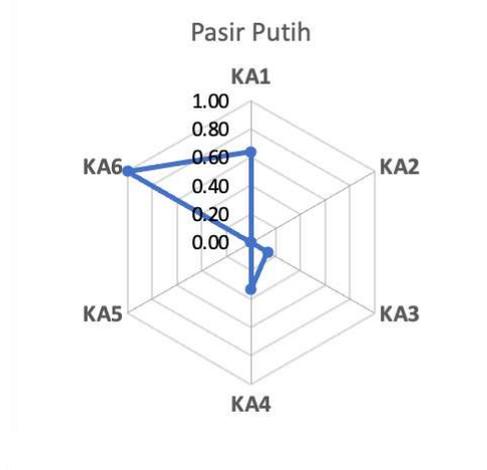
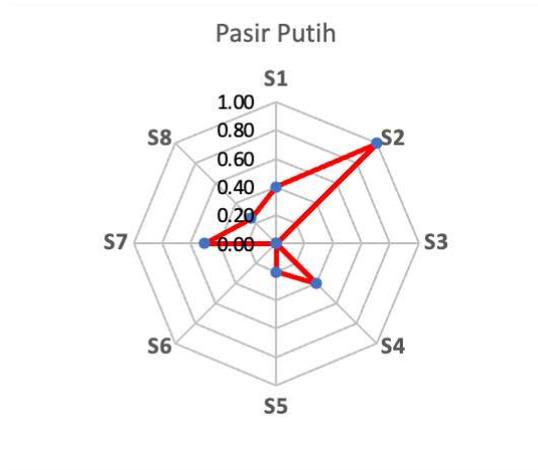
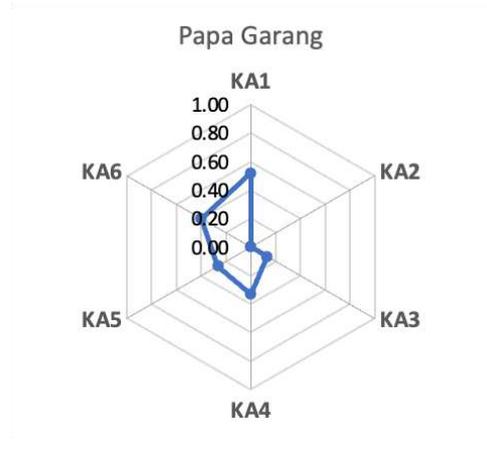
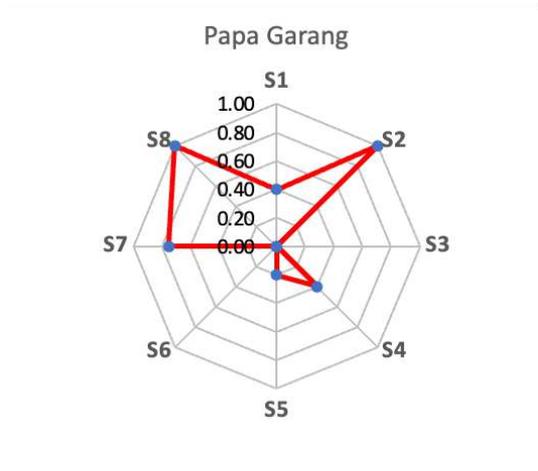


Gambar L2.5. Indeks Kerentanan Desa, Kec. Ndosu (kiri) dan Kec. Kuwus Barat (Kanan)

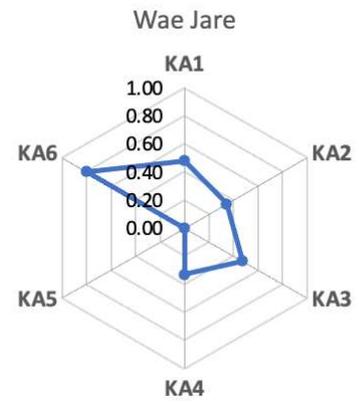
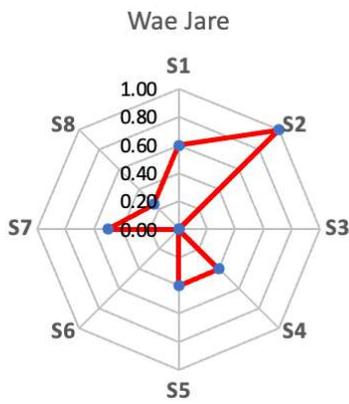
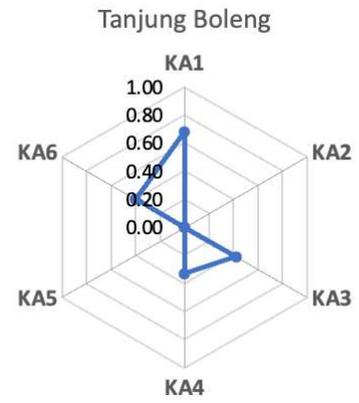
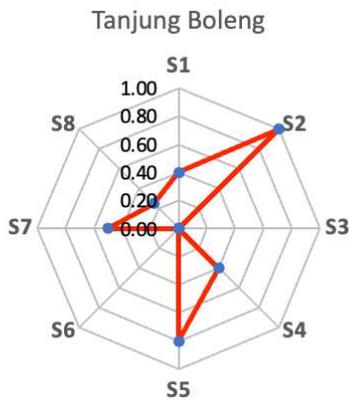
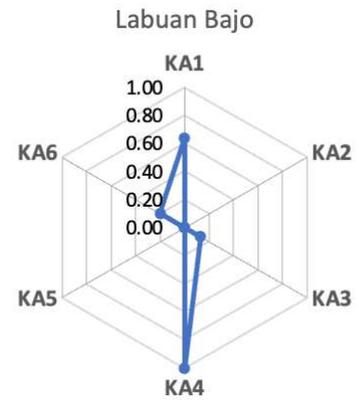
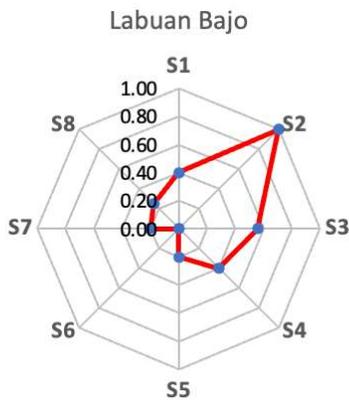
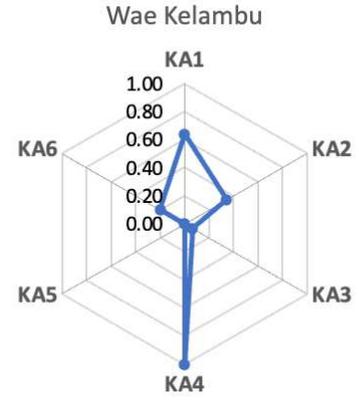
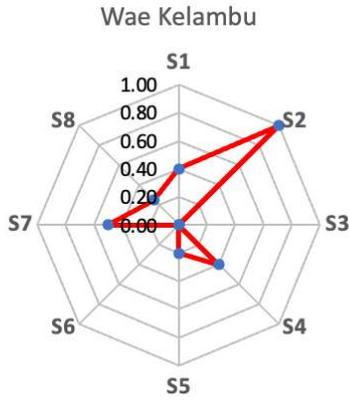


Gambar L2.6. Indeks Kerentanan Desa, Kec. Macang Pacar (kiri) dan Kec. Pacar (Kanan)

Lampiran 3. Kondisi desa dengan indikator penyusun tingkat sensitivitas dan kapasitas adaptasi menurut kategori Agak Rentan

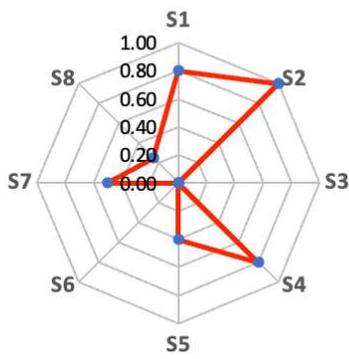


Lampiran-3. (lanjutan...)

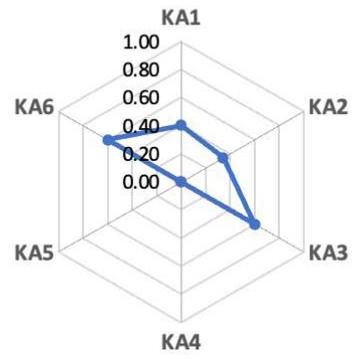


Lampiran-3. (lanjutan...)

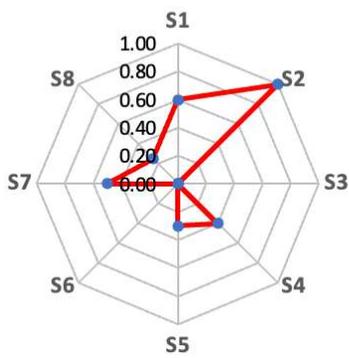
Watu Galang



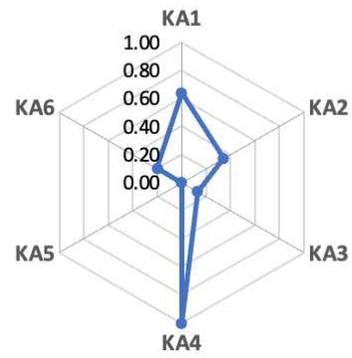
Watu Galang



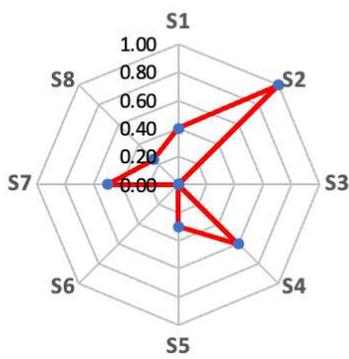
Tangge



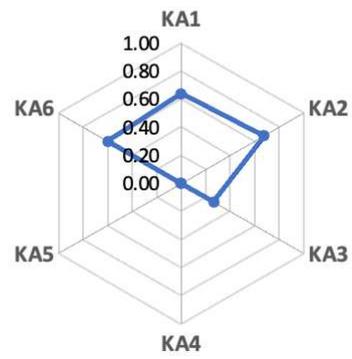
Tangge



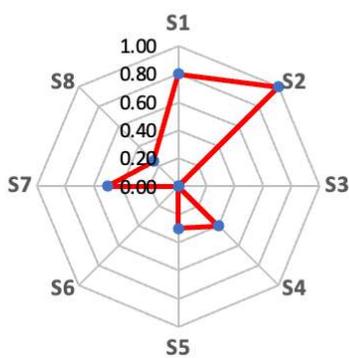
Poco Rutang



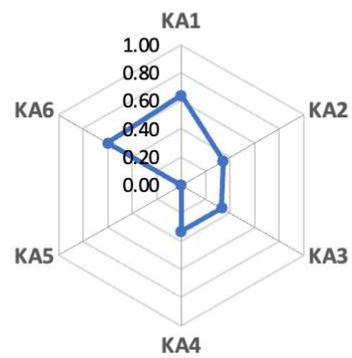
Poco Rutang



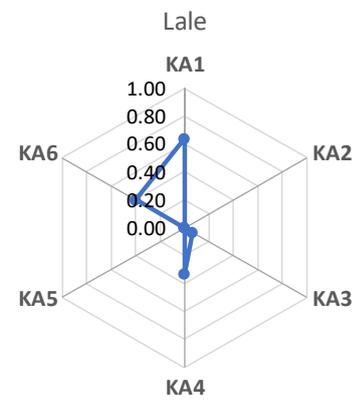
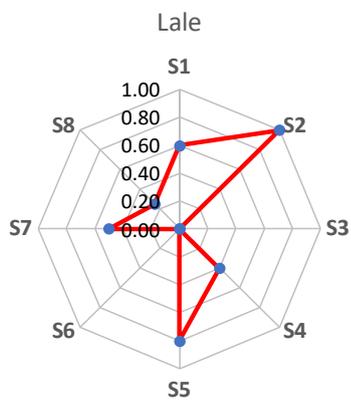
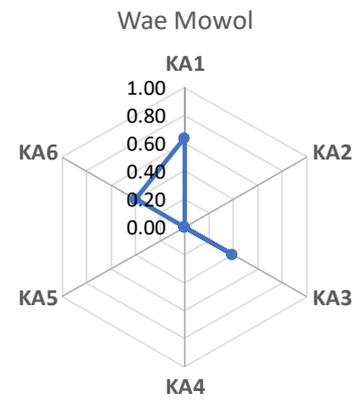
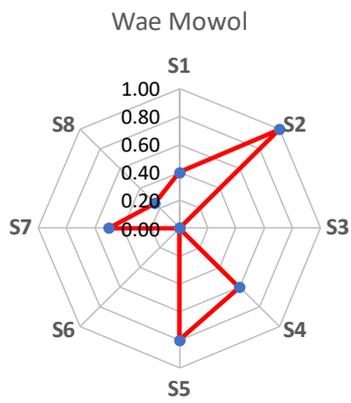
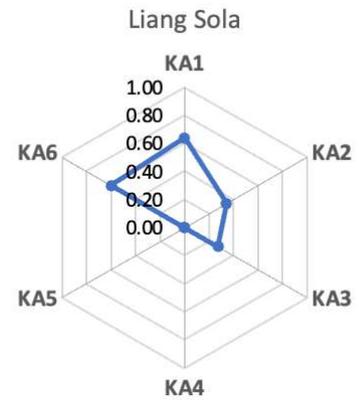
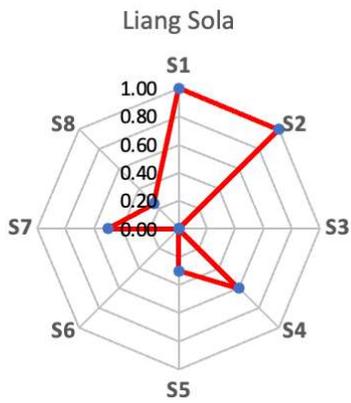
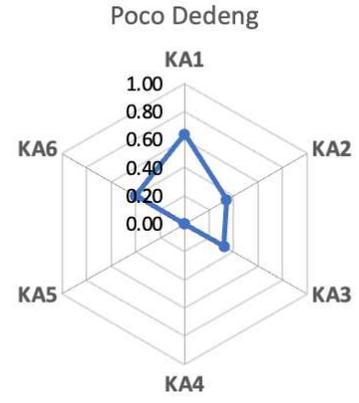
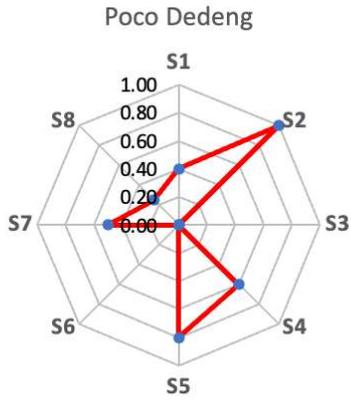
Daleng



Daleng

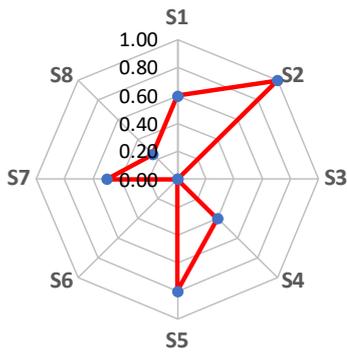


Lampiran-3. (lanjutan...)

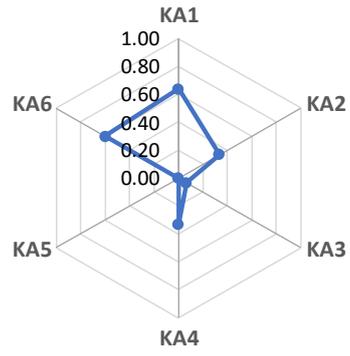


Lampiran-3. (lanjutan...)

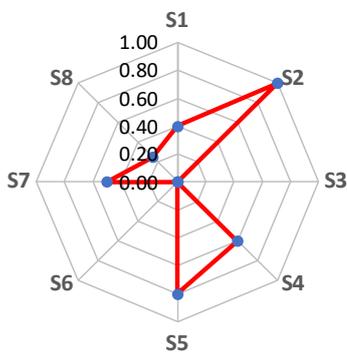
Golo Runggut



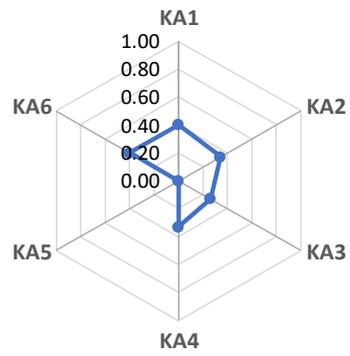
Golo Runggut



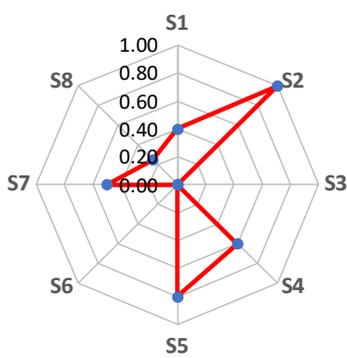
Watu Umpu



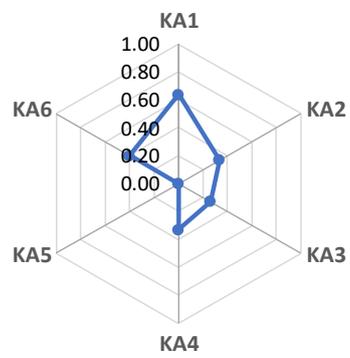
Watu Umpu



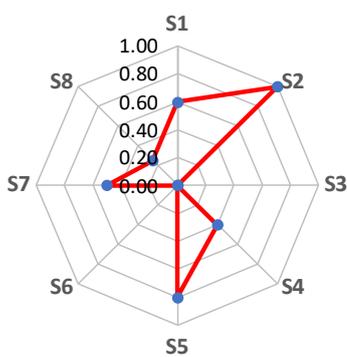
Dunta



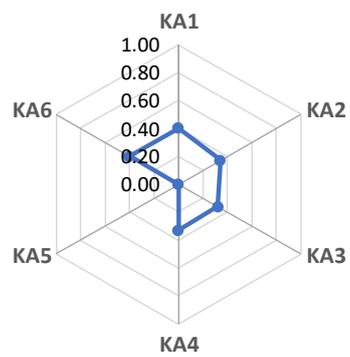
Dunta



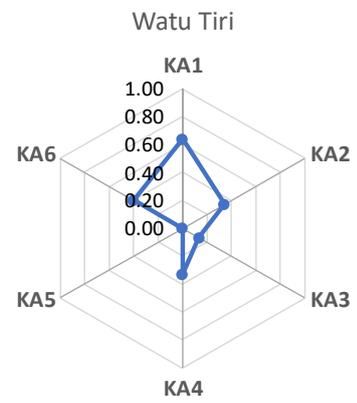
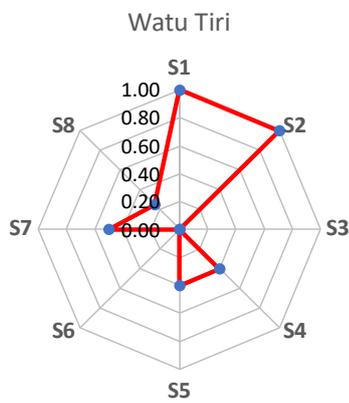
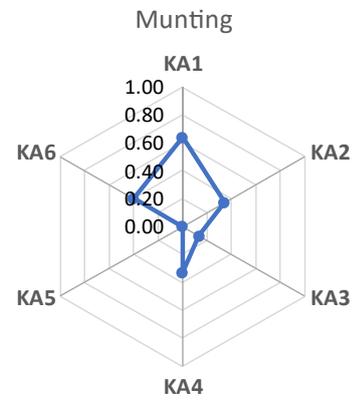
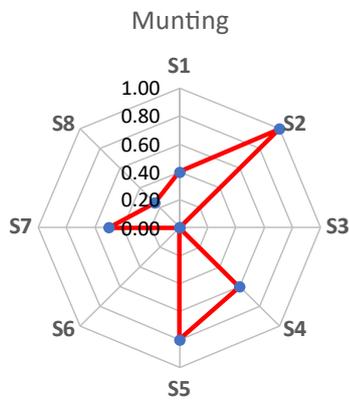
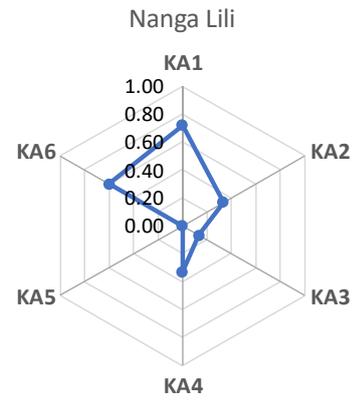
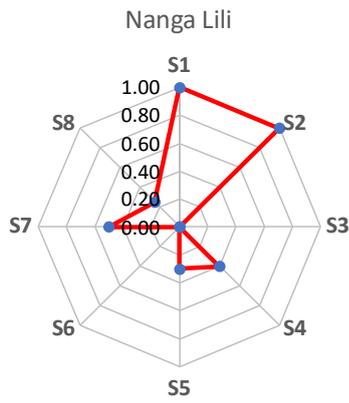
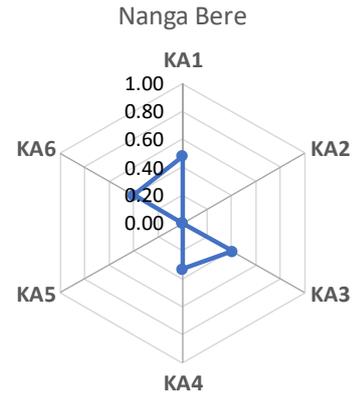
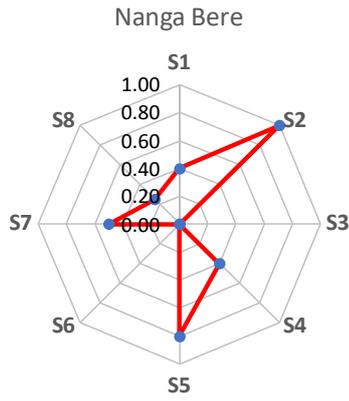
Pengka



Pengka

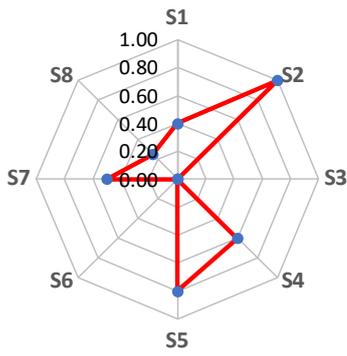


Lampiran-3. (lanjutan...)

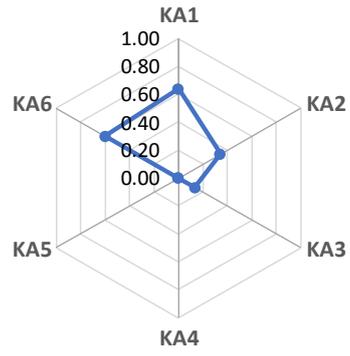


Lampiran-3. (lanjutan...)

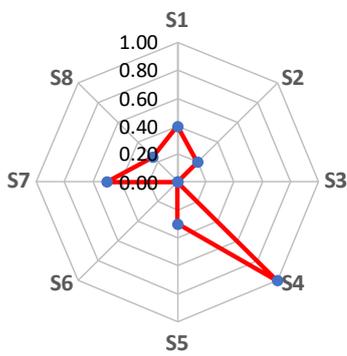
Lendong



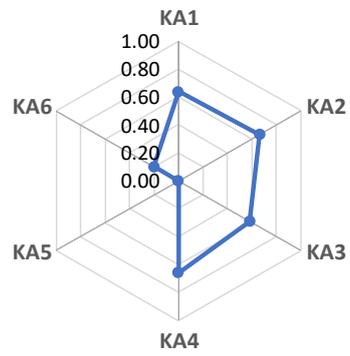
Lendong



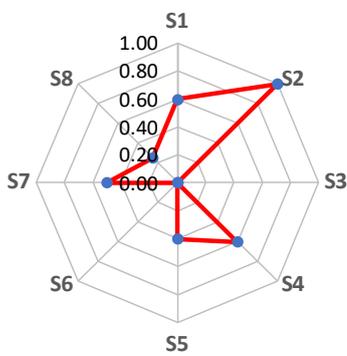
Nantal



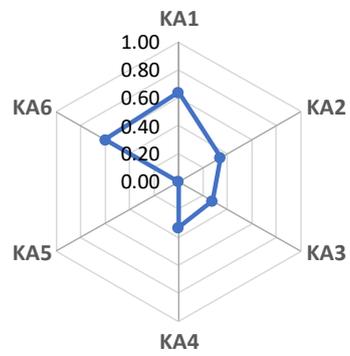
Nantal



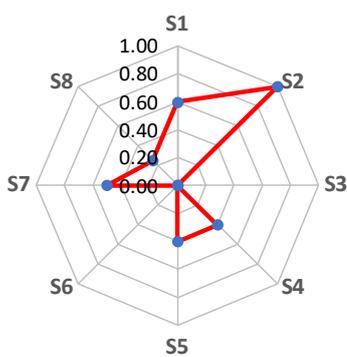
Tentang



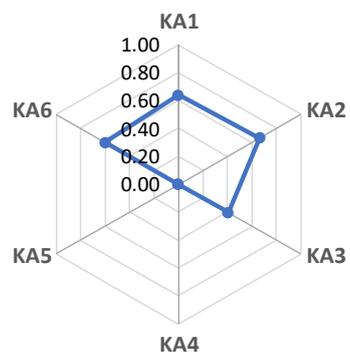
Tentang



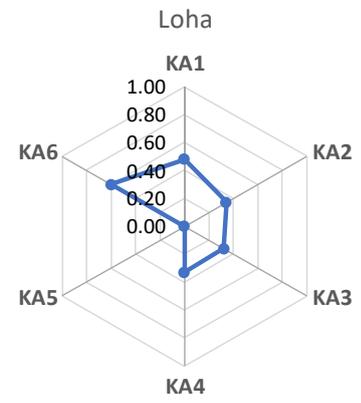
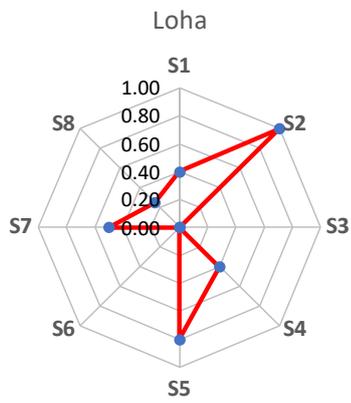
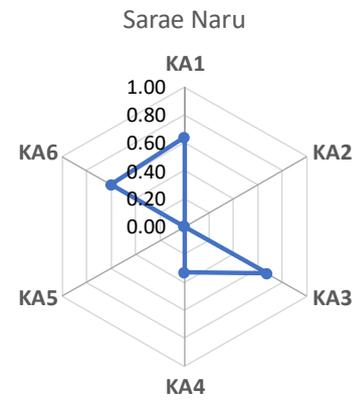
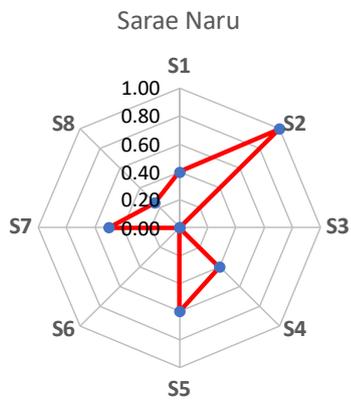
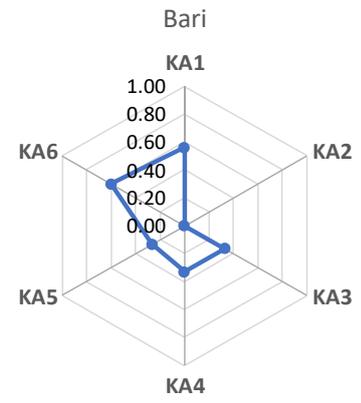
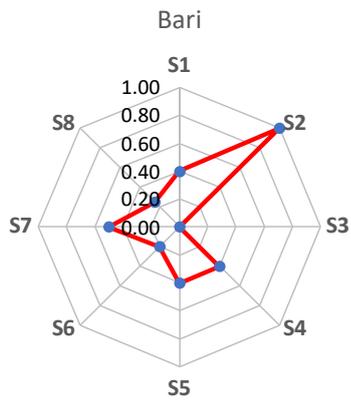
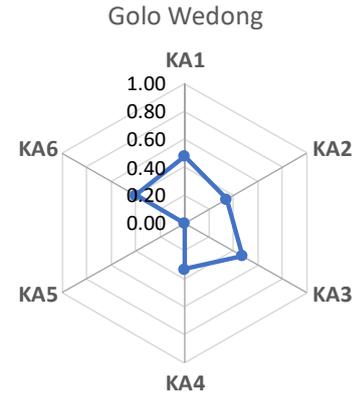
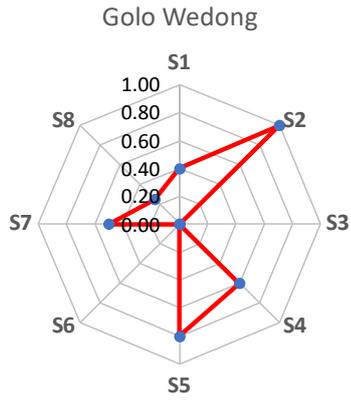
Golo Bore



Golo Bore

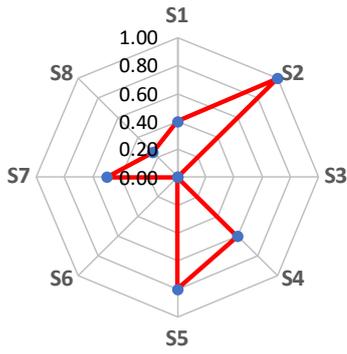


Lampiran-3. (lanjutan...)

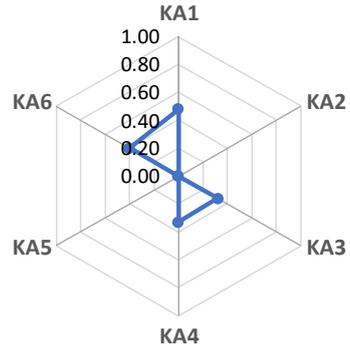


Lampiran-3. (lanjutan...)

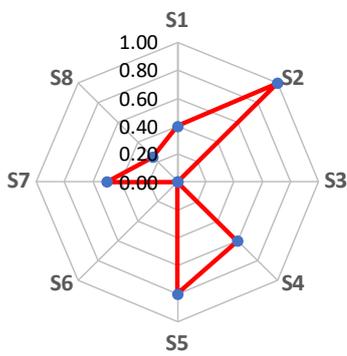
Pong Kolong



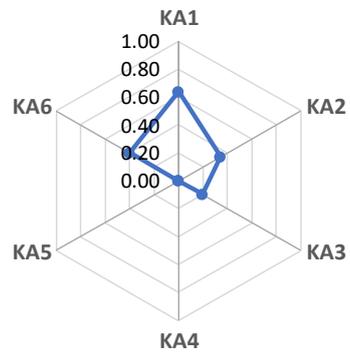
Pong Kolong



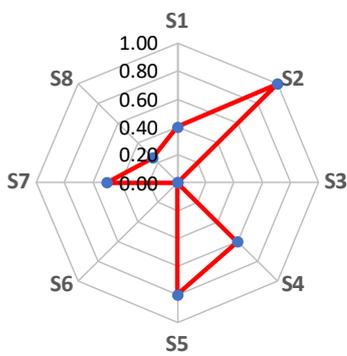
Waka



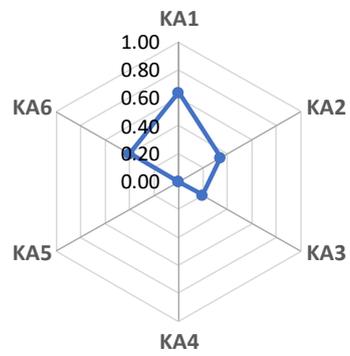
Waka



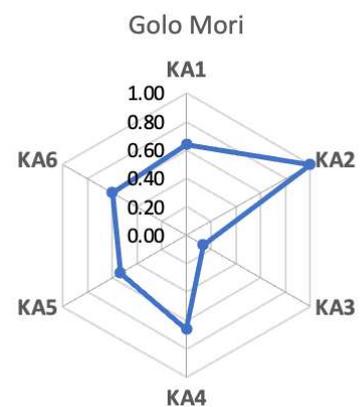
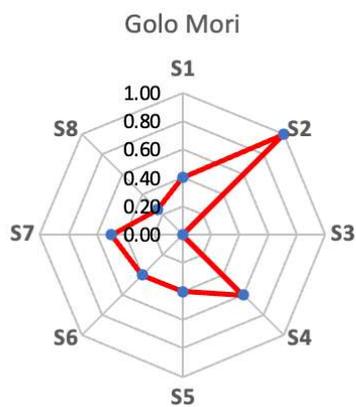
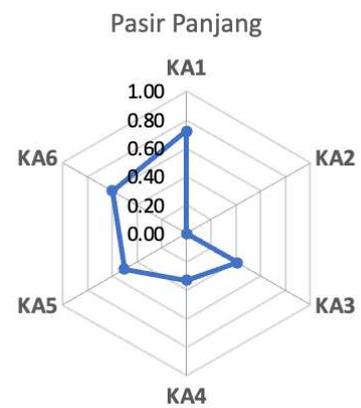
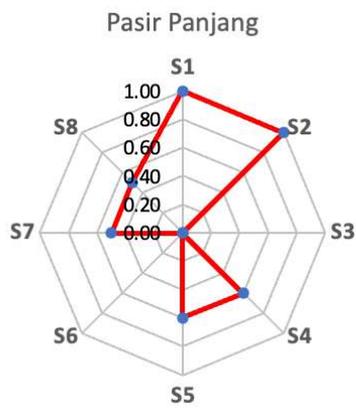
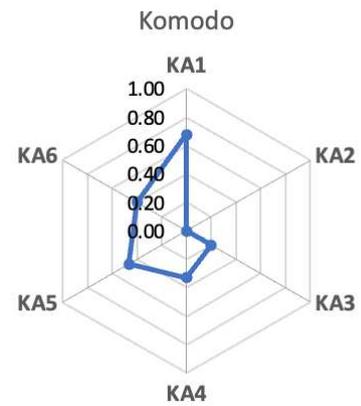
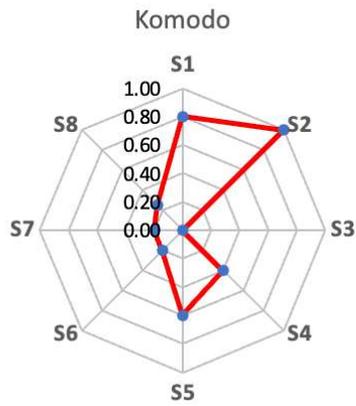
Kombo Tengah



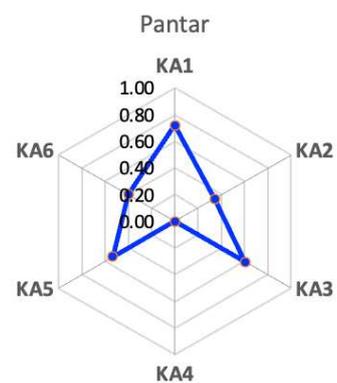
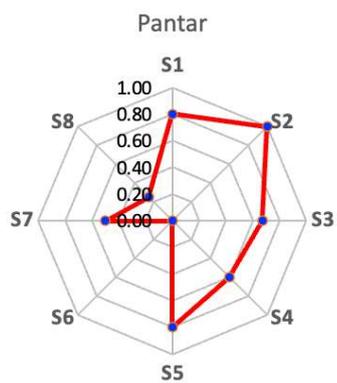
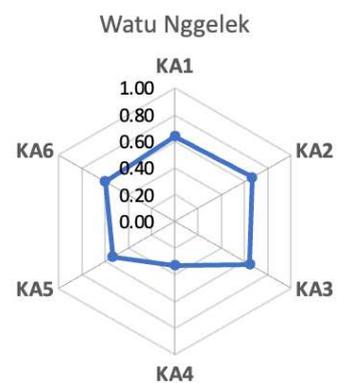
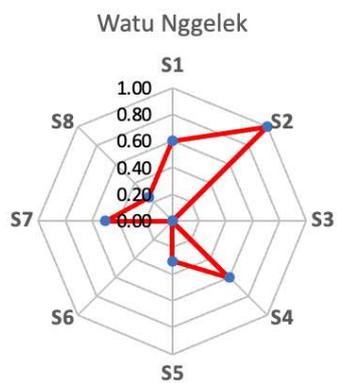
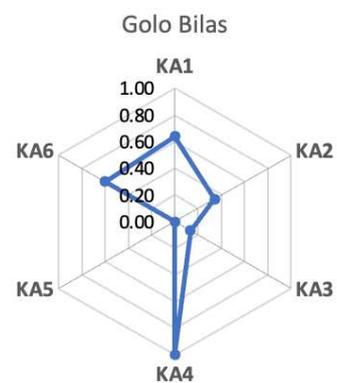
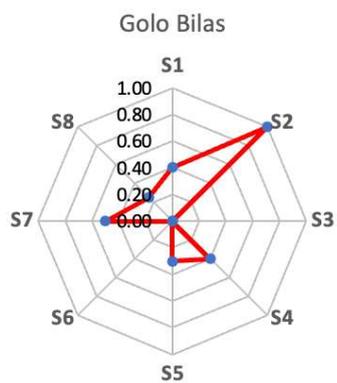
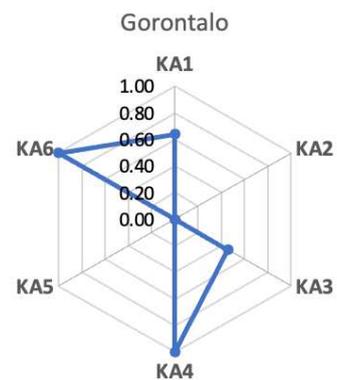
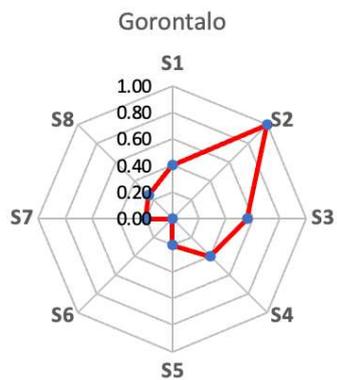
Kombo Tengah



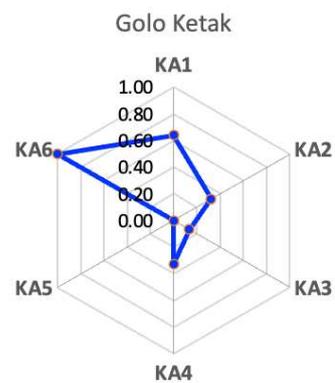
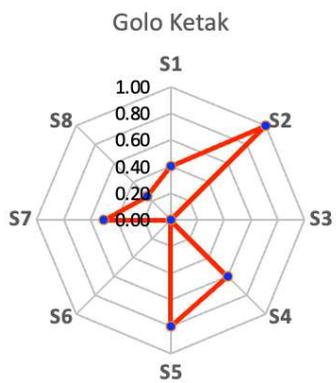
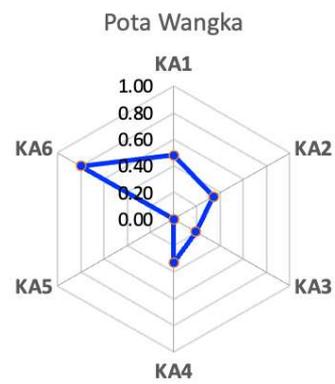
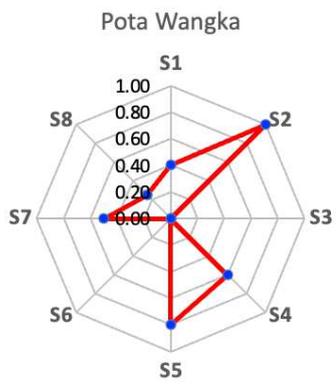
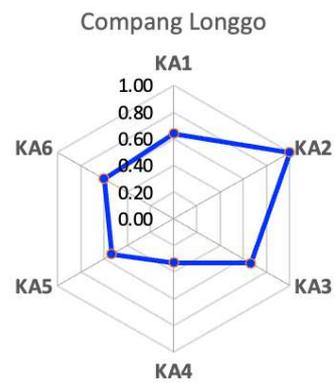
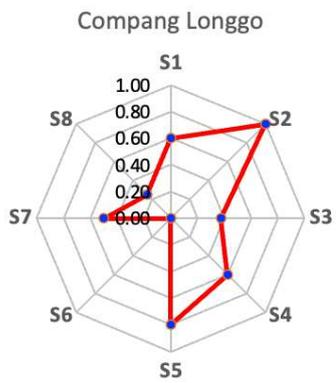
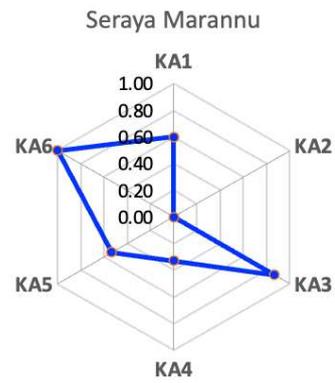
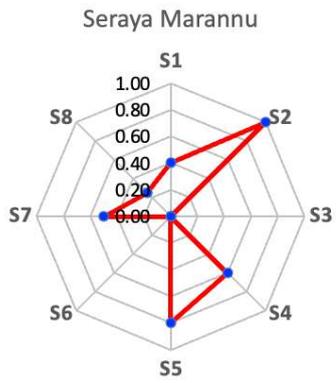
Lampiran 4. Kondisi desa dengan indikator penyusun tingkat sensitivitas dan kapasitas adaptasi menurut kategori Cukup Rentan



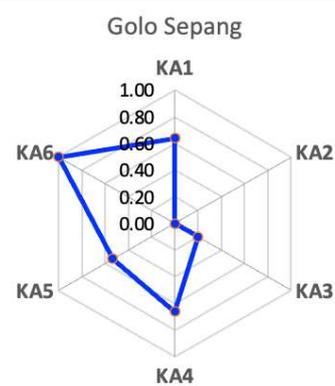
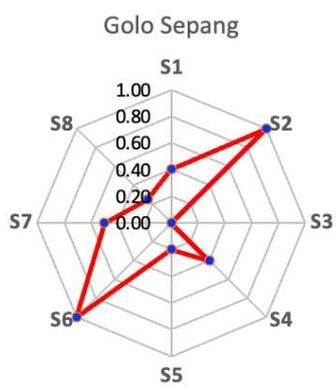
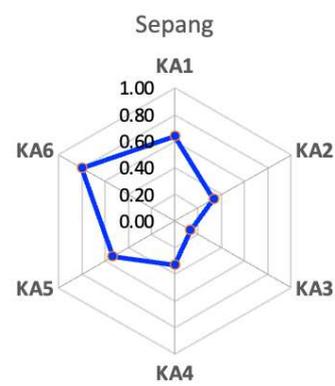
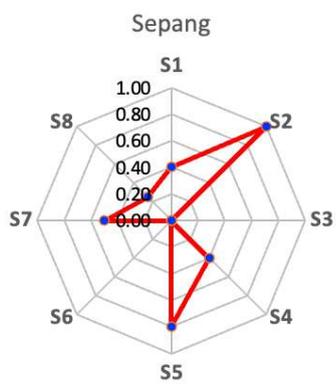
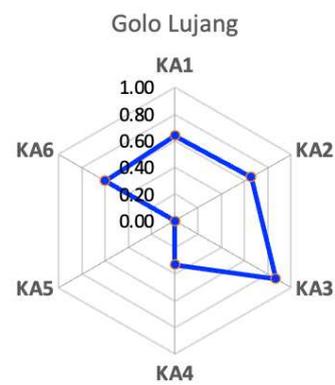
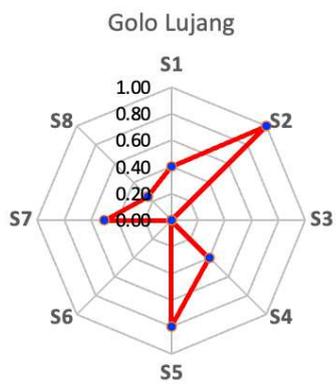
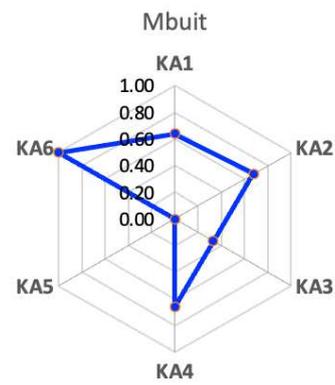
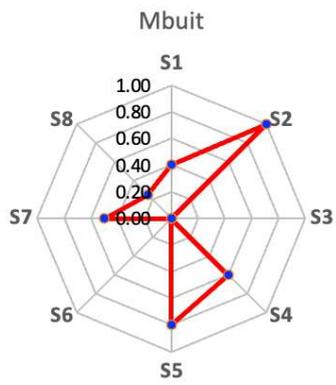
Lampiran-4. (lanjutan)



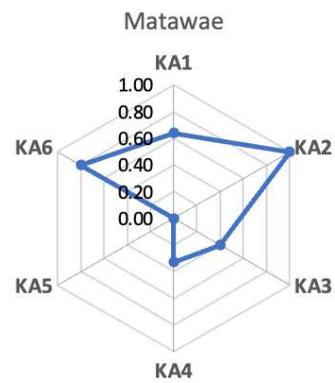
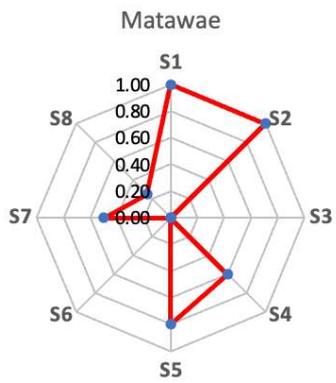
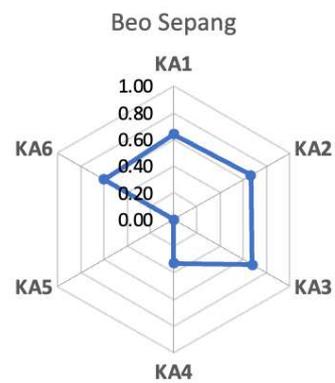
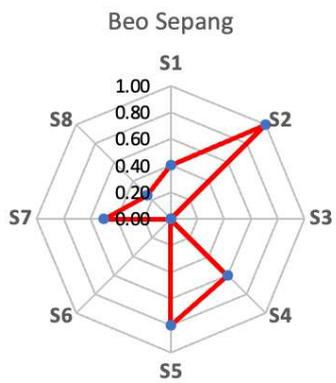
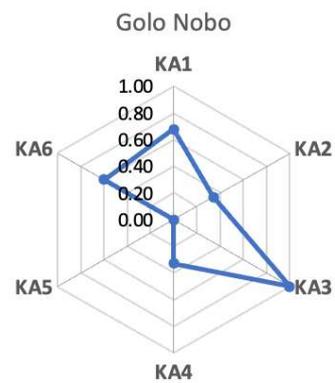
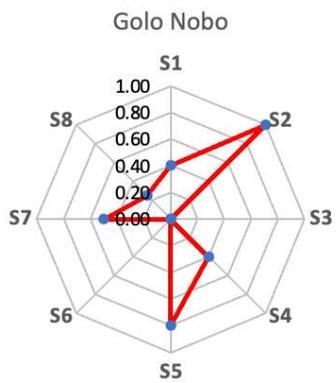
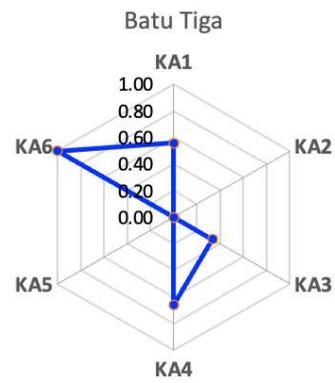
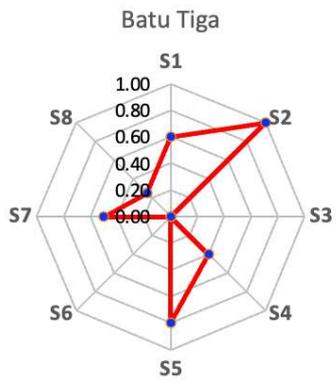
Lampiran-4. (lanjutan)



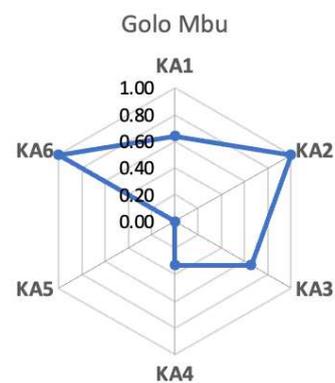
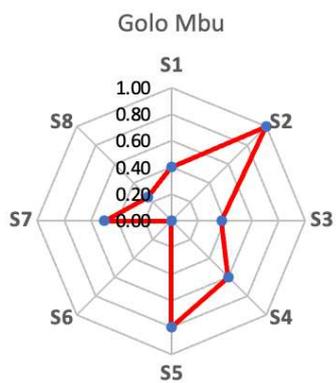
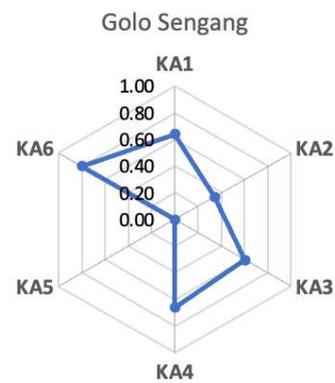
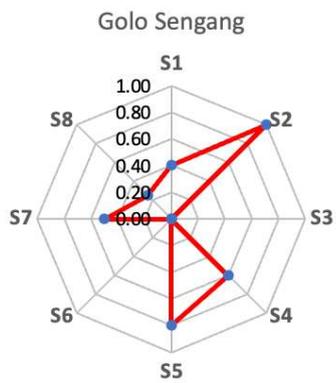
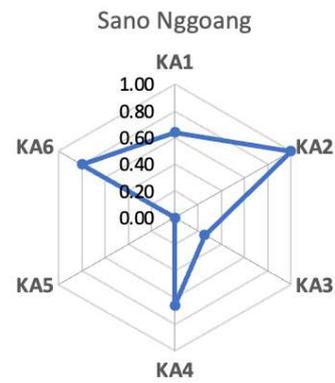
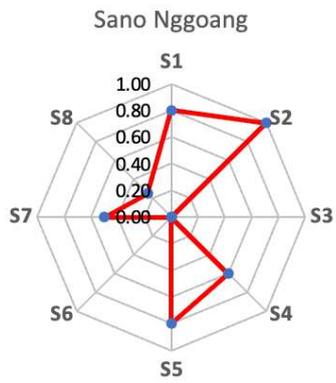
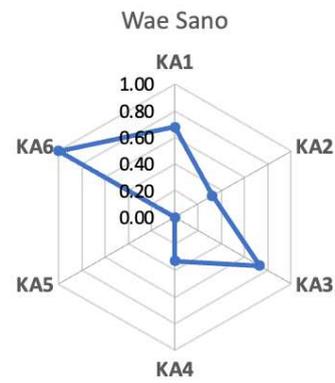
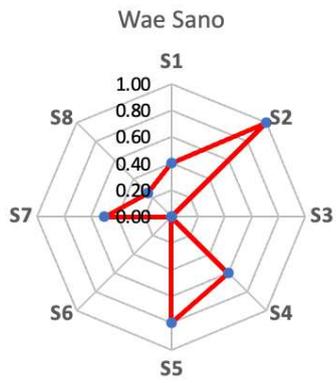
Lampiran-4. (lanjutan)



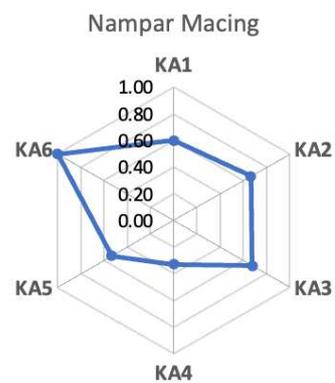
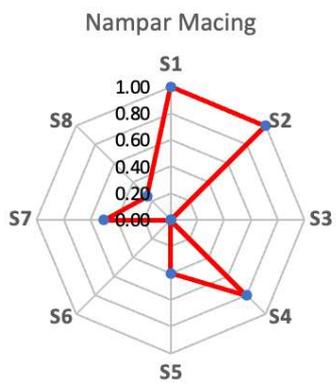
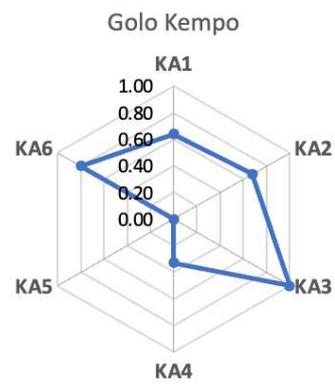
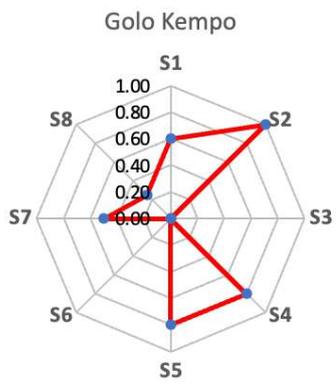
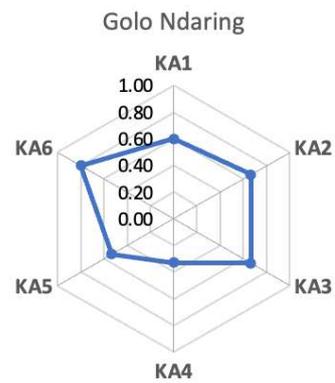
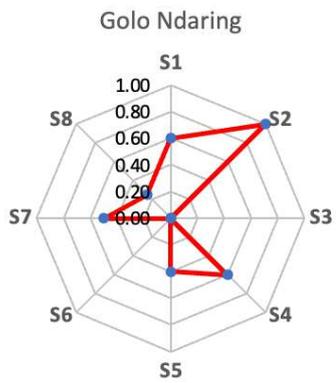
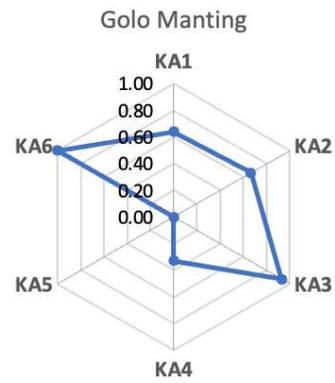
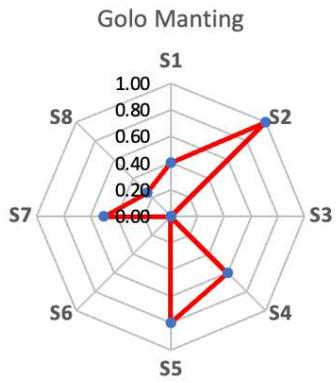
Lampiran-4. (lanjutan)



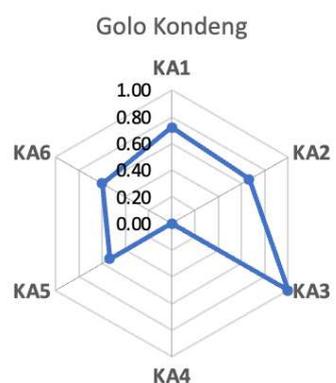
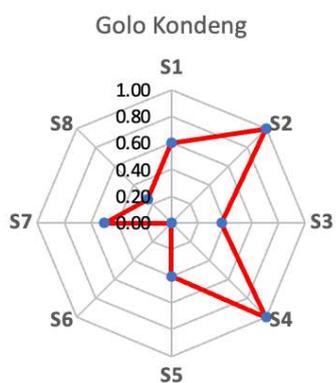
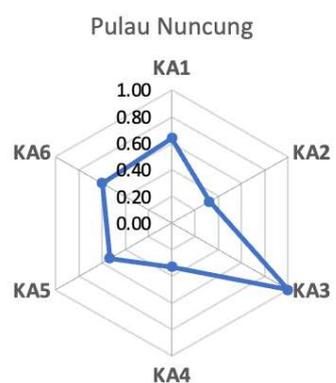
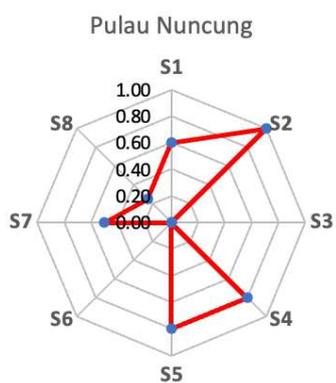
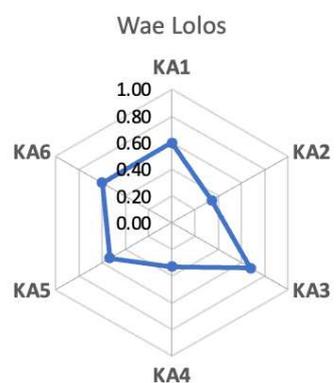
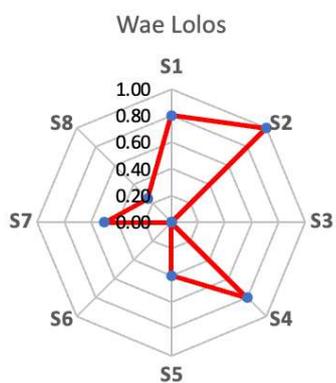
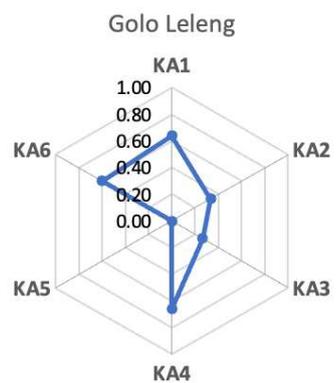
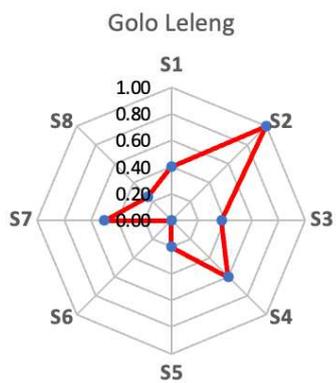
Lampiran-4. (lanjutan)



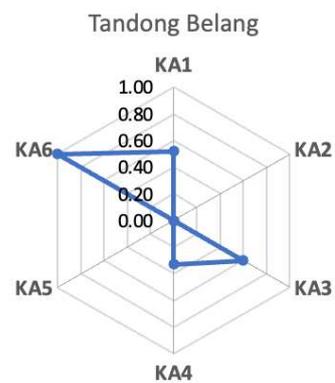
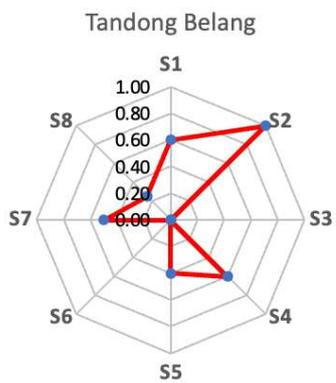
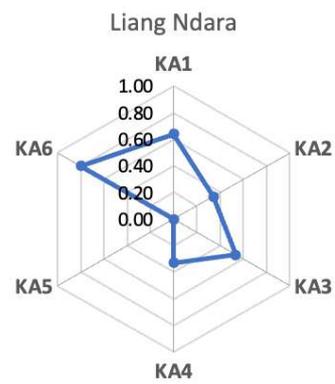
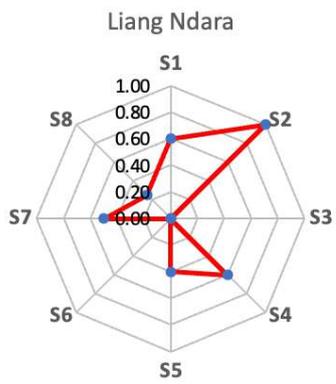
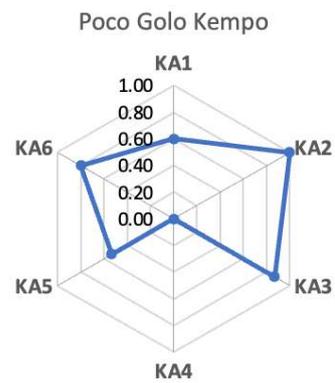
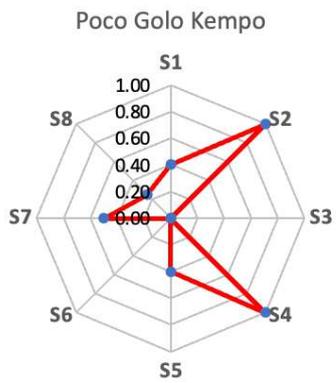
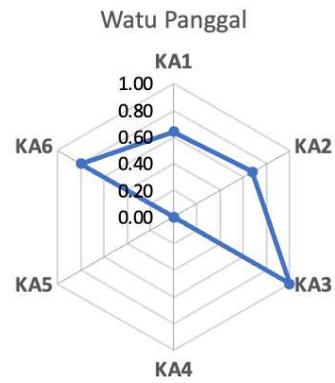
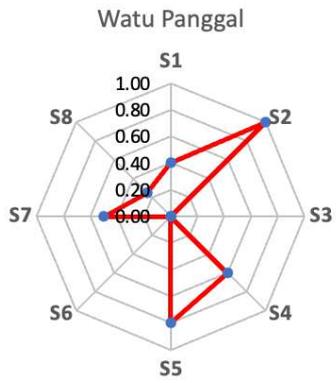
Lampiran-4. (lanjutan)



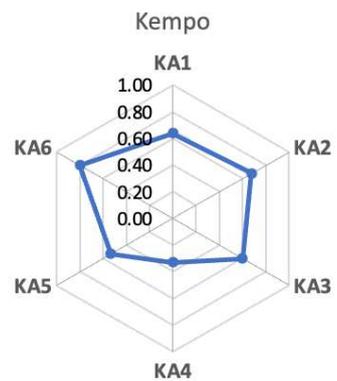
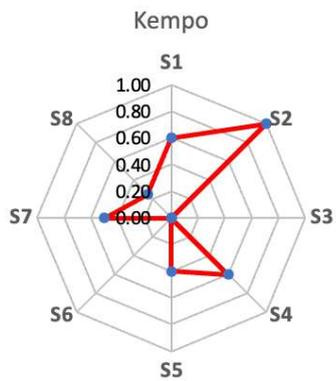
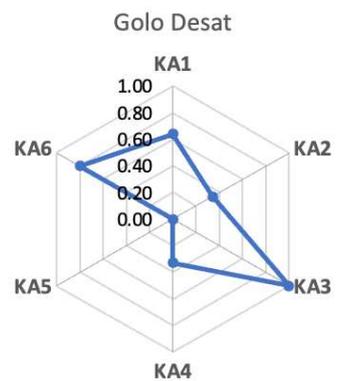
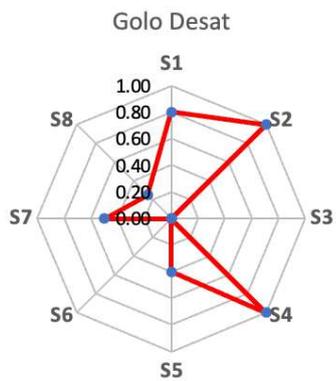
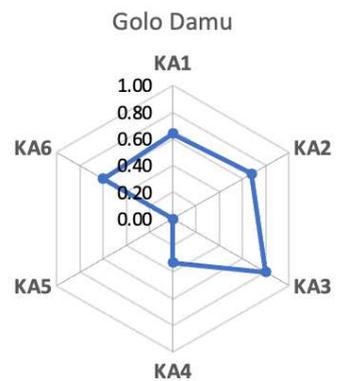
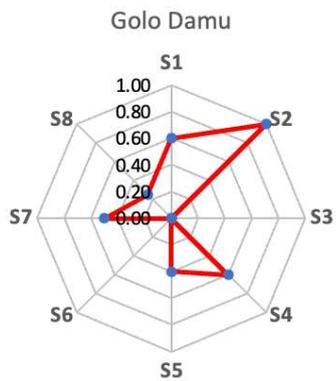
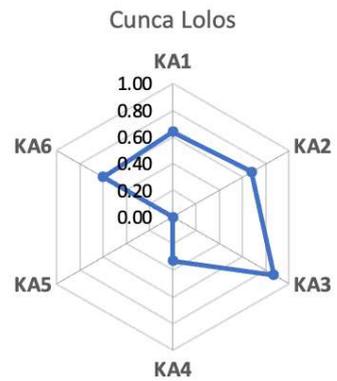
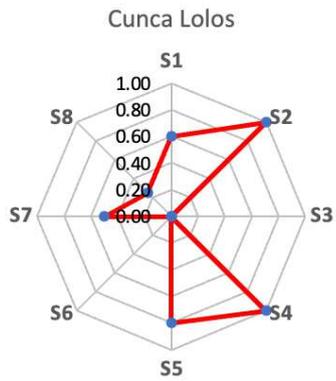
Lampiran-4. (lanjutan)



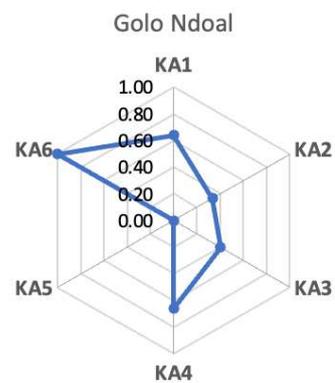
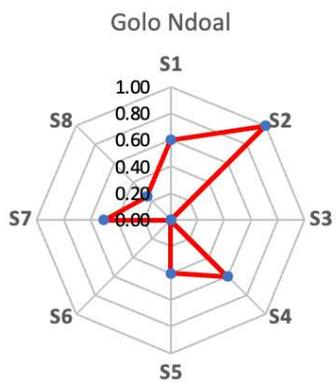
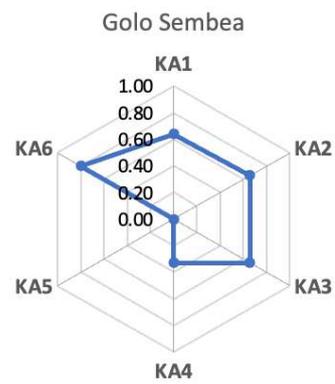
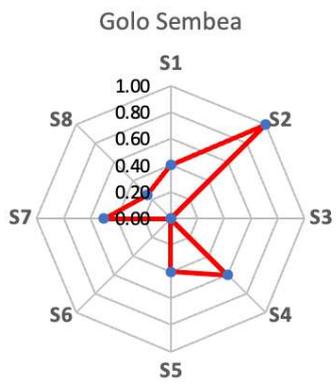
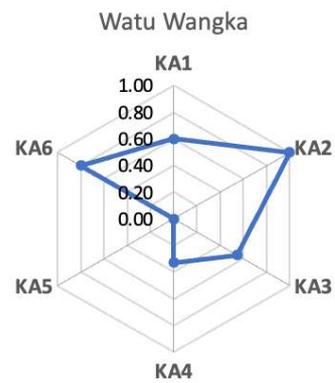
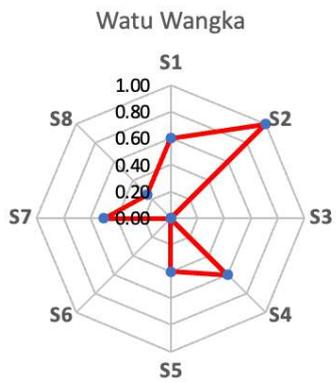
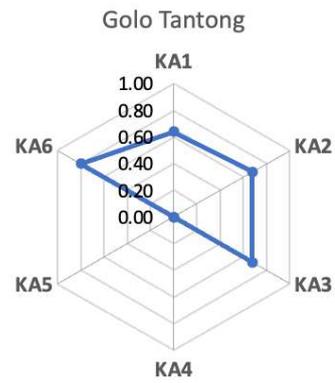
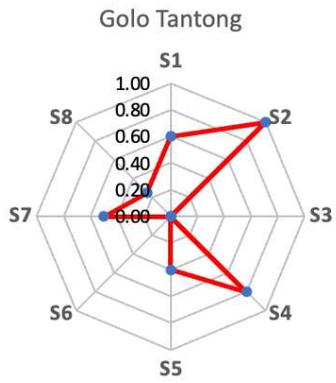
Lampiran-4. (lanjutan)



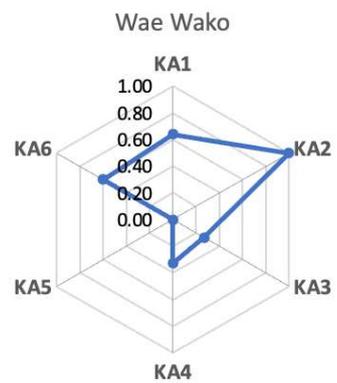
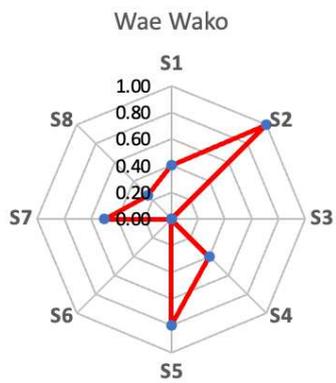
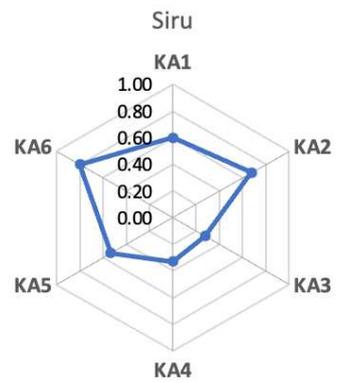
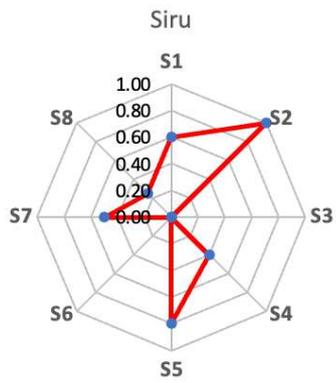
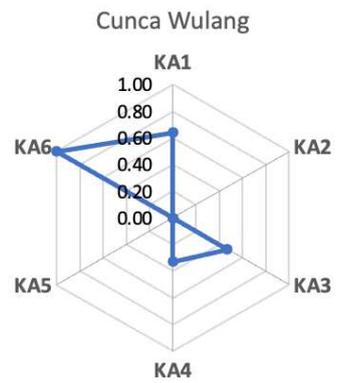
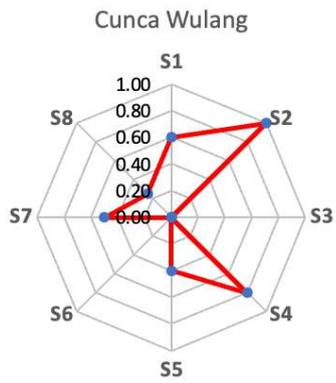
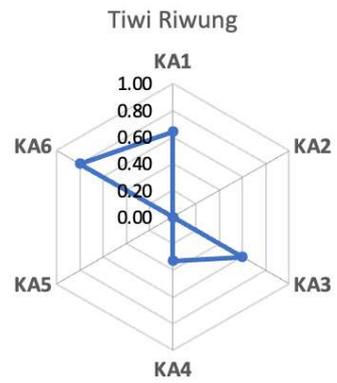
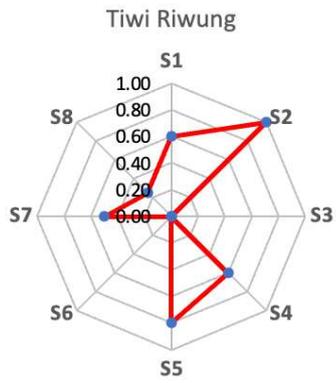
Lampiran-4. (lanjutan)



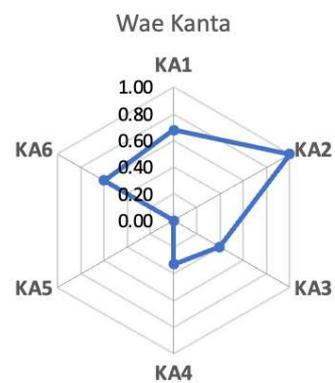
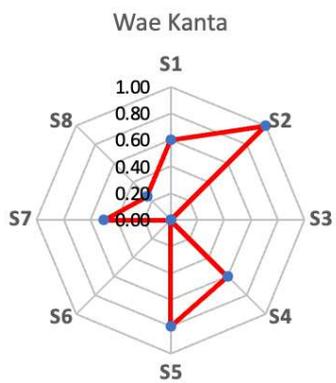
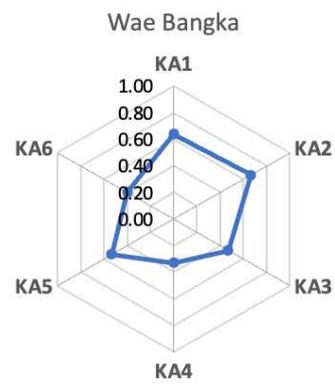
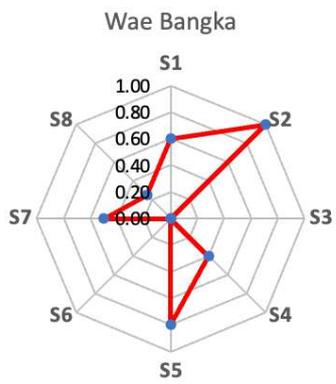
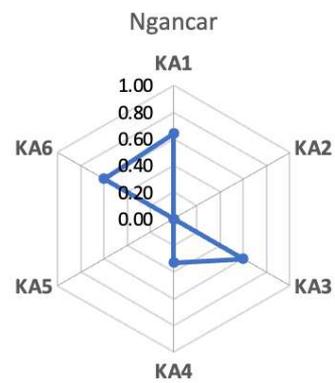
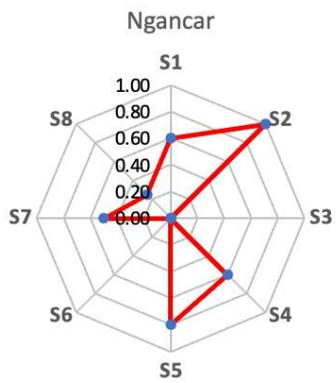
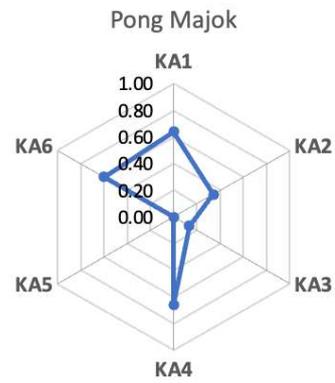
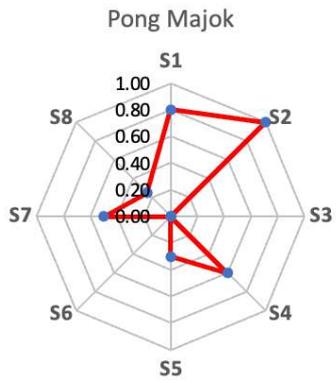
Lampiran-4. (lanjutan)



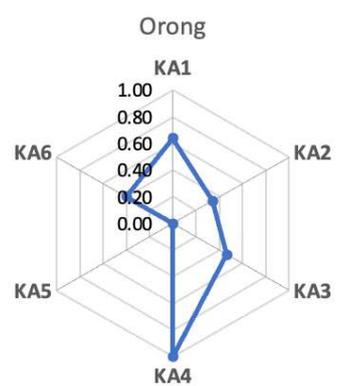
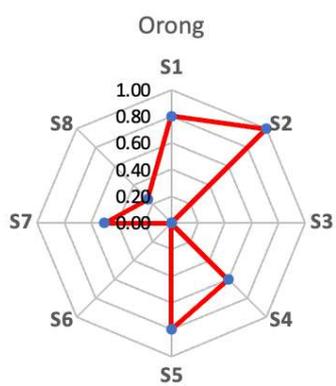
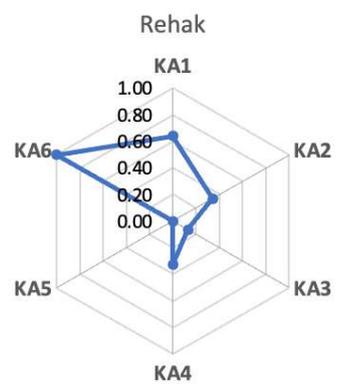
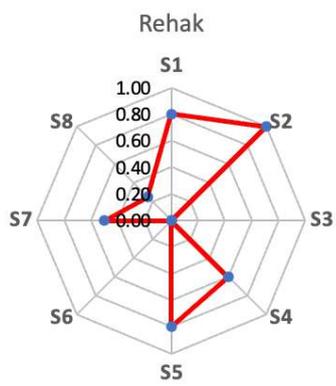
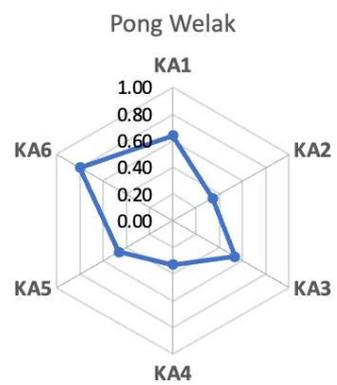
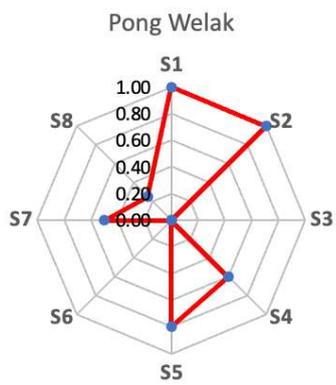
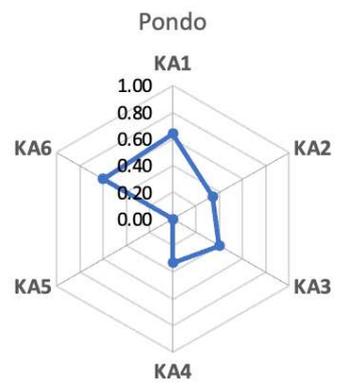
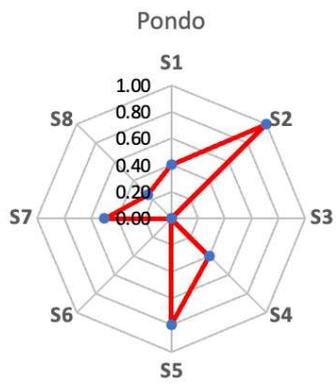
Lampiran-4. (lanjutan)



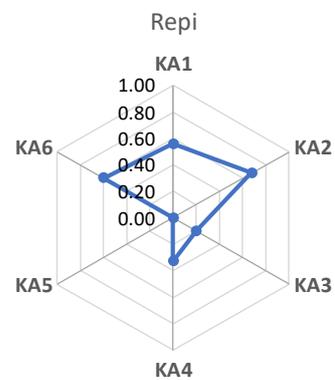
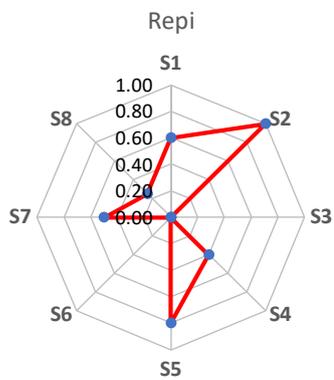
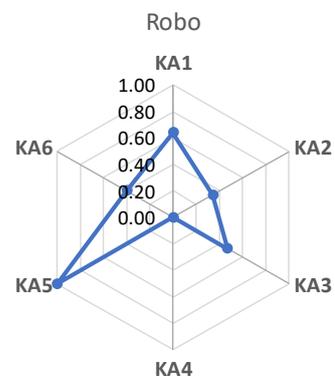
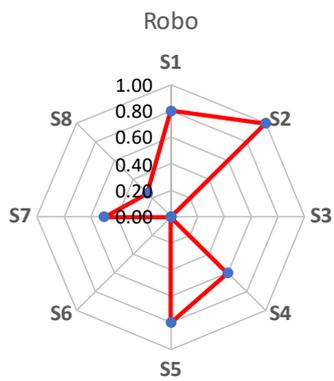
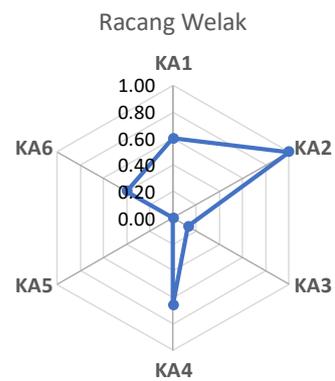
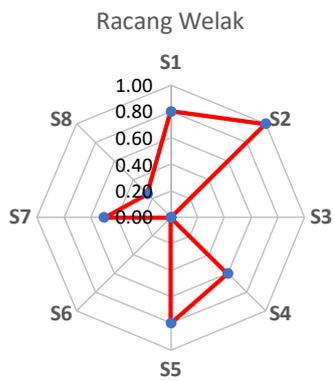
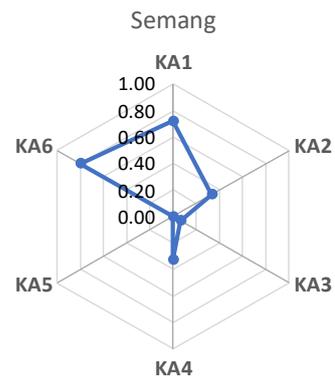
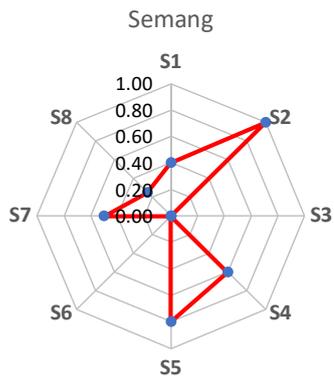
Lampiran-4. (lanjutan)



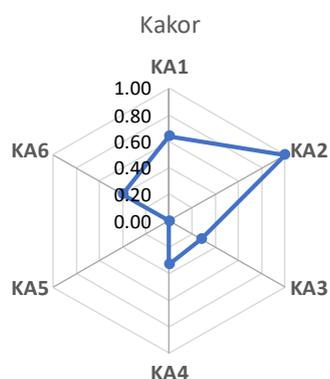
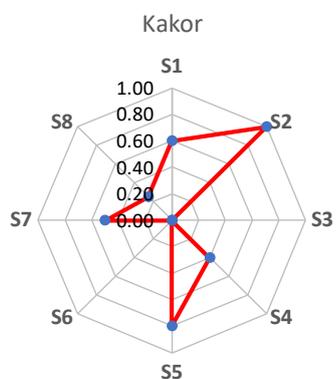
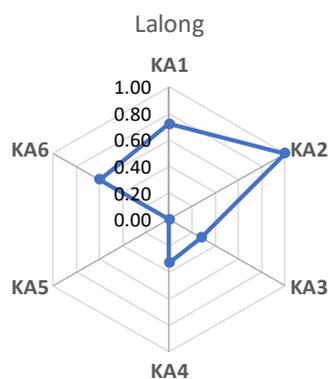
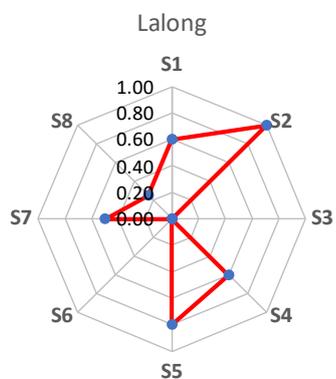
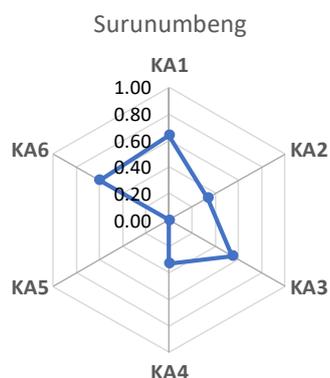
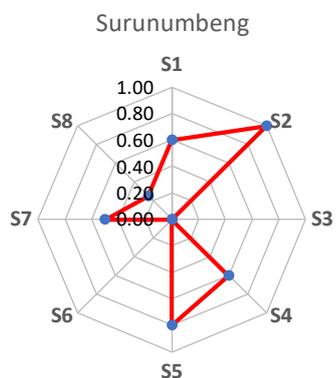
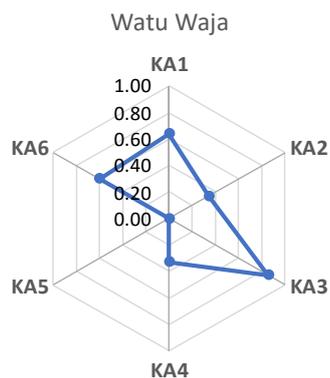
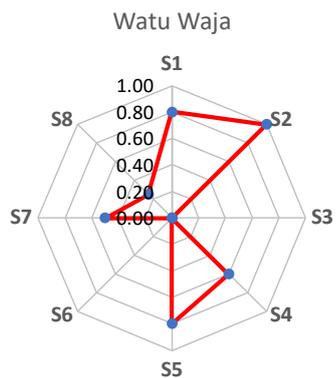
Lampiran-4. (lanjutan)



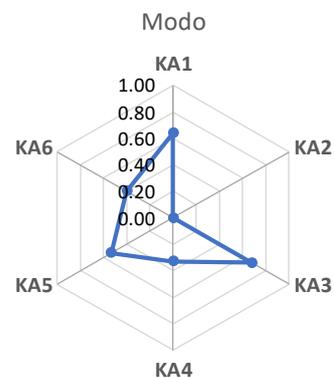
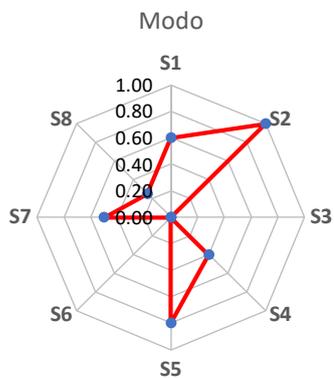
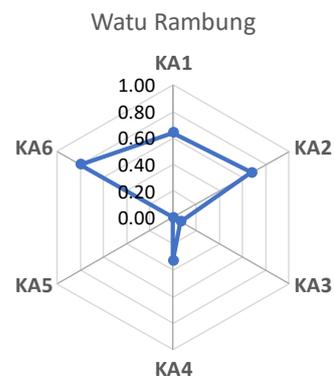
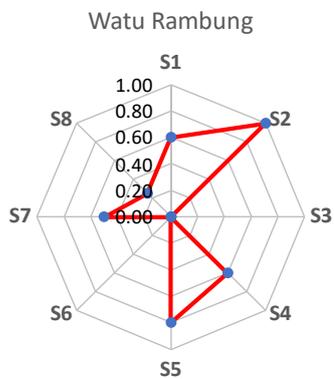
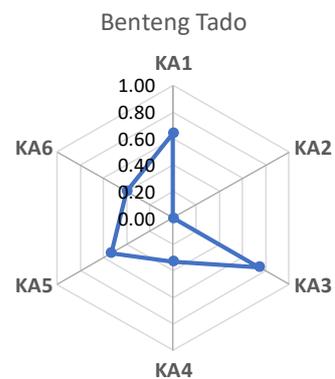
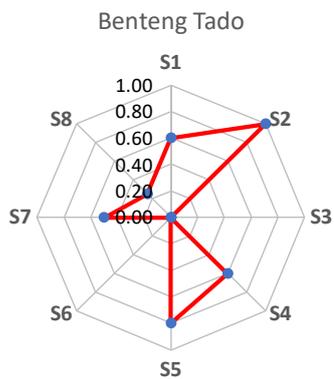
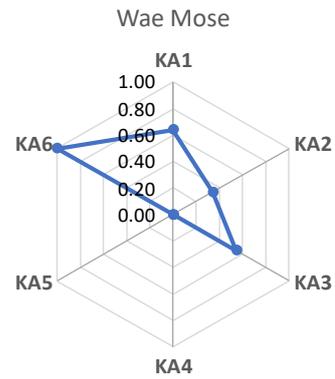
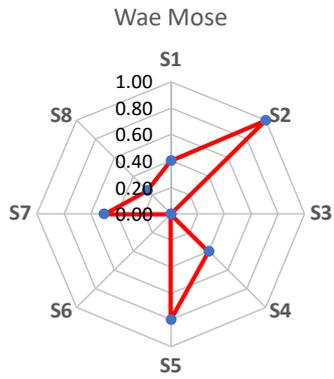
Lampiran-4. (lanjutan)



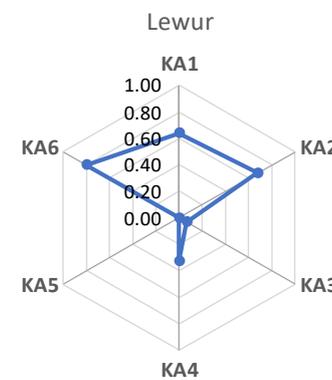
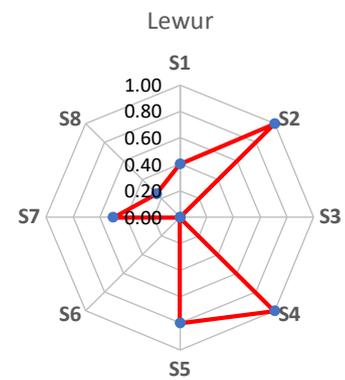
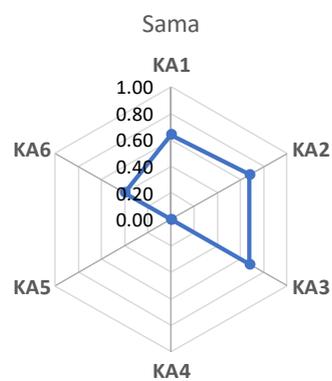
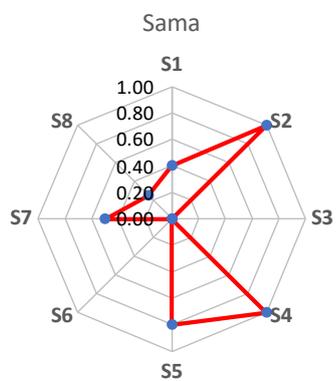
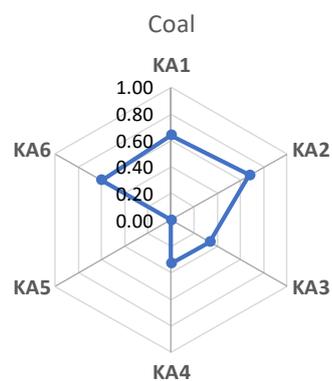
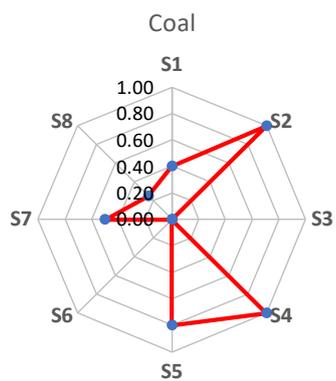
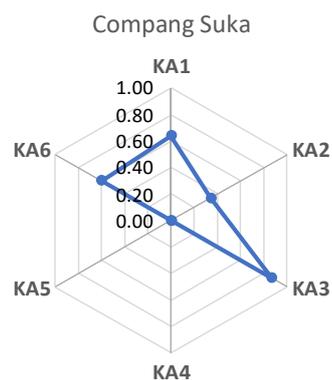
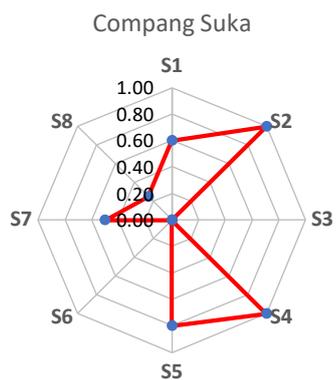
Lampiran-4. (lanjutan)



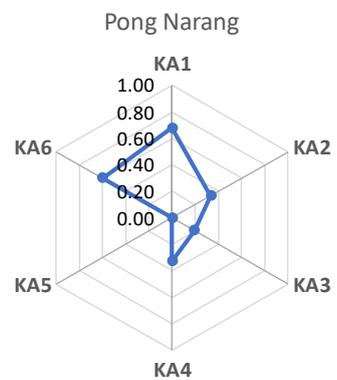
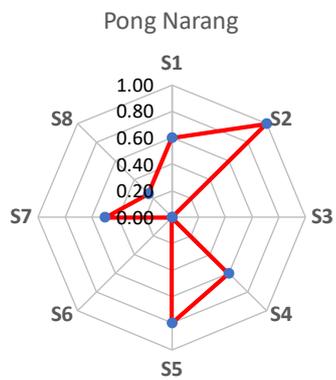
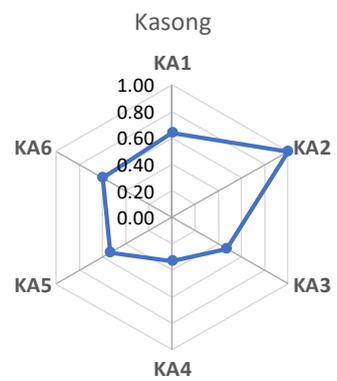
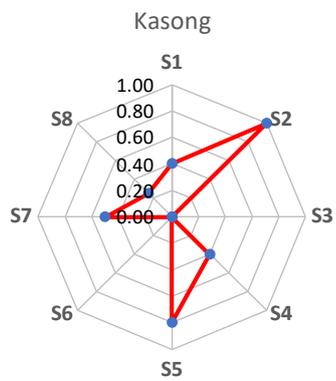
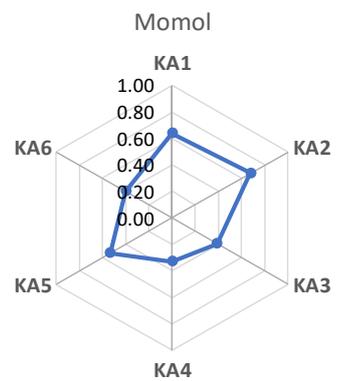
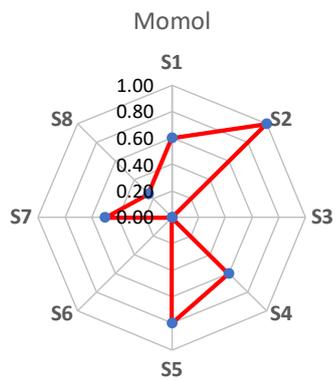
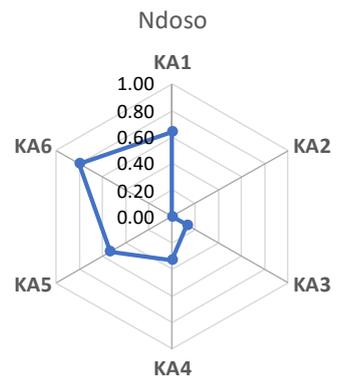
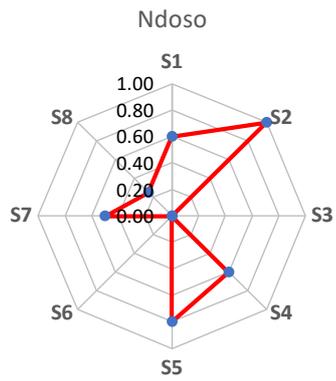
Lampiran-4. (lanjutan)



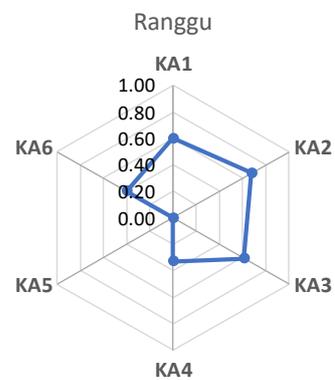
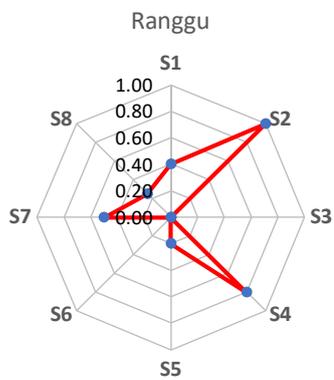
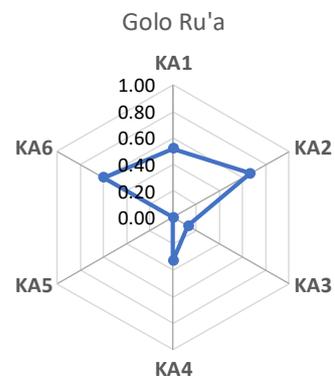
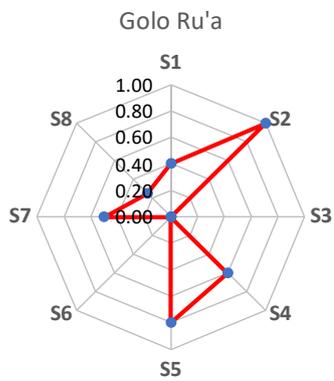
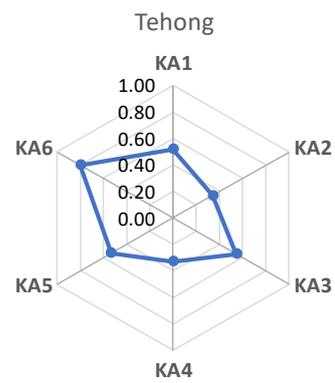
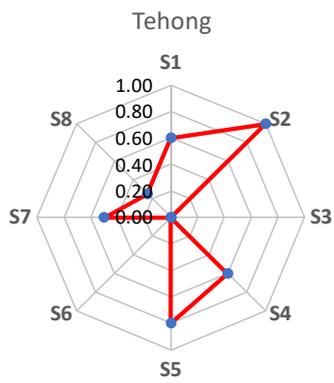
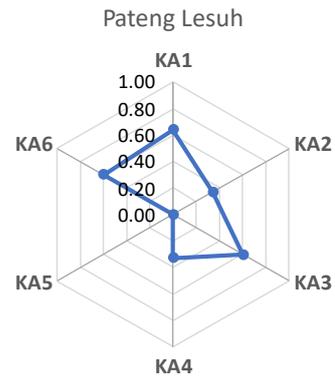
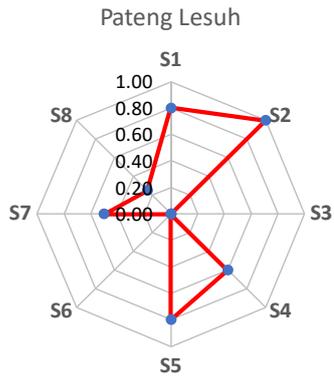
Lampiran-4. (lanjutan)



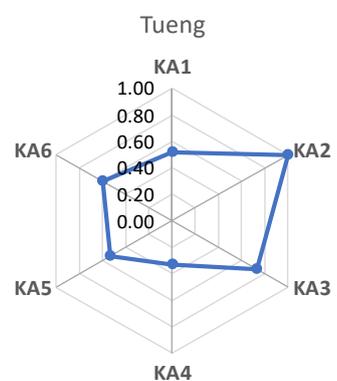
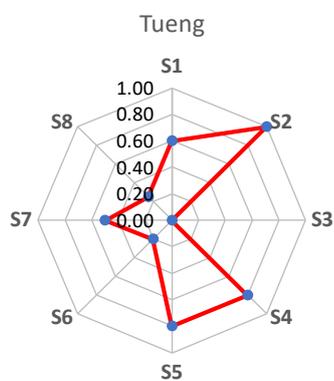
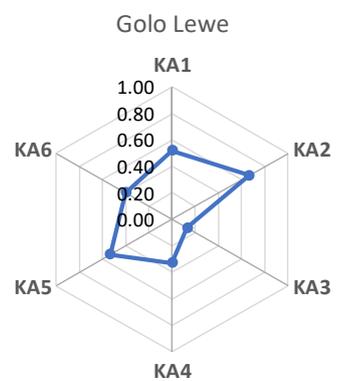
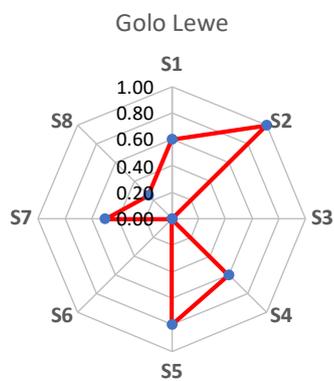
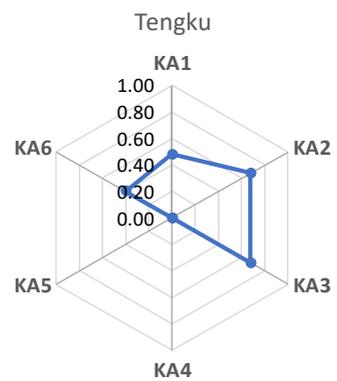
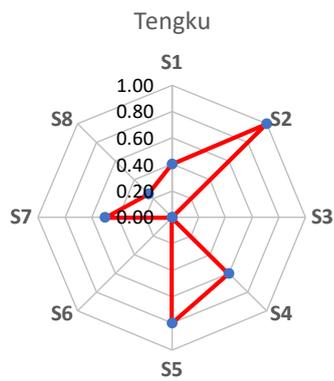
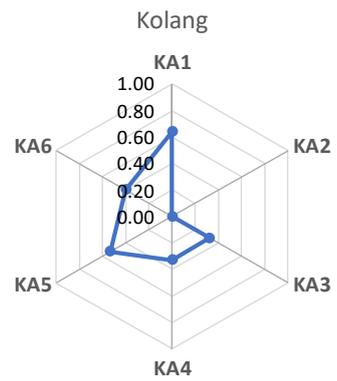
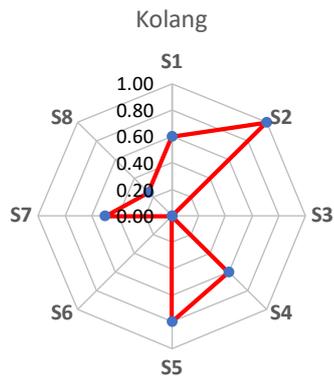
Lampiran-4. (lanjutan)



Lampiran-4. (lanjutan)

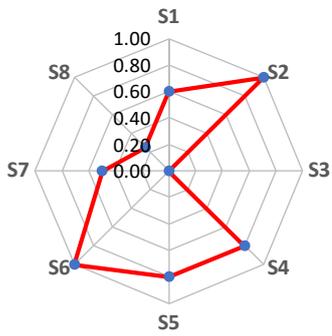


Lampiran-4. (lanjutan)

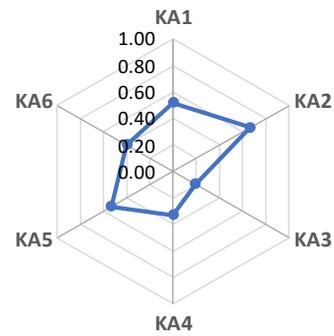


Lampiran-4. (lanjutan)

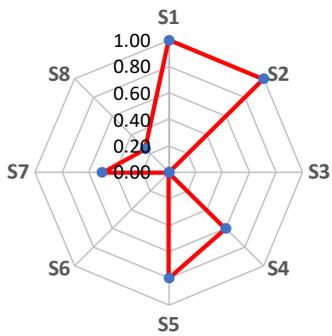
Compang Kules



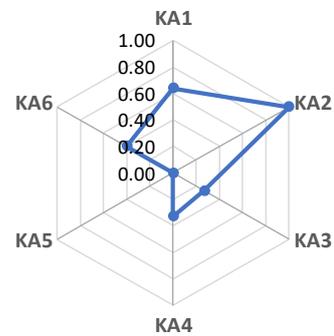
Compang Kules



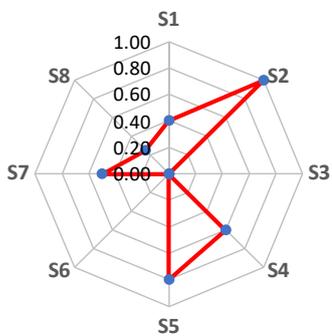
Wontong



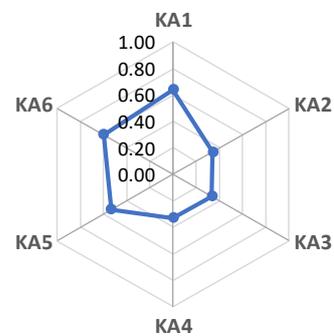
Wontong



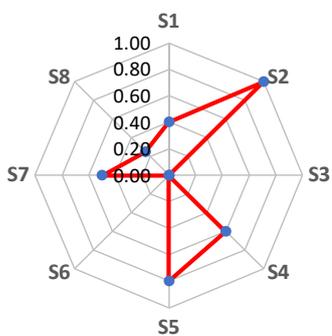
Rego



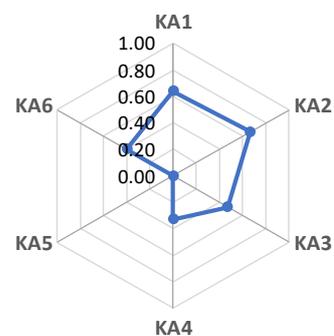
Rego



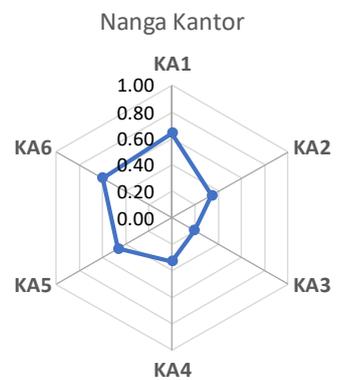
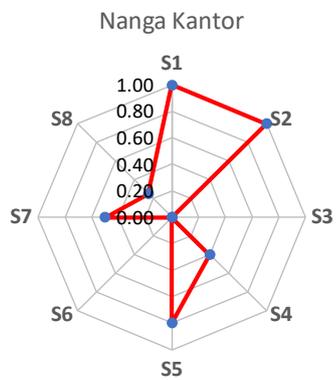
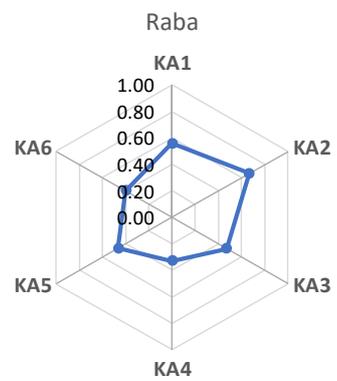
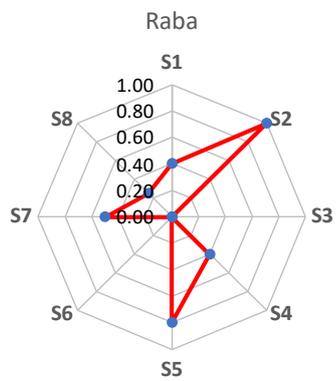
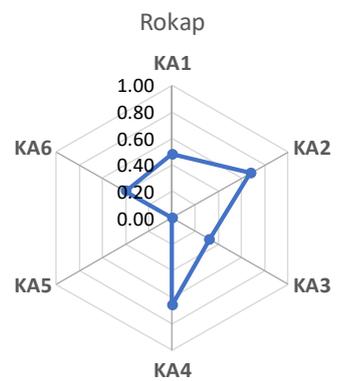
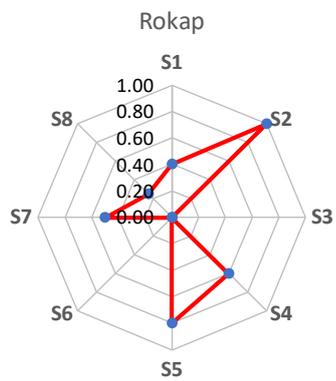
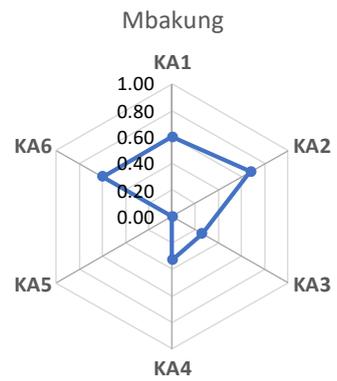
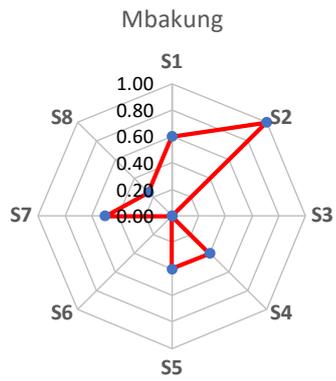
Nggilat



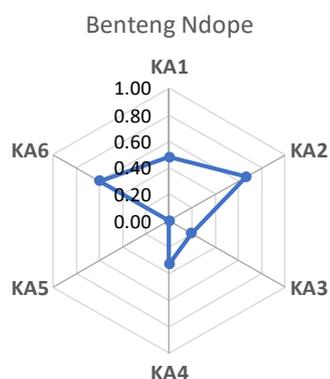
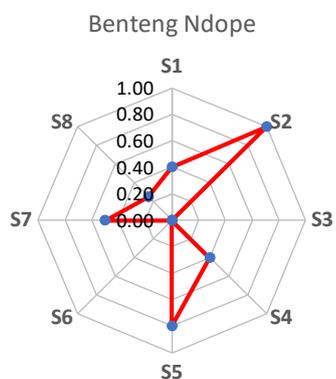
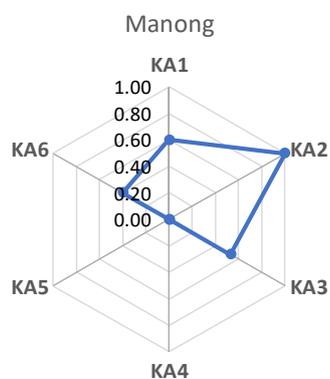
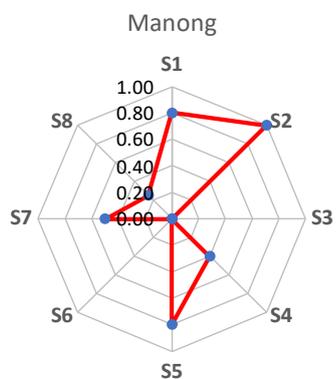
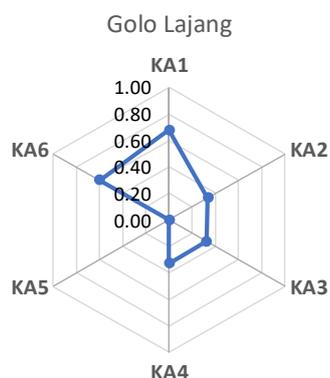
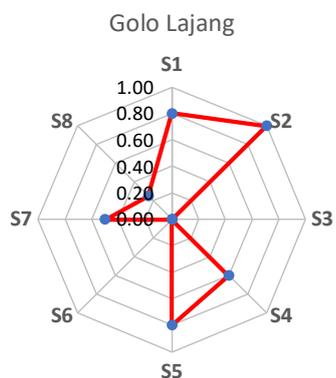
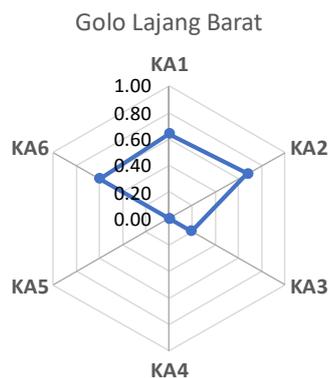
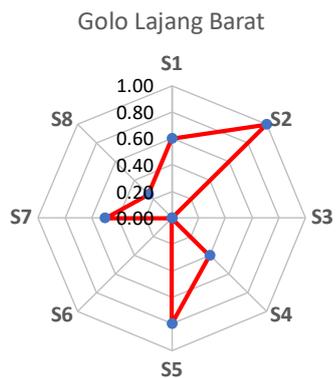
Nggilat



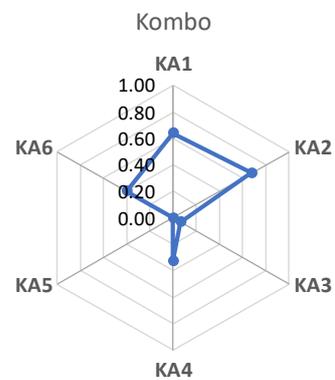
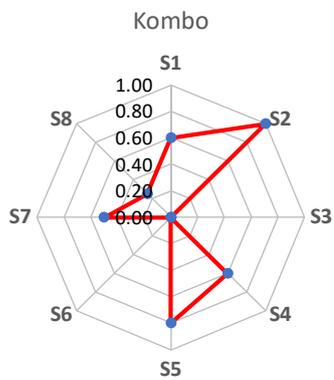
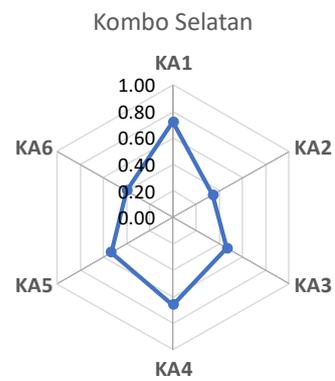
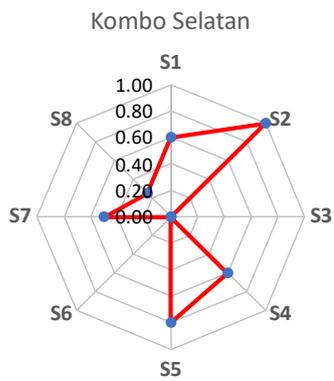
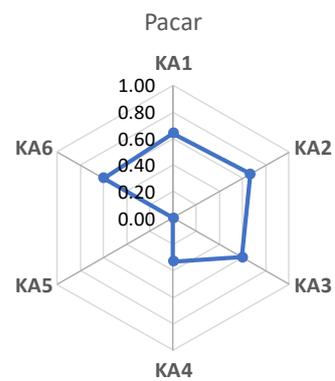
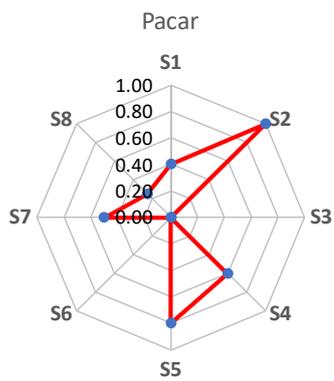
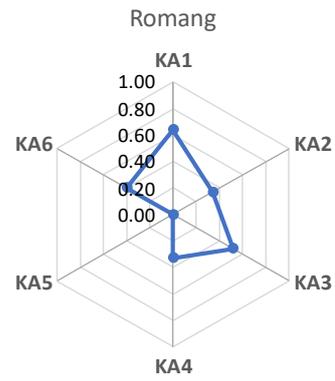
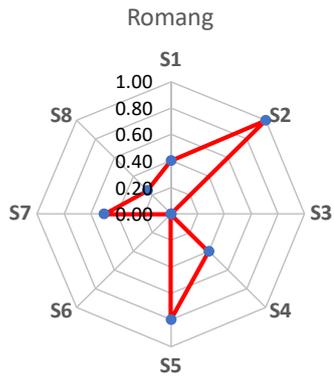
Lampiran-4. (lanjutan)



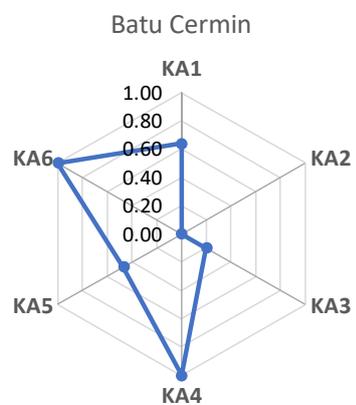
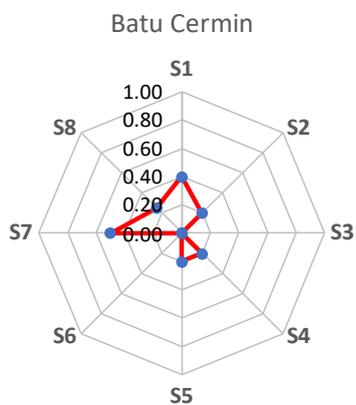
Lampiran-4. (lanjutan)



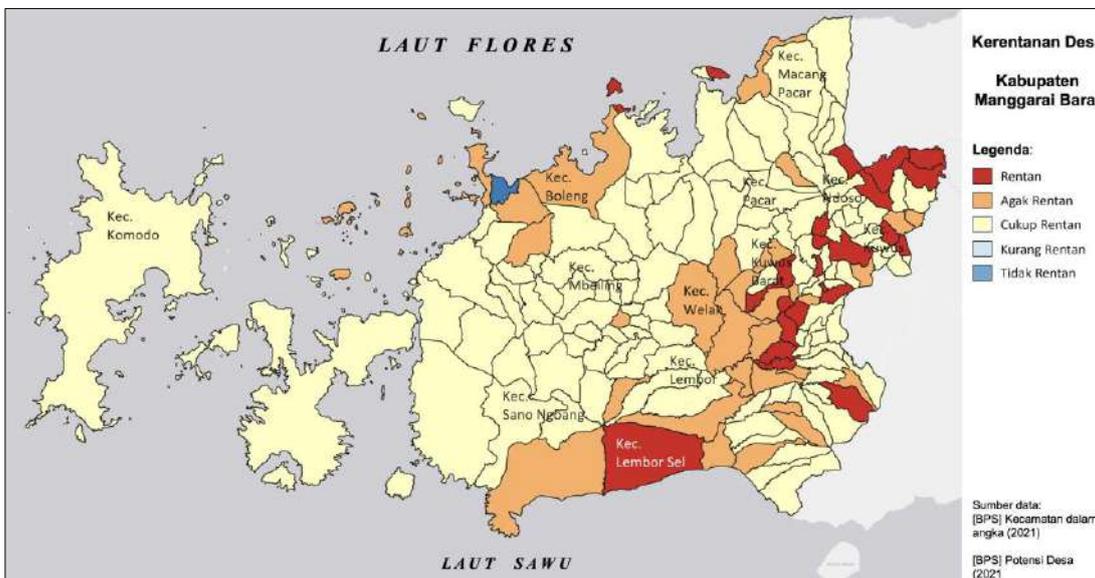
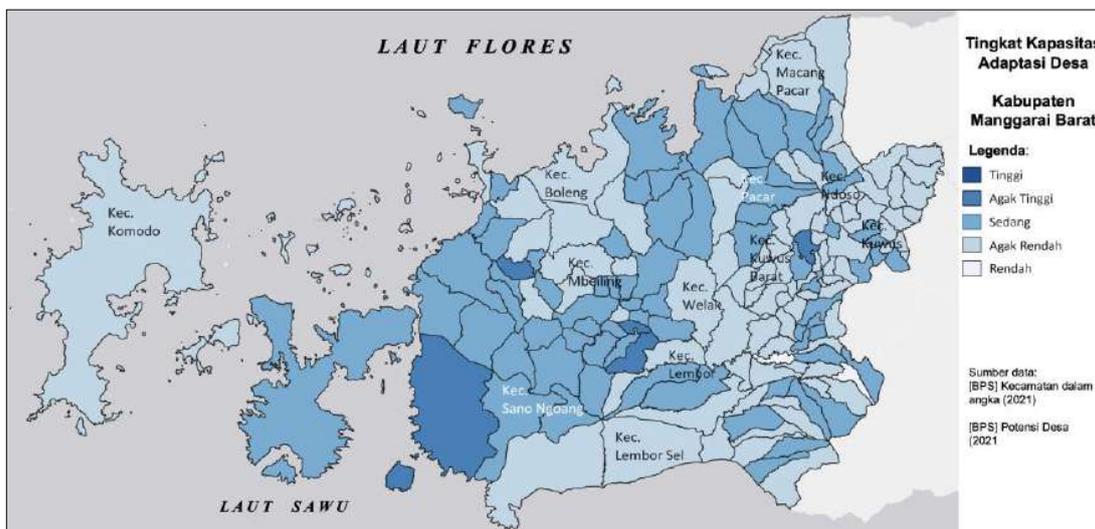
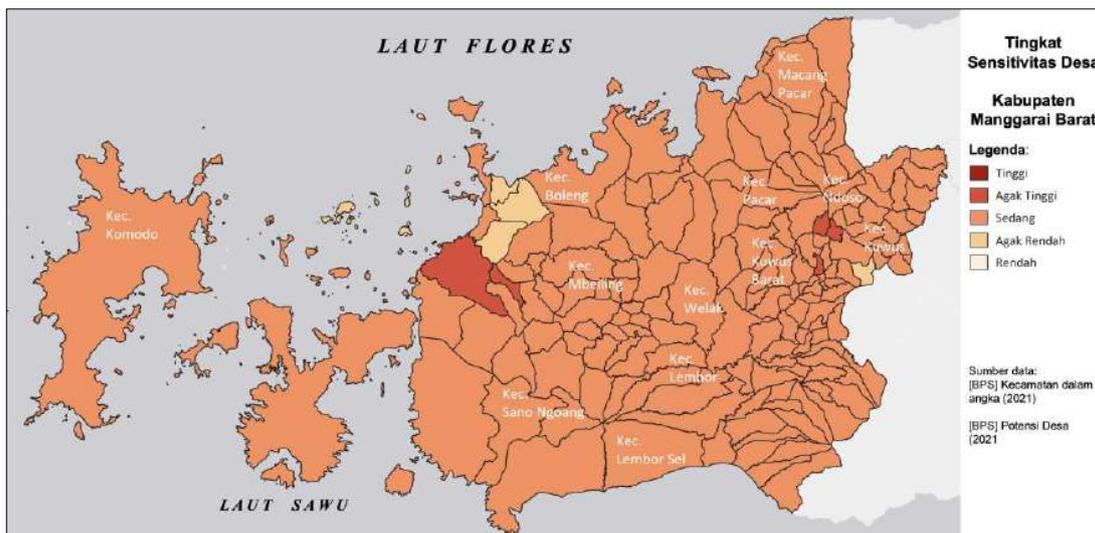
Lampiran-4. (lanjutan)



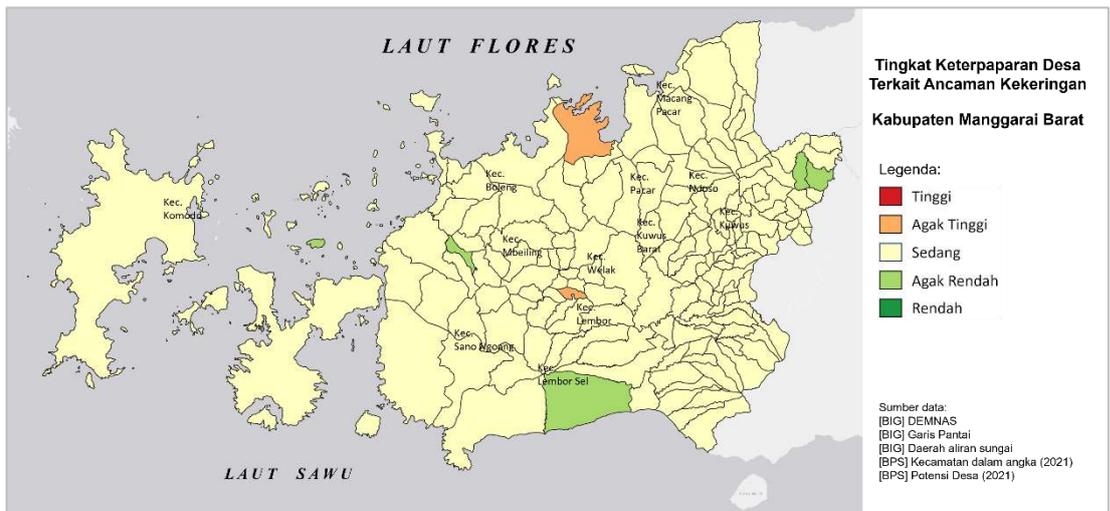
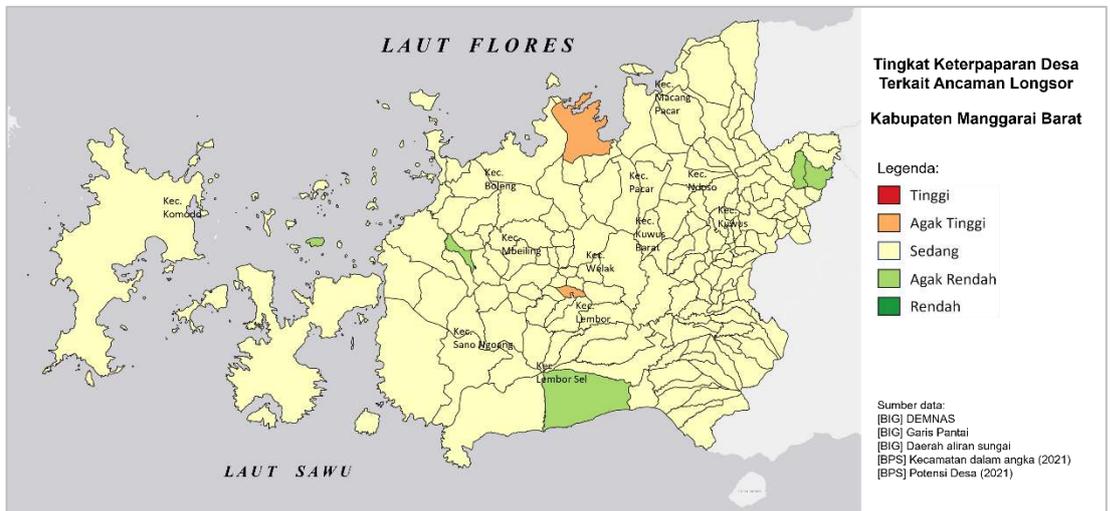
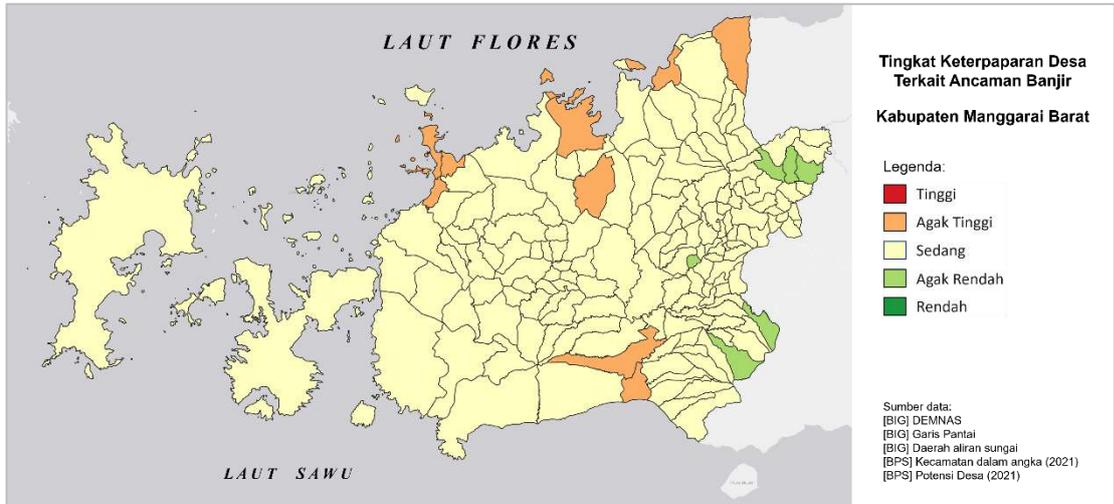
Lampiran 5. Kondisi desa dengan indikator penyusun tingkat sensitivitas dan kapasitas adaptasi menurut kategori Tidak Rentan



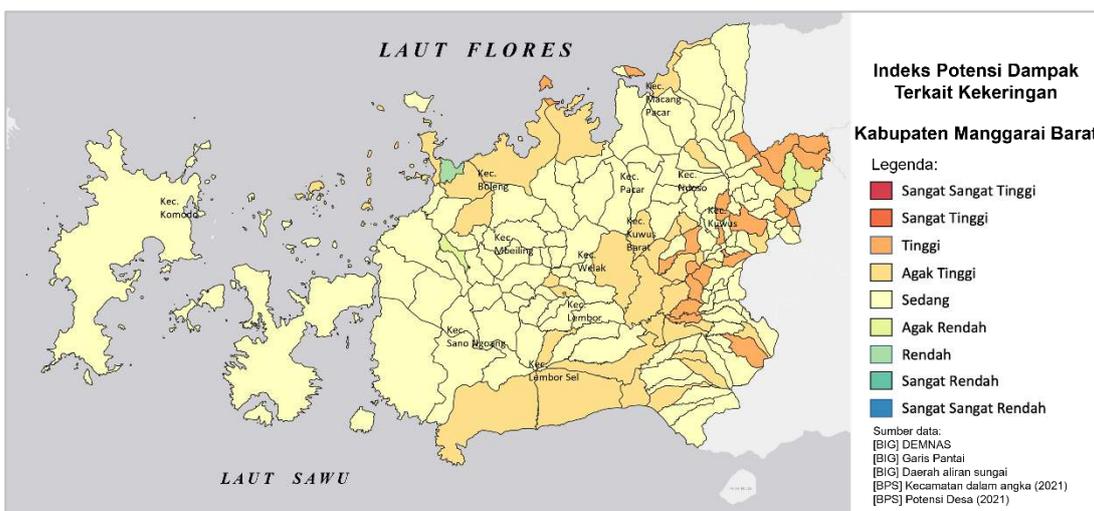
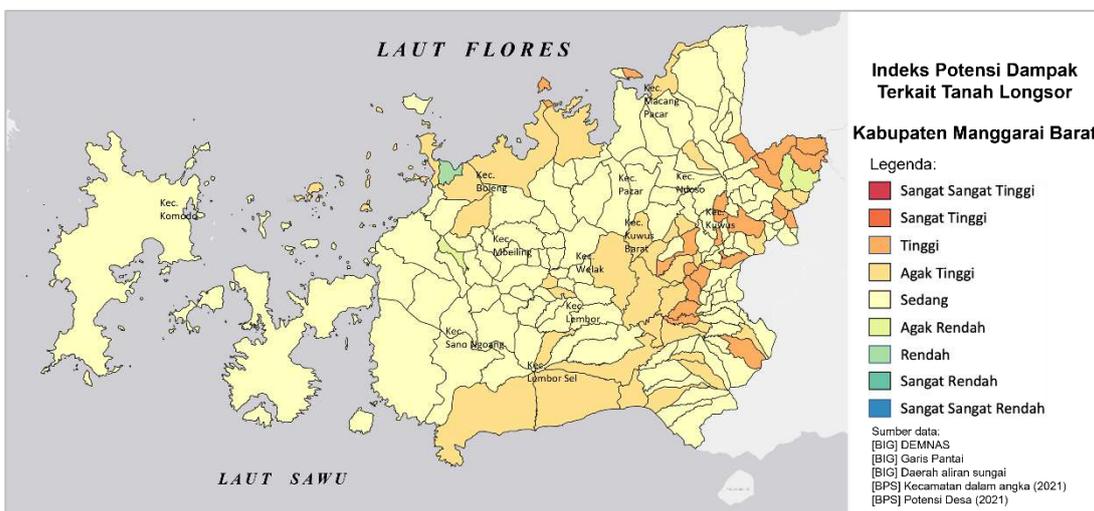
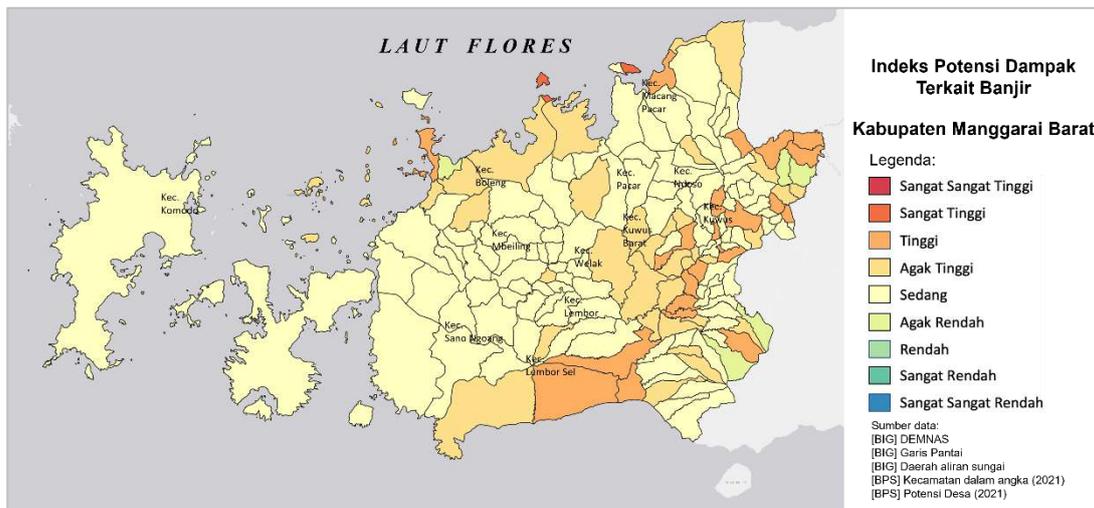
Lampiran 6. Sebaran wilayah menurut Tingkat Sensitivitas, Kapasitas Adaptasi dan Kerentanan Desa di Kabupaten Manggarai Barat



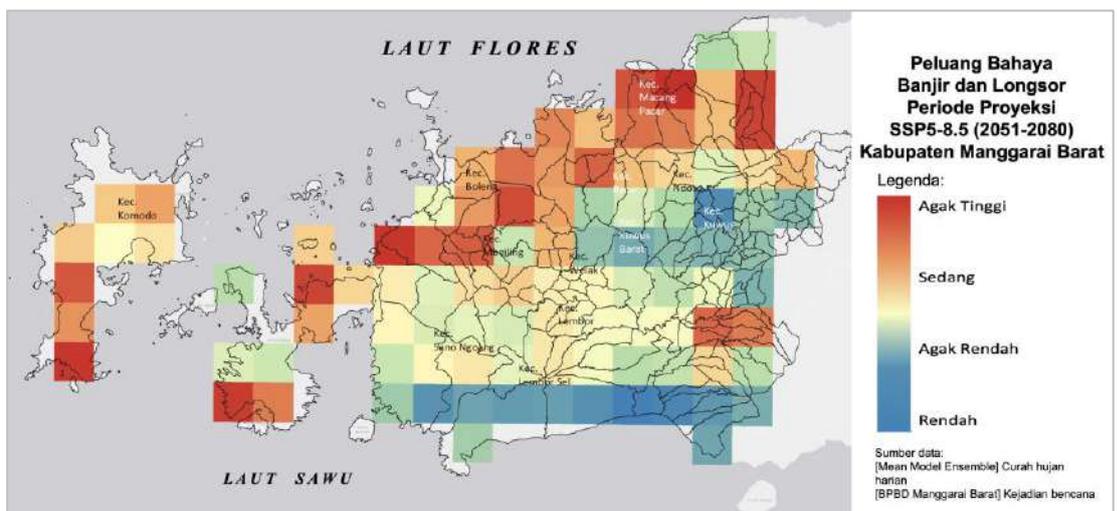
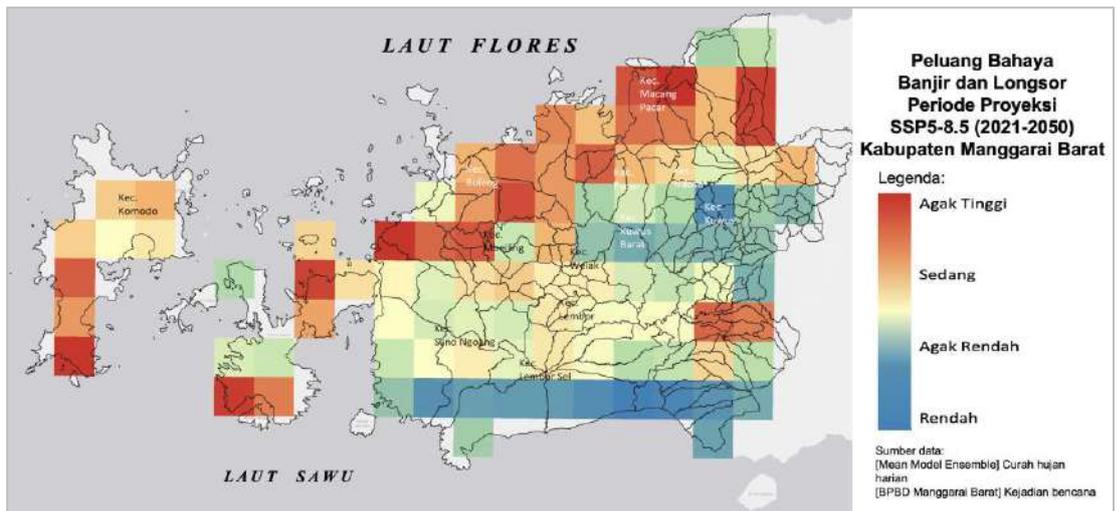
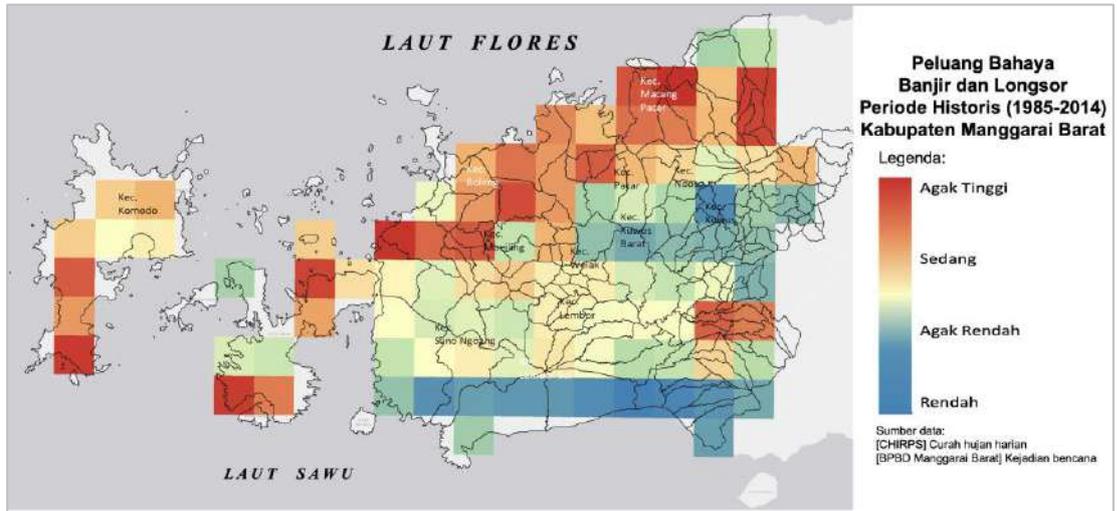
Lampiran 7. Sebaran wilayah menurut Tingkat Keterpaparan Desa terkait Ancaman Bahaya Iklim (Banjir, Longsor, Kekeringan) di Kabupaten Manggarai Barat



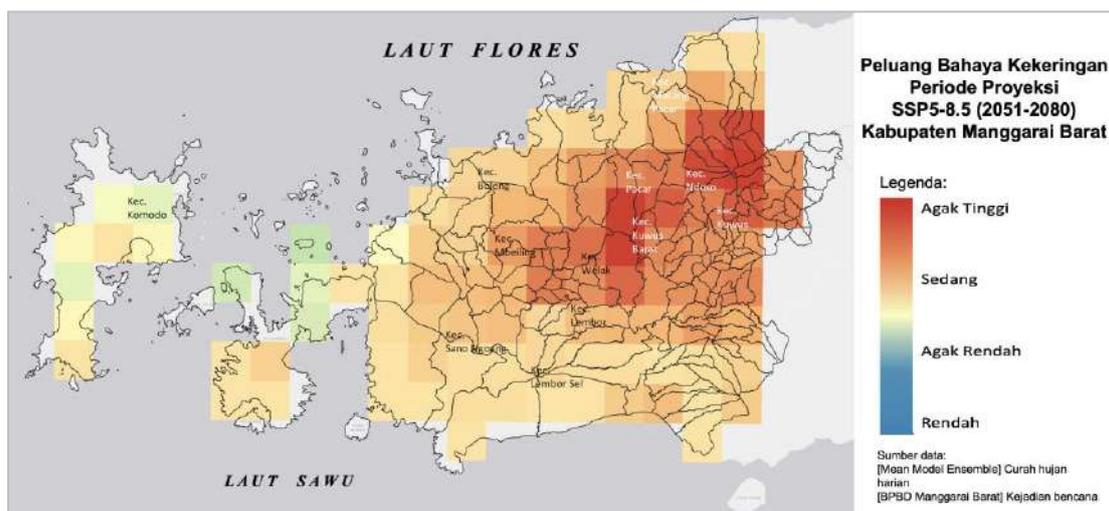
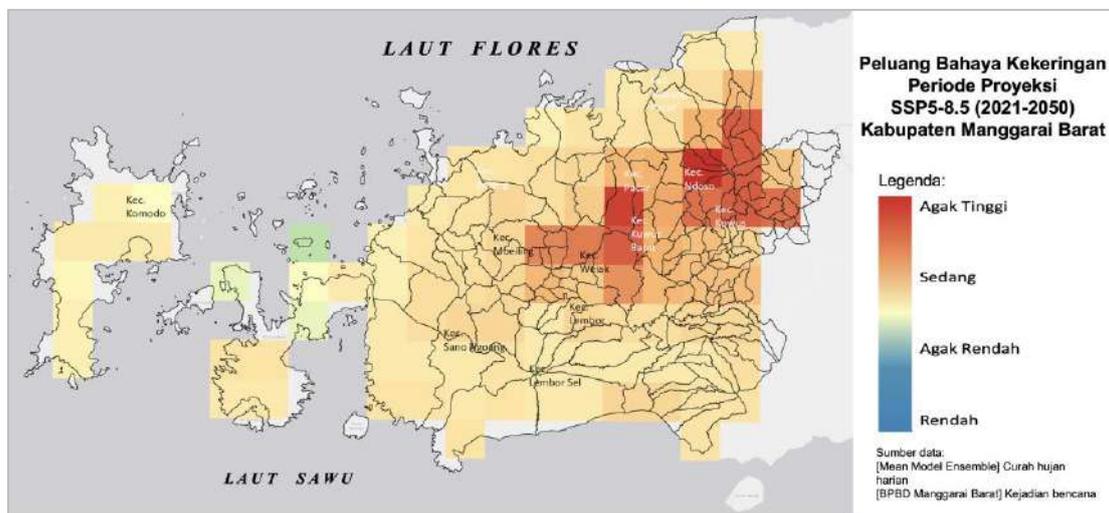
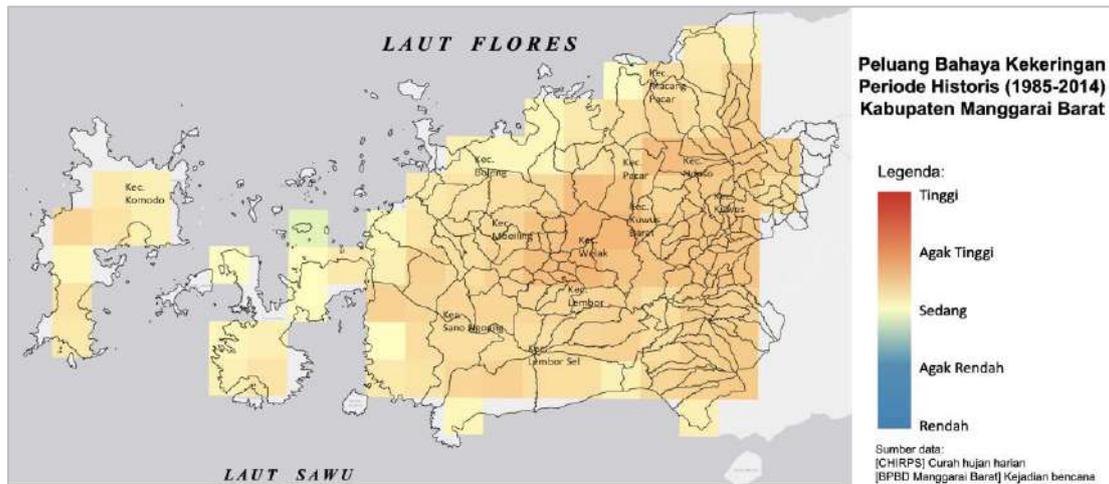
Lampiran 8. Sebaran wilayah menurut Potensi Dampak terkait Bahaya Iklim (Banjir, Longsor, Kekeringan) di Kabupaten Manggarai Barat



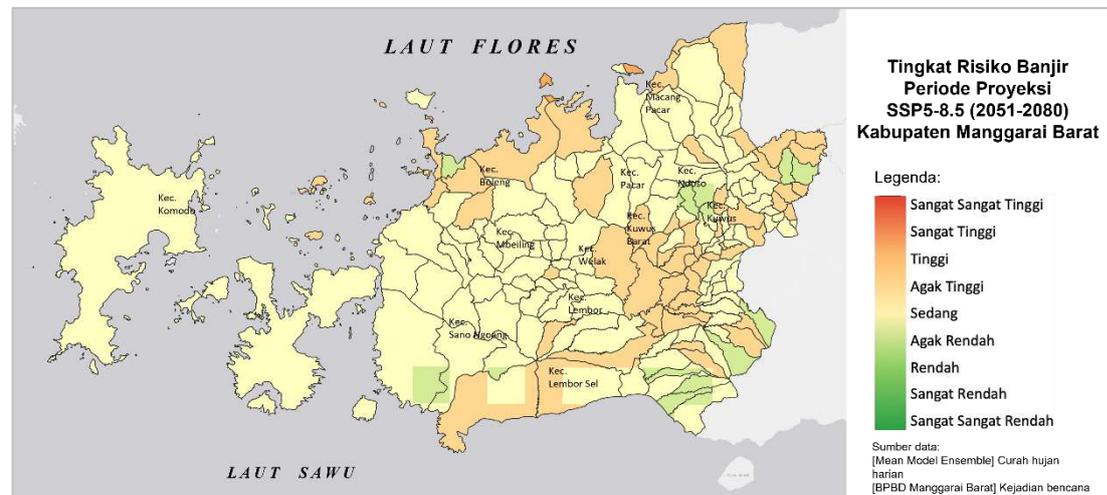
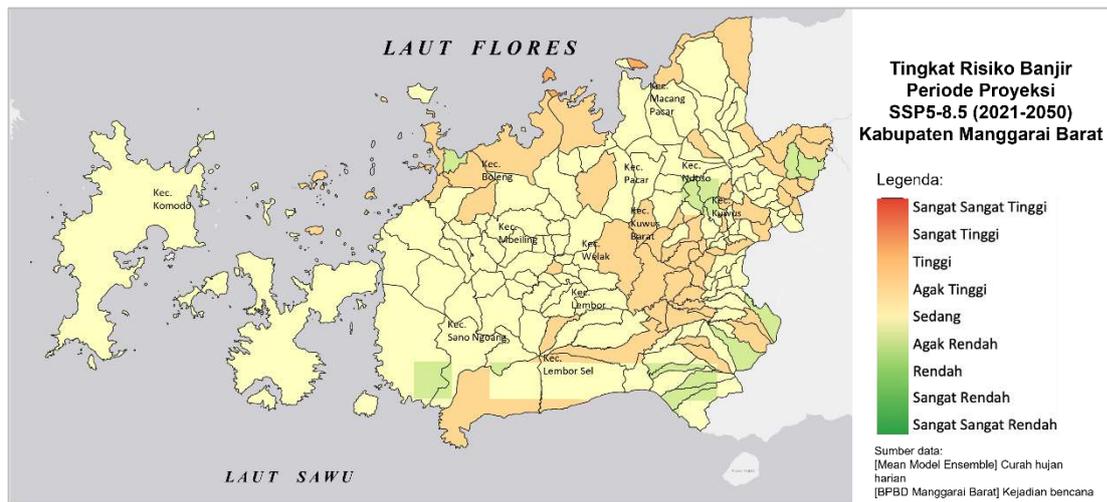
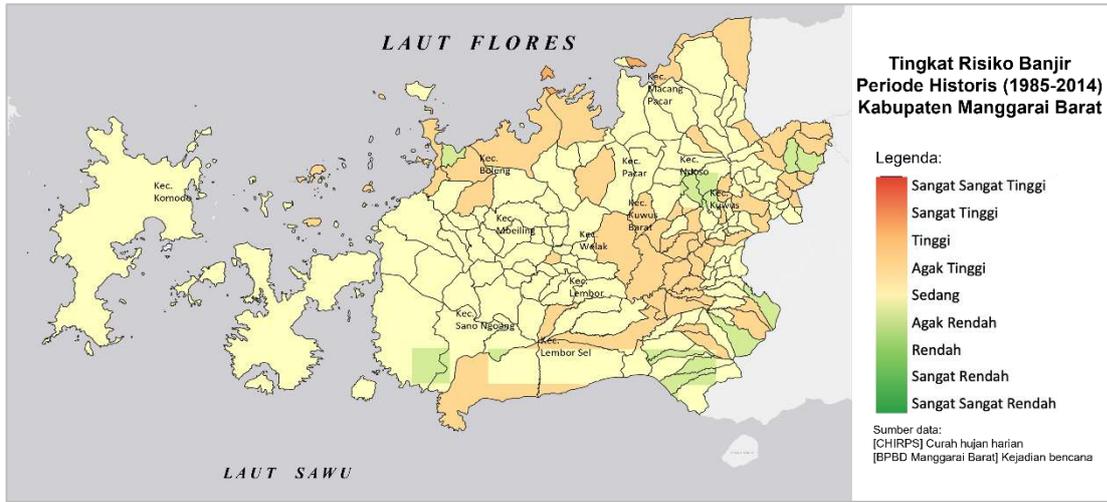
Lampiran 9. Sebaran wilayah menurut Peluang Bahaya Banjir dan Longsor di bawah kondisi historis dan proyeksi



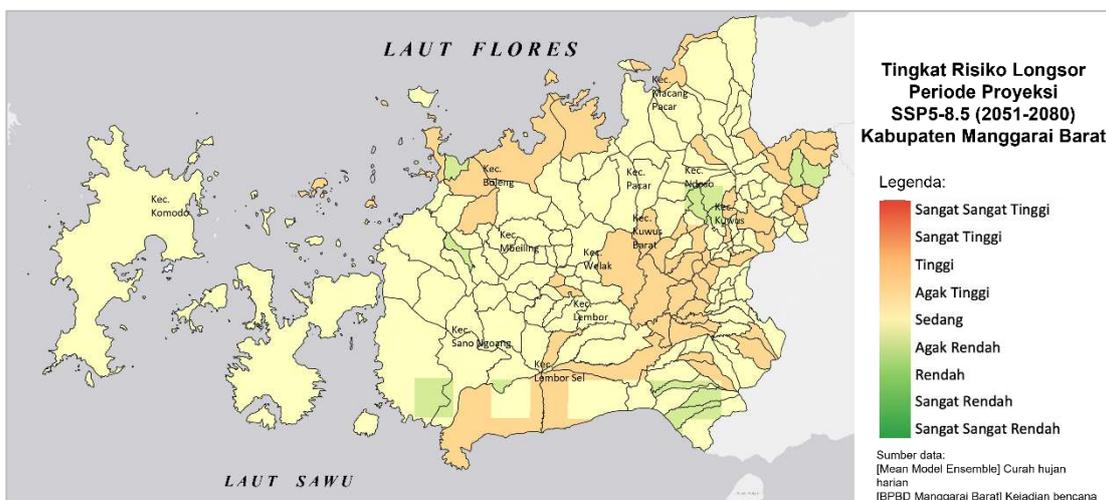
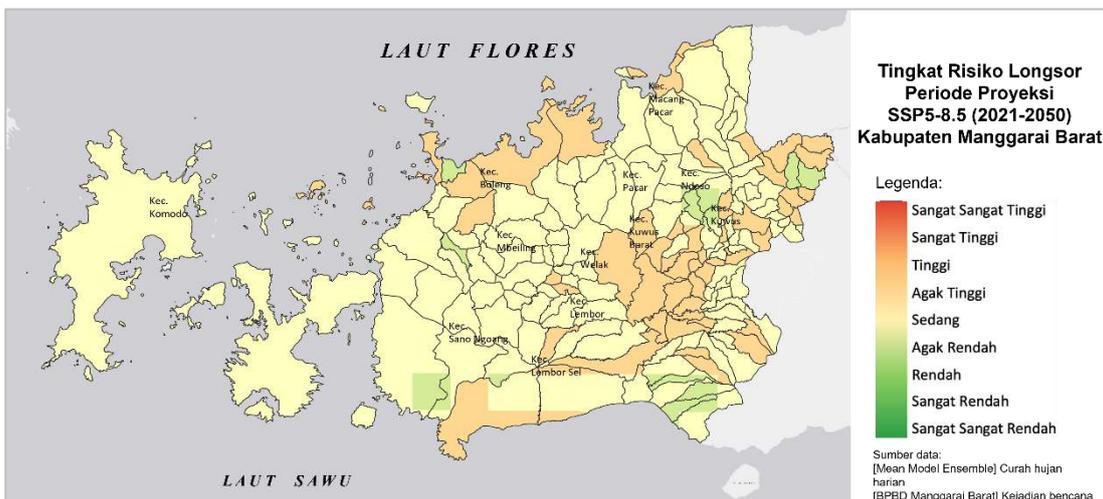
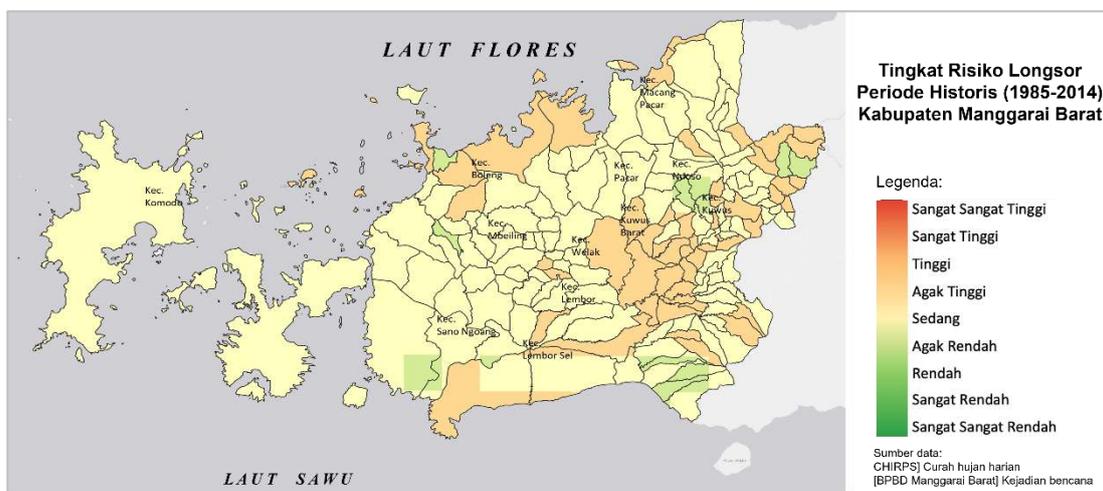
Lampiran 10. Sebaran wilayah menurut Peluang Bahaya Kekeringan di bawah kondisi historis dan proyeksi



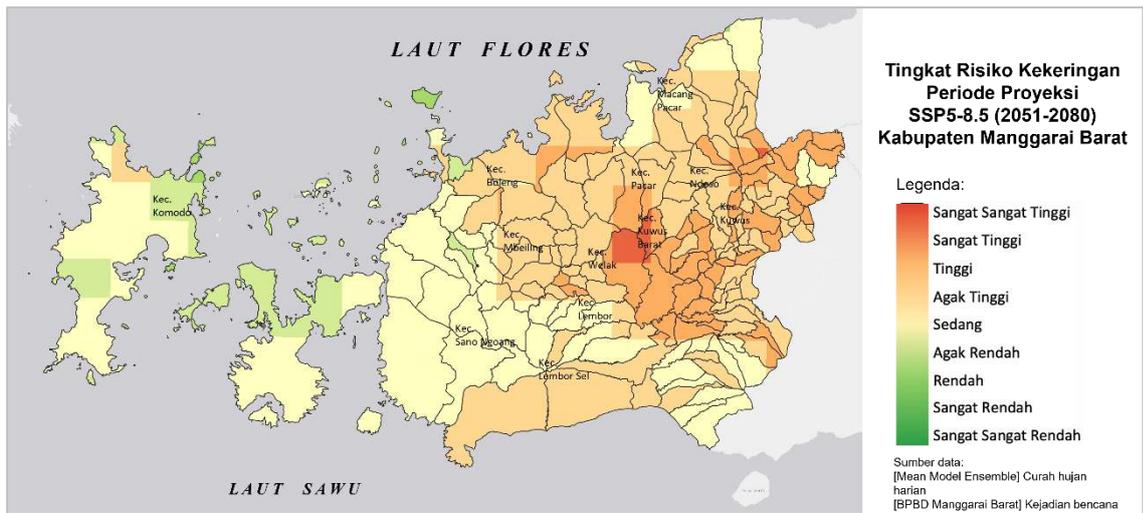
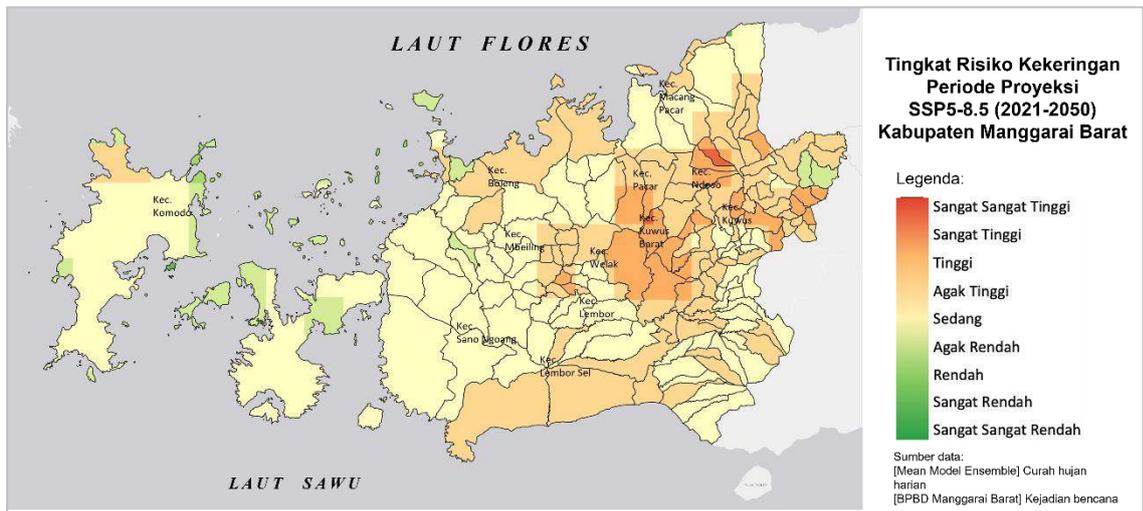
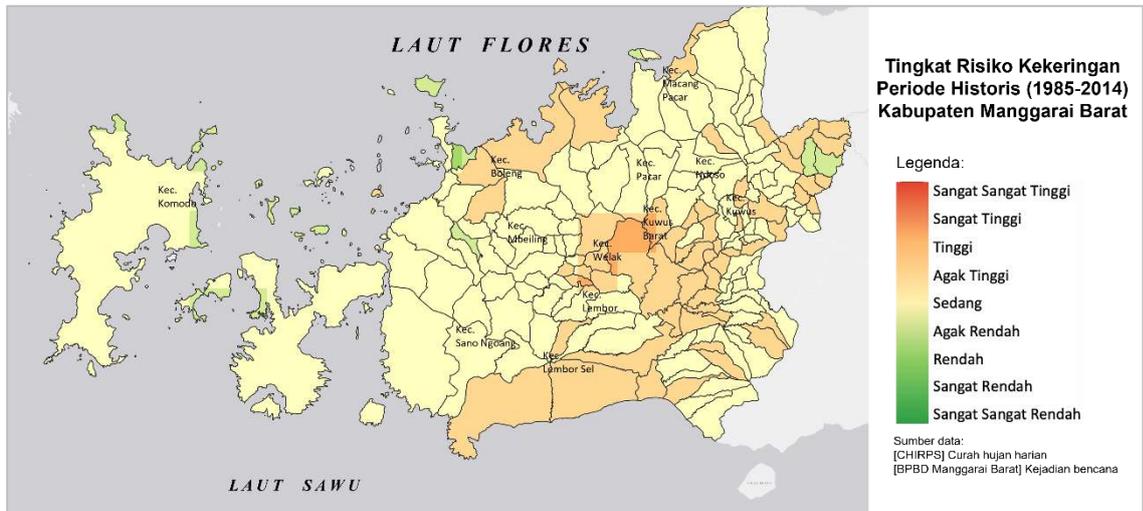
Lampiran 11. Sebaran wilayah menurut Tingkat Risiko Banjir di bawah kondisi historis dan proyeksi



Lampiran 12. Sebaran wilayah menurut Tingkat Risiko Longsor di bawah kondisi historis dan proyeksi



Lampiran 13. Sebaran wilayah menurut Tingkat Risiko Kekeringan di bawah kondisi historis dan proyeksi



Lampiran 14. Deskripsi ringkas tingkat kerentanan, potensi dampak, dan risiko iklim desa Repi, Kecamatan Lembor Selatan dan Warloka, Kecamatan Komodo

Secara geografis desa Repi terletak di lereng pegunungan dan sebagian wilayahnya langsung berbatasan dengan pesisir sedangkan desa Warloka bentuk topografinya berbukit dan sebagian wilayahnya juga berbatasan dengan pesisir, yaitu langsung berhadapan dengan Pulau Rinca. Berdasarkan bentuk topografinya yang beragam termasuk faktor fisik yang lain dan status sosial ekonomi penduduk yang tinggal di dalamnya maka tingkat kerentanan kedua desa tersebut dapat diidentifikasi.

Hasil analisis indikator penyusun tingkat sensitivitas desa, desa Repi dan Warloka masuk dalam kategori yang sama yaitu kategori Sedang meskipun angka indeks desa Warloka (IS = 0.55) lebih sensitif daripada Repi (IS = 0.48). Namun, desa Warloka memiliki tingkat kapasitas adaptasi yang lebih baik (IKA = 0.49, kategori Sedang) daripada desa Repi (IKA = 0.38, kategori Agak Rendah). Secara keseluruhan, kombinasi IS dan IKA di kedua desa tersebut menyimpulkan bahwa keduanya memiliki tingkat kerentanan desa yang sama, yaitu kerentanan desa dengan kategori Cukup Rentan. Ringkasan tingkat kerentanan (dinyatakan dengan angka indeks) dapat dilihat pada tabulasi berikut.

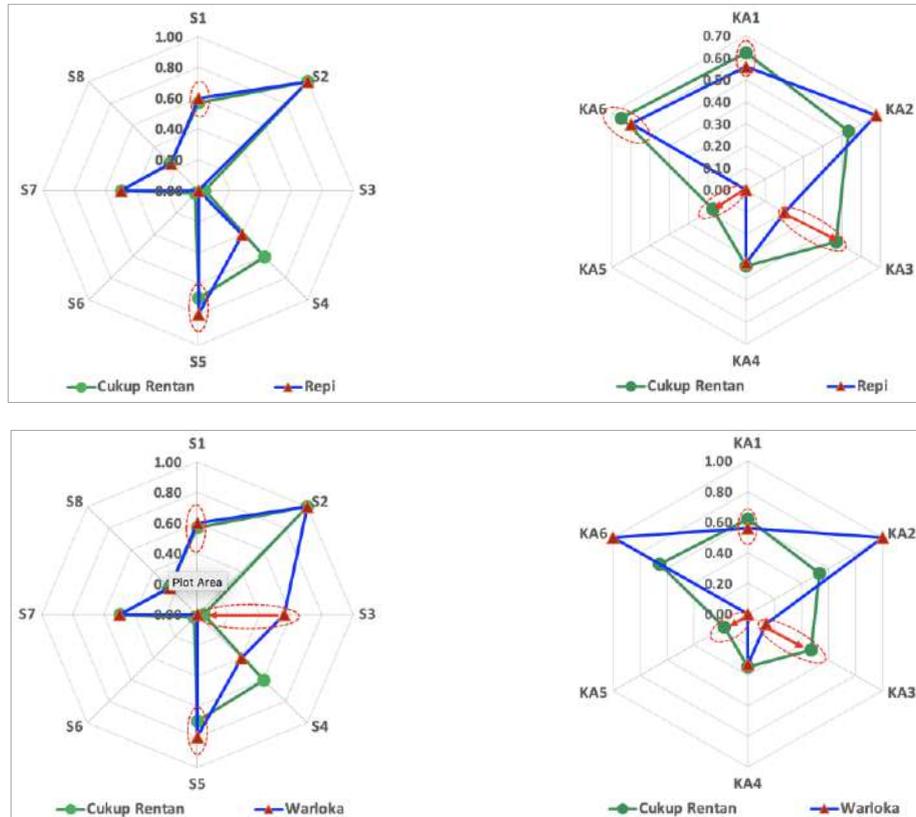
Tabel L14.1. Angka indeks sensitivitas, kapasitas adaptasi, dan kerentanan desa Repi dan Warloka di bawah kondisi saat ini

Desa	Indeks Sensitivitas	Indeks Kapasitas adaptasi	Indeks Kerentanan
Repi	Sedang (0.48)	Agak Rendah (0.38)	Cukup Rentan (0.6)
Warloka	Sedang (0.55)	Sedang (0.49)	Cukup Rentan (0.60)

Tingkat kerentanan desa Repi dan Warloka dapat diturunkan dari kategori Cukup Rentan di bawah kondisi saat ini (Tabel L14.1) ke kategori Cukup Rentan atau Tidak Rentan di bawah kondisi rata-rata (lihat Tabel 4.1). Pada dasarnya, setiap upaya penurunan tingkat kerentanan perlu mengetahui jenis-jenis indikator yang berkontribusi besar pada peningkatan tingkat kerentanan desa. Jika ini akan direalisasikan maka ini memerlukan biaya yang tinggi dan waktu tercapainya yang kemungkinan lama. Berdasarkan hal tersebut tingkat kerentanan desa Repi dan Warloka di bawah kondisi saat ini diskenariokan angka indikator sensitivitas dan angka indikator kapasitas adaptasi yang berkontribusi besar pada peningkatan tingkat kerentanan di kedua desa itu diskenariokan turun ke kategori Cukup Rentan di bawah kondisi rata-rata.

Indikator sensitivitas yang berkontribusi besar pada peningkatan tingkat sensitivitas desa Repi ada dua indikator, yaitu: **indikator Kemiskinan (S₁) dan Sumber Air Minum (S₅)**; sementara itu, **indikator yang berkontribusi besar pada penurunan tingkat kapasitas adaptasi** ada empat indikator, yaitu: **indikator Sumber Energi Rumah Tangga (KA₁), Fasilitas Kredit dan Usaha Bersama (KA₃), Kegiatan Pelestarian Lingkungan**

(KA₅), dan indikator Anggaran Desa (KA₆). Merujuk pada Gambar L14.1., angka indikator S₁ sebesar 0.60 dan S₅ sebesar 0.80 secara berturut-turut perlu diturunkan menjadi 0.57 dan 0.70. Angka indikator KA₁, KA₃, KA₅, dan KA₆ secara berturut-turut perlu dinaikkan menjadi 0.62, 0.47, 0.17, dan 0.65.



Gambar L14.1. Indikator penyusun tingkat sensitivitas dan kapasitas adaptasi yang berkontribusi besar terhadap tingkat kerentanan desa Repi (panel atas) dan Warloka (panel bawah) dan upaya penurunan tingkat kerentanan saat ini hingga ke kategori Cukup Rentan di bawah kondisi rata-rata

Indikator sensitivitas dan kapasitas adaptasi yang berkontribusi besar pada peningkatan tingkat kerentanan desa Warloka adalah S₁, S₃, S₅, KA₁, KA₃, KA₅. Keenam indikator ini perlu diperbaiki dari angka indikator 0.60, 0.56, 0.80, 0.56, 0.14, 0.00 menjadi 0.57, 0.04, 0.70, 0.62, 0.47, 0.17. Detil indikator yang perlu diperbaiki dapat dilihat pada Gambar L14.1., pada baris kedua. Upaya perbaikan angka indikator - baik untuk desa Repi maupun Warloka adalah upaya lanjutan setelah kajian kerentanan ini, yaitu dalam bentuk pemilihan dan pelaksanaan opsi aksi adaptasi.

Seperti ditunjukkan pada Tabel L14.1., kedua desa ini masuk dalam kategori Cukup Rentan meskipun desa Warloka relatif lebih sensitif atau peka (IS = 0.55) daripada desa Repi (IS = 0.48) ketika menghadapi gangguan bahaya iklim. Selanjutnya, dari Tabel L14.2., tingkat keterpaparan desa Warloka dan Repi terkait bahaya banjir adalah sama (IE = 0.50) meskipun secara umum tingkat keterpaparan kedua desa itu masuk dalam kategori yang sama, yaitu tingkat keterpaparan Sedang. Tingkat keterpaparan desa Warloka yang secara detil adalah lebih tinggi (untuk bahaya banjir) daripada desa Repi terkonfirmasi dengan bentuk

topografi desa Warloka yang berupa pegunungan sedangkan desa Repi yang bertopografi perbukitan. Seperti telah diungkap di awal bahwa kajian bahaya iklim ini didekati (*proxy*) dari data hujan. Artinya, intensitas hujan tinggi yang jatuh di lereng pegunungan akan lebih berkontribusi terhadap kejadian banjir **di hilir** daripada yang jatuh di lereng perbukitan. Berdasarkan alasan ini maka desa Warloka (bagian hilir) yang berada di kaki lereng pegunungan akan lebih mudah terpapar oleh banjir daripada desa Repi (bagian hilir) yang berada di kaki lereng perbukitan meskipun tingkat keterpaparannya adalah sama.

Tabel L14.2. Angka indeks keterpaparan terkait bahaya iklim (banjir, longsor, dan kekeringan) di desa Repi dan Warloka

Desa	Indeks Keterpaparan terkait Bahaya			Keterangan
	Banjir	Longsor	Kekeringan	
Repi	Sedang (0.50)	Sedang (0.5)	Sedang (0.50)	Secara umum, tingkat keterpaparan desa Repi dan Warloka terkait bahaya iklim adalah hampir sama terkait ancaman banjir, longsor dan kekeringan
Warloka	Sedang (0.50)	Sedang (0.50)	Sedang (0.50)	

Hubungan antara kerentanan dan keterpaparan desa akan merujuk pada potensi dampak dari desa tersebut ketika terpapar oleh bahaya iklim. Potensi dampak terkait bahaya banjir, longsor dan kekeringan di desa Repi dan Warloka, secara umum, masuk dalam kategori Sedang (lihat Tabel L14.3) dan ini dibangun dari indeks kerentanan untuk kategori Cukup Rentan (lihat Tabel L14.1) dan indeks keterpaparan desa untuk kategori Sedang (lihat Tabel L14.2).

Tabel L14.3. Angka indeks potensi dampak terkait iklim (banjir, longsor, dan kekeringan) di desa Repi dan Warloka

Desa	Indeks Potensi Dampak terkait Bahaya		
	Banjir	Longsor	Kekeringan
Repi	Sedang	Sedang	Sedang
Warloka	Sedang	Sedang	Sedang

Selanjutnya, Tabel L14.4. hingga L14.6. menunjukkan tingkat risiko bahaya iklim (meliputi bahaya banjir, longsor, dan kekeringan) di bawah kondisi historis (periode 1985-2014) dan proyeksi (periode 2021-2050 dan 2051-2080) menurut skenario iklim SSP2-4.5. Pada periode historis dan proyeksi, tingkat risiko banjir di desa Repi masuk dalam kategori Agak Rendah (1412 ha) dan Sedang (437 ha) sementara peluang terjadinya berkisar dari kategori Agak Rendah ($0.1 < p \leq 0.33$) hingga Rendah ($p \leq 0.1$) atau Sesekali terjadi banjir hingga Jarang terjadi banjir (lihat Tabel L14.4). Tingkat risiko banjir di desa Warloka adalah Sedang (3211 ha) dan ini dipengaruhi oleh peluang bahaya banjir untuk kategori Sedang ($0.33 < p \leq 0.66$) atau kadang-kadang banjir sebagai akibat adanya intensitas hujan tinggi. Berdasarkan peluang terjadinya kejadian banjir maka **desa Warloka memiliki peluang**

lebih besar atau lebih sering terkena banjir daripada desa Repi. Kondisi ini sejalan dengan tingkat keterpaparan desa Warloka ($IE = 0.50$ atau 0.49) yang lebih besar daripada desa Repi ($IE = 0.47$) meskipun kedua desa itu masuk dalam kategori kerentanan yang sama, yaitu kategori Sedang.

Tabel L14.4. Hubungan antara peluang kejadian banjir dan risiko banjir di desa Repi dan Warloka di bawah kondisi historis dan proyeksi

Desa	Bahaya Banjir	Risiko Banjir
Repi	kategori Agak Rendah ($0.1 < p \leq 0.33$) - Rendah ($p \leq 0.1$) di bawah kondisi historis dan proyeksi (SSP2-4.5)	kategori Agak Rendah (1412 ha) - Rendah (437 ha) di bawah kondisi historis dan proyeksi (SSP2-4.5)
Warloka	lebih rendah dari kategori Sedang ($0.33 < p \leq 0.66$) di bawah kondisi historis dan proyeksi (SSP2-4.5)	kategori Sedang (3211) ha di bawah kondisi historis dan proyeksi (SSP2-4.5)

Risiko bahaya longsor di desa Repi dan Warloka, selain faktor topografi (pegunungan dan perbukitan) maka faktor yang paling penting adalah intensitas hujan tinggi di wilayah tersebut. Tingkat risiko longsor di kedua desa ini berkisar dari Sedang hingga Agak Rendah (lihat Tabel L14.5). Luas desa Repi yang berpotensi terkena longsor untuk tingkat risiko Agak Rendah adalah sekitar 437 ha sedangkan yang berkategori risiko Sedang adalah seluas 1412 ha. Peluang terjadinya longsor di desa Repi berkisar antara Agak Rendah ($0.1 < p \leq 0.33$) hingga Sedang ($0.33 < p \leq 0.66$) atau Sese kali terjadi longsor hingga kadang-kadang terjadi longsor di bawah kondisi historis maupun proyeksi. Peluang bahaya longsor di desa Repi adalah sama dengan di desa Warloka tetapi tingkat risikonya hanya pada kategori Agak Rendah (seluas 3211 ha). Kondisi ini kemungkinan besar disebabkan oleh tingkat keterpaparan dan potensi dampak desa Warloka yang lebih rendah daripada desa Repi sehingga **desa Repi memiliki tingkat risiko longsor yang lebih kurang sama atau mirip dengan desa Warloka.**

Tabel L14.5. Hubungan antara peluang kejadian longsor dan risiko longsor di desa Repi dan Warloka di bawah kondisi historis dan proyeksi

Desa	Bahaya Longsor	Risiko Longsor
Repi	kategori Sedang ($0.33 < p \leq 0.66$) hingga Agak Rendah ($0.1 < p \leq 0.33$) di bawah kondisi historis dan proyeksi (SSP2-4.5)	kategori Sedang (1412 ha) - Agak Rendah (437 ha) di bawah kondisi historis dan proyeksi (SSP2-4.5)
Warloka	kategori Agak Rendah ($0.1 < p \leq 0.33$) di bawah kondisi historis dan proyeksi (SSP2-4.5)	kategori Agak Rendah (3211 ha) di bawah kondisi historis dan proyeksi (SSP2-4.5)

Tabel L14.6 menunjukkan bahwa tingkat risiko kekeringan desa Repi (kategori Sedang) dan desa Warloka (kategori Agak Rendah) adalah sama untuk kondisi historis

maupun proyeksi. Secara umum, peluang terjadinya kekeringan di desa Repi adalah Sedang, terutama pada saat periode historis; pada periode proyeksi (2021-2050 dan 2051-2080), peluang terjadinya kekeringan di desa Repi dan Warloka adalah berkategori Sedang. Kondisi ini sejalan dengan potensi dampak yang ditimbulkan oleh bahaya kekeringan di kedua desa tersebut. Potensi dampak terkait bahaya kekeringan untuk desa Repi dan Warloka adalah berkategori Sedang. **Artinya, desa Repi dan Warloka memiliki tingkat risiko kekeringan yang sama sehingga tingkat perlakuan penanganannya setara** (lihat Tabel L14.6., untuk *point* lebih detail).

Tabel L14.6. Hubungan antara peluang kejadian kekeringan dan risiko kekeringan di desa Repi dan Warloka di bawah kondisi historis dan proyeksi

Desa	Bahaya Kekeringan	Risiko Kekeringan
Repi	• kategori Sedang ($0.33 < p \leq 0.66$) di bawah kondisi historis dan proyeksi (SSP2-4.5)	kategori Sedang di bawah kondisi historis dan proyeksi (1849 ha)
Warloka	• kategori Sedang ($0.33 < p \leq 0.66$) di bawah kondisi historis dan proyeksi periode 2021-2050 dan 2051-2080 (SSP2-4.5)	kategori Sedang (3211 ha) di bawah kondisi historis dan proyeksi (SSP2-4.5)

Lampiran 15. Peta Tingkat Kerentanan Desa di Kabupaten Manggarai Barat



Lampiran 16. Peta Tingkat Risiko Banjir Kabupaten Manggarai Barat di Bawah Kondisi Historis



Lampiran 17. Peta Tingkat Risiko Banjir Kabupaten Manggarai Barat di Bawah Kondisi Proyeksi Menurut Skenario SSP2-4.5 untuk Periode 2021-2050



Lampiran 18. Peta Tingkat Risiko Banjir Kabupaten Manggarai Barat di Bawah Kondisi Proyeksi Menurut Skenario SSP2-4.5 untuk Periode 2051-2080



Lampiran 19. Peta Tingkat Risiko Longsor Kabupaten Manggarai Barat di Bawah Kondisi Historis



Lampiran 20. Peta Tingkat Risiko Longsor Kabupaten Manggarai Barat di Bawah Kondisi Proyeksi Menurut Skenario SSP2-4.5 untuk Periode 2021-2050



Lampiran 21. Peta Tingkat Risiko Longsor Kabupaten Manggarai Barat di Bawah Kondisi Proyeksi Menurut Skenario SSP2-4.5 untuk Periode 2051-2080



Lampiran 22. Peta Tingkat Risiko Kekeringan Kabupaten Manggarai Barat di Bawah Kondisi Historis



Lampiran 23. Peta Tingkat Risiko Kekeringan Kabupaten Manggarai Barat di Bawah Kondisi Proyeksi Menurut Skenario SSP2-4.5 untuk Periode 2021-2050



Lampiran 24. Peta Tingkat Risiko Kekeringan Kabupaten Manggarai Barat di Bawah Kondisi Proyeksi Menurut Skenario SSP2-4.5 untuk Periode 2051-2080



GLOSARIUM

Adaptasi

Proses penyesuaian terhadap iklim aktual atau yang diperkirakan serta dampaknya. Dalam sistem manusia, adaptasi bertujuan untuk mengurangi atau menghindari kerugian atau memanfaatkan peluang yang menguntungkan. {WGII, III}

Bahaya

Potensi terjadinya peristiwa fisik atau tren alami atau yang disebabkan oleh manusia atau dampak fisik yang dapat menyebabkan kehilangan nyawa, cedera, atau dampak kesehatan lainnya, serta kerusakan dan kehilangan properti, infrastruktur, mata pencaharian, penyediaan layanan, ekosistem, dan sumber daya lingkungan. Dalam laporan ini, istilah bahaya biasanya merujuk pada peristiwa fisik atau tren terkait iklim atau dampak fisiknya. {WGII}

Banjir

Meluapnya sungai atau badan air lainnya sehingga melebihi batas normal, atau akumulasi air di daerah yang biasanya tidak tergenang. Banjir mencakup banjir sungai (fluvial), banjir bandang, banjir perkotaan, banjir pluvial, banjir di saluran pembuangan, banjir di pesisir, dan banjir akibat pecahnya danau glasial. {WGII}

Bencana

Perubahan secara luar biasa terhadap fungsi normal dari suatu komunitas atau masyarakat akibat peristiwa fisik berbahaya yang berinteraksi dengan kondisi sosial yang rentan, yang mengakibatkan dampak buruk yang luas pada manusia, materi, ekonomi, atau lingkungan dan ini memerlukan respons darurat sesegera mungkin guna memenuhi kebutuhan kritis manusia serta memerlukan dukungan eksternal untuk pemulihannya. {WGII}

Dampak (konsekuensi, umpan-balik)

Efek pada sistem alam dan manusia. Dalam laporan ini, istilah dampak digunakan terutama untuk merujuk terhadap efek pada sistem alam dan manusia akibat peristiwa cuaca dan iklim ekstrem serta perubahan iklim. Dampak umumnya merujuk terhadap efek pada kehidupan, mata pencaharian, kesehatan, ekosistem, ekonomi, masyarakat, budaya, layanan, dan infrastruktur akibat interaksi perubahan iklim atau peristiwa iklim berbahaya yang terjadi dalam periode waktu tertentu dan kerentanan masyarakat atau sistem yang terpapar. Dampak juga disebut sebagai konsekuensi dan umpan-balik. Dampak perubahan iklim pada sistem geofisika, termasuk banjir, kekeringan, dan kenaikan permukaan laut, adalah suatu bagian (*subset*) dari dampak yang disebut dampak fisik. {WGII}

El Niño–Southern Oscillation (ENSO)

Istilah El Niño awalnya digunakan untuk menggambarkan arus air hangat yang secara berkala mengalir di sepanjang pantai Ekuador dan Peru, ini mengganggu perikanan lokal. Sejak itu, istilah ini menjadi identik dengan pemanasan di seluruh cekungan Samudra Pasifik tropis di sebelah timur garis penanggalan internasional. Peristiwa oseanik ini terkait dengan fluktuasi pola tekanan permukaan tropis dan subtropis skala global yang disebut Osilasi Selatan. Fenomena atmosfer-laut yang terkait ini, dengan skala waktu dua hingga sekitar tujuh tahun, dikenal sebagai El Niño–Southern Oscillation (ENSO). Hal ini sering diukur dengan perbedaan anomali tekanan permukaan antara Tahiti dan Darwin atau suhu permukaan laut di bagian tengah dan

timur khatulistiwa Pasifik. Selama peristiwa ENSO, angin pasat yang berlaku melemah, mengurangi *upwelling* dan mengubah arus laut sehingga suhu permukaan laut menghangat, lebih lanjut ini akan melemahkan angin pasat. Peristiwa ini memiliki dampak besar pada pola angin, suhu muka laut, dan presipitasi di Pasifik tropis. Hal ini memiliki efek iklim di seluruh wilayah Pasifik dan di banyak bagian lain dunia melalui telekoneksi global. Fase dingin ENSO disebut La Niña. {WGI, II}

Iklim

Iklim dalam arti sempit didefinisikan sebagai rata-rata cuaca, atau lebih tepatnya, sebagai deskripsi statistik dalam hal rata-rata dan variabilitas dari kuantitas yang relevan selama periode waktu mulai dari beberapa bulan hingga ribuan atau jutaan tahun. Periode klasik untuk merata-ratakan variabel-variabel ini adalah 30 tahun, seperti yang didefinisikan oleh Organisasi Meteorologi Dunia. Kuantitas yang relevan dan paling sering adalah variabel permukaan seperti suhu, presipitasi, dan angin. Iklim dalam pengertian yang lebih luas adalah keadaan, termasuk deskripsi statistik, dari sistem iklim. {WGI, II, III}

Kapasitas Adaptif atau Kapasitas Adaptasi

Kemampuan sistem, institusi, manusia, dan organisme lainnya untuk menyesuaikan diri terhadap potensi kerusakan, memanfaatkan peluang, atau merespons konsekuensi. {WGII, III}

Kejadian Cuaca Ekstrem

Kejadian/peristiwa cuaca ekstrem adalah peristiwa yang jarang terjadi di tempat dan waktu tertentu dalam setahun. Definisi jarang bervariasi, tetapi peristiwa cuaca ekstrem biasanya sama jarangnyanya atau lebih jarang dari persentil ke-10 atau ke-90 dari fungsi distribusi probabilitas yang diestimasi dari data pengamatan. Secara definisi, karakteristik cuaca ekstrem dapat bervariasi dari satu tempat ke tempat lain dalam arti absolut. Ketika pola cuaca ekstrem bertahan untuk beberapa waktu, seperti satu musim, itu dapat digolongkan sebagai peristiwa iklim ekstrem, terutama jika menghasilkan rata-rata atau total yang juga ekstrem (misalnya, kekeringan atau hujan lebat selama satu musim). {WGI, II}

Kekeringan

Periode cuaca kering abnormal yang cukup lama sehingga menyebabkan ketidakseimbangan hidrologis yang serius. Kekeringan adalah istilah relatif; oleh karena itu, pembicaraan mengenai defisit presipitasi harus merujuk pada aktivitas presipitasi tertentu yang sedang dibahas. Misalnya, kekurangan presipitasi selama musim tanam dan berdampak pada produksi tanaman atau fungsi ekosistem secara umum dikenal sebagai kekeringan pertanian. Jika ini mempengaruhi limpasan dan perkolasi musiman sehingga mempengaruhi pasokan air disebut kekeringan hidrologis. Perubahan cadangan kelembaban tanah dan air tanah dipengaruhi oleh peningkatan evapotranspirasi aktual selain berkurangnya presipitasi. Periode dengan defisit presipitasi yang abnormal didefinisikan sebagai kekeringan meteorologis. Kekeringan besar adalah kekeringan yang sangat panjang dan meluas, berlangsung jauh lebih lama dari biasanya, biasanya satu dekade atau lebih. {WGI, II}

Kerentanan

Kecenderungan atau predisposisi untuk terpengaruh secara negatif. Kerentanan mencakup berbagai konsep dan elemen termasuk sensitivitas atau kerentanan terhadap bahaya dan kurangnya kapasitas untuk mengatasi dan beradaptasi. {WGII}

Keterpaparan

Keberadaan orang, mata pencaharian, spesies atau ekosistem, fungsi lingkungan, layanan, dan sumber daya, infrastruktur, atau aset ekonomi, sosial, atau budaya setempat yang dapat terkena dampak buruk. {WGII}

Manajemen Risiko

Rencana, tindakan, atau kebijakan untuk mengurangi kemungkinan dan/atau konsekuensi risiko atau untuk merespons konsekuensi. {WGII}

Mitigasi (perubahan iklim)

Intervensi manusia untuk mengurangi sumber atau meningkatkan penyerapan gas rumah kaca (GRK). Laporan ini juga menilai intervensi manusia untuk mengurangi sumber zat lain yang mungkin berkontribusi secara langsung atau tidak langsung dalam membatasi perubahan iklim, termasuk, misalnya, pengurangan emisi partikel yang dapat langsung mengubah keseimbangan radiasi (misalnya, karbon hitam) atau langkah-langkah yang mengontrol emisi karbon monoksida, nitrogen oksida, senyawa organik yang mudah menguap, dan polutan lainnya yang dapat mengubah konsentrasi ozon troposfer yang memiliki efek tidak langsung pada iklim. {WGI, II, III}

Perubahan Iklim

Perubahan iklim mengacu pada perubahan keadaan iklim yang dapat diidentifikasi (misalnya, dengan menggunakan uji statistik) melalui perubahan rata-rata dan/atau variabilitas yang sifat-sifatnya bertahan selama periode waktu yang panjang, biasanya dekade atau lebih lama lagi. Perubahan iklim kemungkinan disebabkan oleh proses internal alami atau pengaruh eksternal seperti perubahan intensitas siklus matahari, letusan gunung berapi, dan perubahan antropogenik secara terus-menerus pada komposisi atmosfer atau penggunaan lahan. Perlu dicatat bahwa Konvensi Kerangka Kerja PBB tentang Perubahan Iklim (UNFCCC), dalam Pasal 1, mendefinisikan perubahan iklim sebagai: 'perubahan iklim yang secara langsung atau tidak langsung diatribusikan pada aktivitas manusia yang mengubah komposisi atmosfer global dan yang berada di luar variabilitas iklim alami yang diamati selama periode waktu yang sebanding'. Oleh karena itu, UNFCCC membedakan antara perubahan iklim yang diakibatkan oleh aktivitas manusia yang mengubah komposisi atmosfer dan variabilitas iklim yang diakibatkan oleh penyebab alami. {WGI, II, III}

Proyeksi

Proyeksi adalah evolusi potensi di masa depan dari suatu kuantitas atau serangkaian kuantitas, yang sering dihitung dengan bantuan model. Berbeda dengan prediksi, proyeksi bersifat kondisional dan mengacu pada asumsi-asumsi tertentu, misalnya, perkembangan sosial-ekonomi dan teknologi di masa depan yang mungkin atau tidak mungkin terwujud. {WGI, II}

Proyeksi Iklim

Proyeksi iklim adalah respons simulasi dari sistem iklim terhadap skenario emisi atau konsentrasi gas rumah kaca (GRK) serta aerosol di masa depan, yang umumnya diperoleh menggunakan model iklim. Proyeksi iklim dibedakan dari prediksi iklim berdasarkan keterikatannya pada skenario emisi/konsentrasi/*radiative forcing* yang digunakan, yang pada gilirannya didasarkan pada suatu asumsi tertentu, misalnya,

perkembangan sosial-ekonomi dan teknologi di masa depan yang mungkin atau tidak mungkin terwujud. {WGI, II, III}

Risiko

Potensi terjadinya konsekuensi di mana sesuatu yang bernilai dipertaruhkan dan di mana hasilnya tidak pasti, dan mengakui adanya keragaman nilai. Risiko sering diwakili sebagai probabilitas atau kemungkinan terjadinya peristiwa atau tren berbahaya dikalikan dengan dampak jika peristiwa atau tren ini terjadi. Dalam laporan ini, istilah risiko sering digunakan untuk merujuk pada potensi, ketika hasilnya tidak pasti, untuk konsekuensi buruk pada kehidupan, mata pencaharian, kesehatan, ekosistem dan spesies, aset ekonomi, sosial dan budaya, layanan (termasuk layanan lingkungan) dan infrastruktur. {WGII, III}

***Shared Socioeconomic Pathways* atau Jalur Sosial Ekonomi Bersama**

Skenario emisi yang dikembangkan oleh IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) dengan mempertimbangkan berbagai kemungkinan perubahan sosial dan ekonomi global yang dapat memengaruhi emisi gas rumah kaca dan efek perubahan iklim di masa depan.

Skenario Emisi

Representasi yang masuk akal terkait perkembangan emisi zat-zat di masa depan yang berpotensi aktif terhadap radiasi (misalnya, gas rumah kaca (GRK), aerosol) berdasarkan serangkaian asumsi yang koheren dan konsisten secara internal tentang faktor pendorong (seperti perkembangan demografis dan sosial-ekonomi, perubahan teknologi, energi, dan penggunaan lahan) dan hubungan kuncinya. Skenario konsentrasi, yang berasal dari skenario emisi, digunakan sebagai input ke model iklim untuk menghitung proyeksi iklim.

Skenario Mitigasi

Penjelasan yang masuk akal tentang masa depan dan ini menggambarkan bagaimana sistem (yang dipelajari) merespons terhadap penerapan kebijakan dan langkah-langkah mitigasi. {WGIII}

Variabilitas Iklim

Variabilitas iklim merujuk pada variasi terkait keadaan rata-rata dan statistik lainnya (seperti deviasi standar, kejadian ekstrem, dll.) dari iklim pada semua skala spasial dan temporal di luar peristiwa cuaca individu. Variabilitas dapat disebabkan oleh proses internal alami dalam sistem iklim (variabilitas internal), atau oleh variasi dalam paksaan eksternal alami atau antropogenik (variabilitas eksternal). {WGI, II, III}