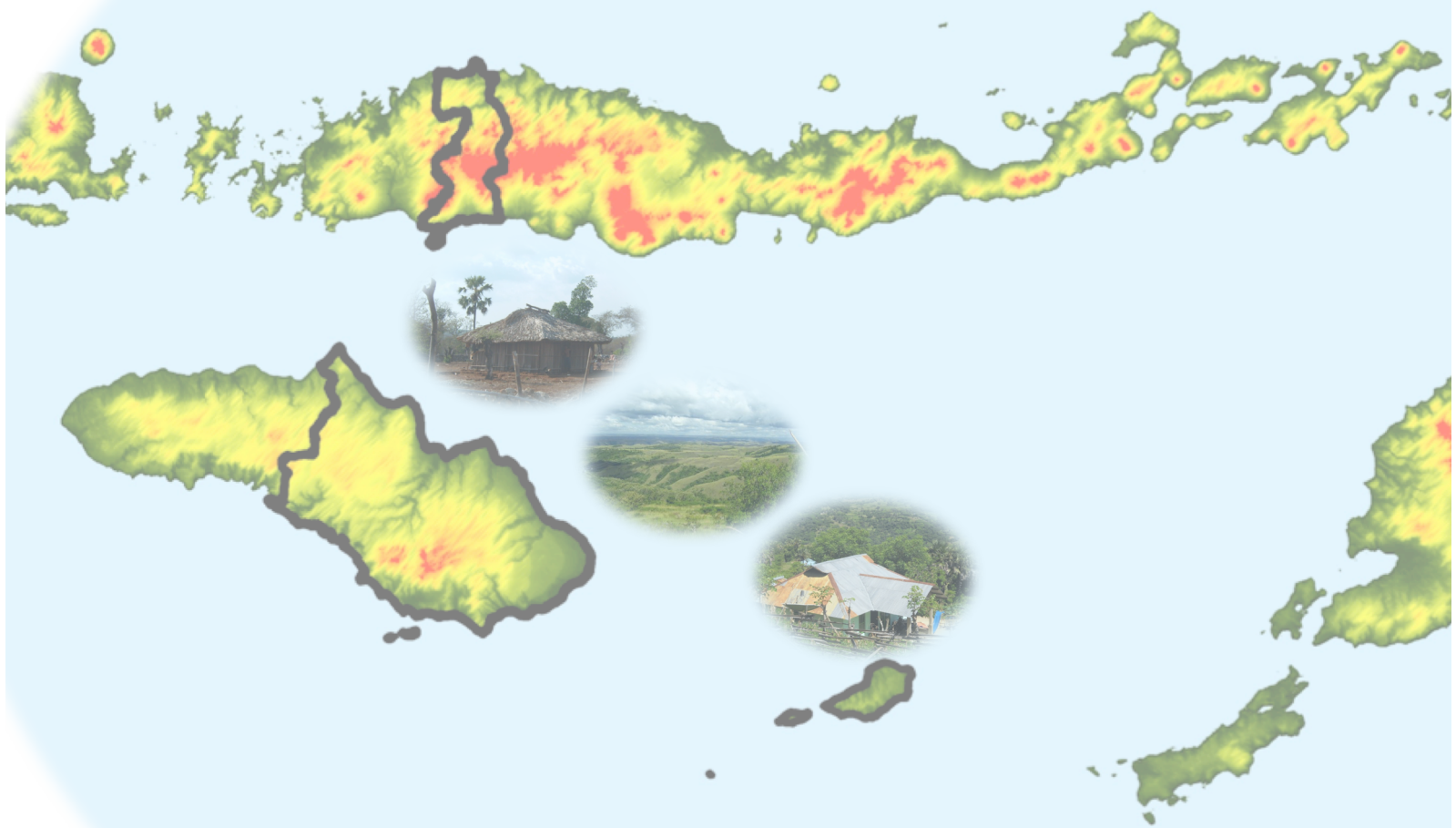


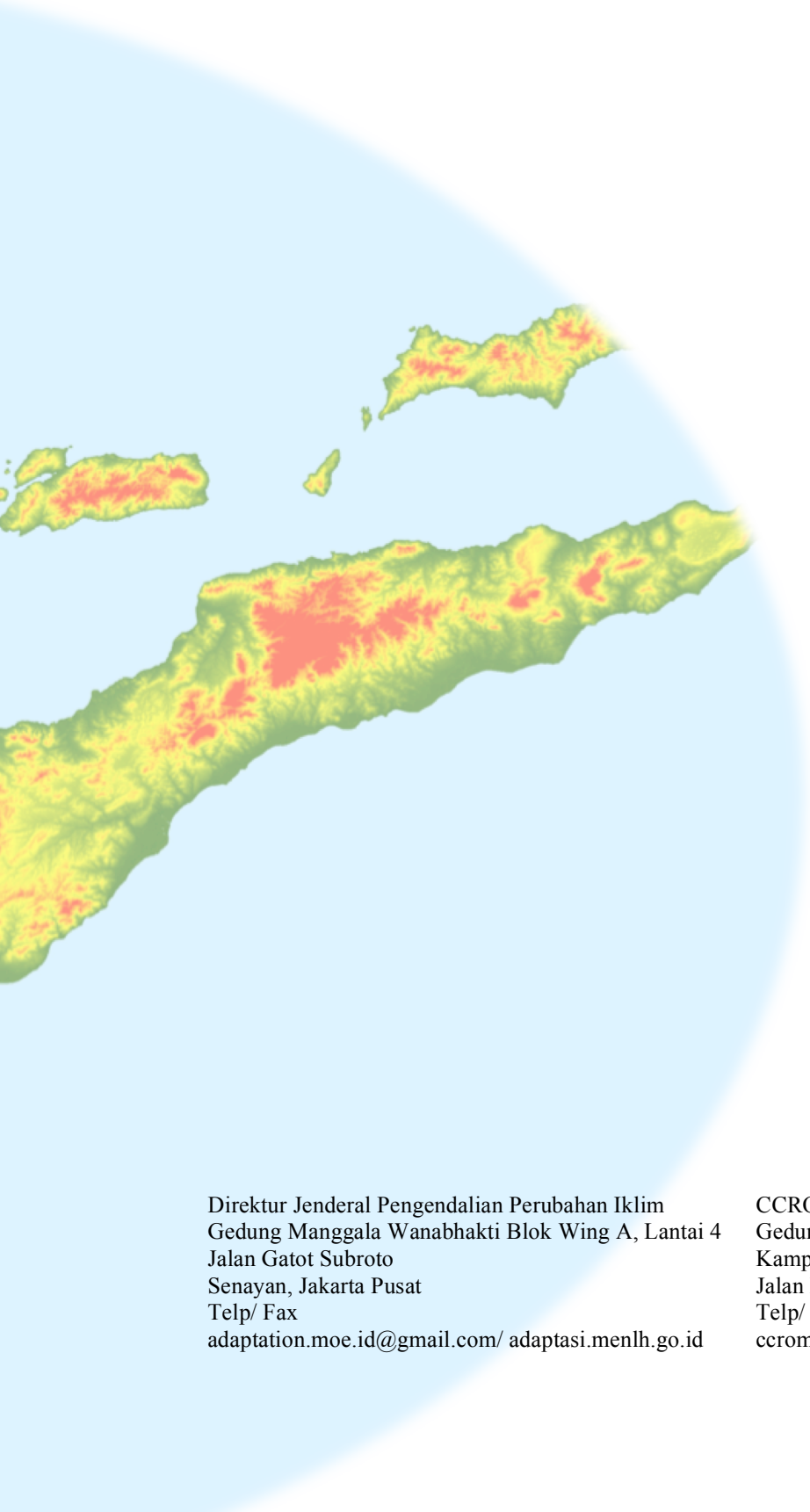


KERENTANAN DAN PENGELOLAAN RISIKO IKLIM PADA SEKTOR PERTANIAN, SUMBERDAYA AIR & SUMBER KEHIDUPAN MASYARAKAT DI NUSA TENGGARA TIMUR (NTT)



Kementrian Lingkungan Hidup dan Kehutanan
Pemerintah Daerah Propinsi Nusa Tenggara Timur
Climate Risk and Opportunity Management Southeast Pacific, Institut Pertanian Bogor
United Nation Development Program

2015



Direktur Jenderal Pengendalian Perubahan Iklim
Gedung Manggala Wanabhakti Blok Wing A, Lantai 4
Jalan Gatot Subroto
Senayan, Jakarta Pusat
Telp/ Fax
adaptation.moe.id@gmail.com/ adaptasi.menlh.go.id

CCROM SEAP Institut Pertanian Bogor
Gedung Fisik dan Botani Lantai 2
Kampus IPB Baranangsiang
Jalan Padjajaran no 1 16143
Telp/ Fax: +62 251 8313709/ +62 251 8310779
ccromseap.ipb.ac.id

KERENTANAN DAN PENGELOLAAN RISIKO IKLIM PADA SEKTOR PERTANIAN, SUMBERDAYA AIR & SUMBER KEHIDUPAN MASYARAKAT DI NUSA TENGGARA TIMUR (NTT)

*(Climate Change Vulnerability and Risk Management in Agriculture, Water and
Livelihood Sector of NTT Communities)*

Pengarah:

Arief Yuwono (*Deputi Bidang Pengendalian Kerusakan Lingkungan dan Perubahan Iklim, KLHK*)

Penanggung Jawab:

Sri Tantri Arundhati (*Asisten Deputi Adaptasi Perubahan, KLHK*)

Wayan Darmawa (*Kepada Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Propinsi NTT*)

Penulis Utama:

Rizaldi Boer

Perdinan

Akhmad Faqih

Siti Amanah

Adi Rakhman

Kontributor:

Sofyan Eyanks

Anter Parulian Situmorang

Editor:

Tri Widayati

Arif Wibowo

Verania Andria

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI.....	II
DAFTAR GAMBAR.....	IV
DAFTAR TABEL	VI
LAMPIRAN.....	VIII
DAFTAR GAMBAR LAMPIRAN.....	VIII
DAFTAR TABEL LAMPIRAN	VIII
1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan	3
2 PERUBAHAN IKLIM HISTORIS DAN PREDIKSI IKLIM MASA DEPAN.....	4
2.1 Perubahan Iklim Historis.....	4
2.1.1 Tren Perubahan Curah Hujan di NTT.....	4
2.1.2 Tren Perubahan Kejadian Iklim Ekstrem	7
2.1.3 Tren Perubahan Iklim Historis di Kabupaten Sumba Timur, Manggarai dan Sabu Raijua.....	13
2.2 Proyeksi Iklim Masa Depan	14
2.2.1 Skenario Emisi GRK dan Kenaikan Suhu	14
2.2.2 Proyeksi Perubahan Suhu di NTT.....	16
2.2.3 Proyeksi Perubahan Hujan.....	16
2.2.4 Proyeksi Perubahan Hujan Ekstrem	17
2.2.5 Proyeksi Perubahan Siklon Tropis.....	19
2.2.6 Proyeksi Perubahan Muka Tinggi Air Laut Pemanasan global dan pengaruhnya terhadap kenaikan muka air laut.....	19
2.2.7 Proyeksi Kondisi Iklim Kabupaten Sumba Timur, Manggarai dan Sabu Raijua	20
3 TINGKAT KERENTANAN DAN RISIKO IKLIM NTT	23
3.1 Konsep Kerentanan dan Risiko Iklim	23
3.2 Indikator Kerentanan Desa.....	24
3.3 Tingkat Kerentanan Desa di NTT	29
3.3.1 Propinsi NTT	29
3.3.2 Kabupaten Manggarai.....	33
3.3.3 Kabupaten Sumba Timur	37
3.3.4 Kabupaten Sabu Raijua.....	42
3.4 Tingkat Risiko Iklim Desa	46
3.4.1 Propinsi NTT	47
3.4.2 Kabupaten Manggarai.....	50

3.4.3	Kabupaten Sumba Timur	53
3.4.4	Kabupaten Sabu Raijua.....	53
4	PRIORITISASI PROGRAM DAN AKSI ADAPTASI PERUBAHAN IKLIM.....	58
4.1	Prioritisasi Lokasi Pelaksanaan Program/Aksi Adaptasi	58
4.1.1	Kabupaten Manggarai.....	59
4.1.2	Kabupaten Sumba Timur	61
4.1.3	Kabupaten Sabu Raijua.....	62
4.2	Penetapan Prioritisasi Bentuk Aksi Adaptasi.....	63
4.3	Penetapan Jangka Waktu Pelaksanaan Program/Aksi Adaptasi	71
	DAFTAR PUSTAKA.....	73
	LAMPIRAN.....	75

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1-1	Hubungan antara kerentanan (keterpaparan, sensitivitas dan kemampuan adaptif), perubahan iklim, risiko dan upaya adaptasi (dimodifikasi dari IPCC, 2014)	2
Gambar 2-1	Pegelompokan NTT menurut pola hujan berdasarkan data dari 95 stasiun (1960-2006; Boer and Faqih, 2010).....	5
Gambar 2-2	Trend dasawarsa dari curah hujan tahunan di NTT (Faqih, 2014)	5
Gambar 2-3	Tren perubahan curah hujan tahunan di NTT 1901-2007 (mm/tahun; Boer dan Faqih, 2010).	6
Gambar 2-4	Tren perubahan hujan musiman di NTT 1901-2007 (mm/tahun; Boer dan Faqih, 2010)	7
Gambar 2-5	Tahun-tahun ENSO yang terjadi selama periode 1950-2014 (http://ggweather.com/enso/oni.htm).....	8
Gambar 2-6	Perubahan tinggi hujan bulanan untuk setiap perubahan 1°C anomali suhu muka laut NINO3.4 (Faqih, 2014).....	9
Gambar 2-7	(a) Keragaman suhu muka laut di NINO3.4 dari 1320-2000 berdasarkan data hasil rekonstruksi (biru) dan observasi (merah). Sumber (Li et al., 2013) dan (b) banyak kejadian ENSO dari abad ke 15 sampai 19 (Gergis dan Fowler, 2009)	10
Gambar 2-8	(a) Tinggi hujan bulanan musim hujan (DJF) persetil 75% (Q3) pada periode 1901-1950, dan (b) Peluang mendapatkan curah hujan sama atau lebih besar dari nilai Q3 periode 1901-1950 pada periode 1951-2000 (Boer dan Faqih, 2011)	11
Gambar 2-9	Sebaran tinggi hujan musim hujan (DJF) pada periode 1901-1950 (garis hitam) dan 1951-2000 (garis merah putus-putus) pada empat wilayah pola hujan di NTT (Lihat Pola 1-4 Gambar 2.1) (Sumber: Faqih dan Boer, 2011).	11
Gambar 2-10	Tinggi hujan maksimum akumulasi 1 sampai 5 hari dan simpangan bakunya di wilayah NTT (Faqih, 2014).....	12
Gambar 2-11	Proyeksi rata-rata peningkatan suhu udara permukaan di Indonesia (11 °LS – 6 °LU, 95 °BT – 141 °BT) berdasarkan skenario SRES-A1B dan skenario RCP-2.6, RCP-4.5, RCP-6.0 dan RCP-8.5 (Faqih dan Boer, 2013).	15
Gambar 2-12	Rata-rata suhu udara tahunan di NTT saat ini (1981-2010) dan masa depan (2011-2040; 2041-2070; dan 2071-2100) pada empat skenario RCP (Faqih, 2014).....	16
Gambar 2-13	Proyeksi naik-turunnya tinggi hujan bulanan di NTT berdasarkan rata-rata wilayah dari median 16 GCM pada semua skenario RCP periode: a) 2011-2040, b) 2041-2070 dan c) 2071-2100 (Faqih, 2014).....	17

Gambar 2-14	Tinggi hujan harian maksimum terendah untuk presentil 1%, 5%, 10% dan 20% saat ini (1981-2010; Faqih, 2014).....	18
Gambar 2-15	Tinggi hujan harian maksimum tertinggi untuk presentil 80%, 90%, 95% dan 99% saat ini (1981-2010; Faqih, 2014).....	18
Gambar 2-16	Proyeksi perubahan periode ulang kejadian ekstrim kering 10 tahunan di masa depan untuk scenario RCP2.6, RCP4.5, RCP6.0 dan RCP8.5 (Sumber Faqih, 2014).	20
Gambar 2-17	Proyeksi perubahan periode ulang kejadian ekstrim basah 10 tahunan di masa depan untuk scenario RCP2.6, RCP4.5, RCP6.0 dan RCP8.5 (Sumber Faqih, 2014)	21
Gambar 2-18	Bentuk perubahan pola hujan bulanan di Kabupaten Manggarai, Sabu Raijua dan Sumba Timur (berdasarkan analisis Faqih, 2014)	22
Gambar 3-1	Ilustrasi konsep kerentanan, selang toleransi, dan adaptasi (John and Boer, 2004)	23
Gambar 3-2	Perbandingan data kecamatan dalam angka dengan potensi desa pada tahun 2011 (Boer dan Rakhman, 2014)	26
Gambar 3-3	Jumlah desa berdasarkan tingkat kerentanan 2005 dan 2011	30
Gambar 3-4	Peta kerentanan desa di propinsi NTT tahun 2005 dan 2011	31
Gambar 3-5	Banyak desa menurut tingkat kerentanan di Kabupaten Manggarai	34
Gambar 3-6	Peta tingkat kerentanan desa, ketinggian tempat dan penggunaan lahan di Kabupaten Manggarai	35
Gambar 3-7	Kondisi indikator kerentanan menurut kategori tingkat kerentanannya di Kabupaten Manggarai	37
Gambar 3-8	Banyak desa menurut tingkat kerentanan di Kabupaten Sumba Timur.....	38
Gambar 3-9	Peta tingkat kerentanan desa, ketinggian tempat dan penggunaan lahan di Kabupaten Sumba Timur	39
Gambar 3-10	Kondisi indikator kerentanan menurut kategori tingkat kerentanannya di Kabupaten Sumba Timur	40
Gambar 3-11	Banyak desa menurut tingkat kerentanan di Kabupaten Sabu Raijua	42
Gambar 3-12	Peta tingkat kerentanan desa, ketinggian tempat dan penggunaan lahan di Kabupaten Sabu Raijua.....	43
Gambar 3-13	Kondisi indikator kerentanan menurut kategori tingkat kerentanannya di Kabupaten Sabu Raijua.....	44
Gambar 3-14	Tingkat ancaman bencana iklim, banjir, kekeringan, longsor dan angin kencang (punting beliung)	47
Gambar 3-15	Risiko iklim saat ini di Propinsi NTT	48
Gambar 3-16	Tingkat risiko banjir (kiri) dan risiko kekeringan (kanan) di masa depan di Propinsi NTT	49

Gambar 3-17	Persentase desa di Propinsi NTT menurut tingkat risiko banjir dan kekeringan pada kondisi saat ini dan masa depan untuk scenario RCP4.5	50
Gambar 3-18	Risiko iklim saat ini di Kabupaten Manggarai	51
Gambar 3-19	Tingkat risiko banjir (atas) dan risiko kekeringan (bawah) di masa depan di Kabupaten Manggarai untuk scenario RCP4.5	52
Gambar 3-20	Persentase desa di Kabupaten Manggarai menurut tingkat risiko banjir dan kekeringan pada kondisi saat ini dan masa depan untuk scenario RCP4.5	53
Gambar 3-21	Risiko iklim saat ini di Kabupaten Sumba Timur	54
Gambar 3-22	Persentase desa di Kabupaten Sumba Timur menurut tingkat risiko banjir dan kekeringan pada kondisi saat ini dan masa depan untuk scenario RCP4.5	55
Gambar 3-23	Tingkat risiko banjir (atas) dan risiko kekeringan (bawah) di masa depan di Kabupaten Sumba Timur untuk scenario RCP4.5	55
Gambar 3-24	Risiko iklim saat ini di Kabupaten Sabu Raijua	56
Gambar 3-25	Tingkat risiko banjir (atas) dan risiko kekeringan (bawah) di masa depan di Kabupaten Sabu Raijua untuk scenario RCP4.5	57
Gambar 3-26	Persentase desa di Kabupaten Sabu Raijua menurut tingkat risiko banjir dan kekeringan pada kondisi saat ini dan masa depan untuk scenario RCP4.5	57
Gambar 4-1	Sebaran desa menurut tingkat urgensi (prioritas) pelaksanaan program dan aksi adaptasi di Kabupaten Manggarai	60
Gambar 4-2	Sebaran desa menurut tingkat urgensi (prioritas) pelaksanaan program dan aksi adaptasi di Kabupaten Sumba Timur	61
Gambar 4-3	Sebaran desa menurut tingkat urgensi (prioritas) pelaksanaan program dan aksi adaptasi di Kabupaten Sabu Raijua	62

DAFTAR TABEL

Tabel 2-1	Tren perubahan iklim historis di Kabupaten Sumba Timur, Maggarai dan Sabu Raijua dalam periode 1994-2013	13
Tabel 2-2	Perubahan iklim ekstrim di Kabupaten Sumba Timur, Maggarai dan Sabu Raijua dalam periode 2010-2040 dibanding saat ini	22
Tabel 3-1	Indikator kerentanan yang digunakan dalam menentukan kerentanan desa di Propinsi NTT dan Kabupaten Manggarai, Sabu Raijua dan Sumba Timur...	28
Tabel 3-2	Kondisi indikator kerentanan desa menurut kategori tingkat kerentanannya	32
Tabel 3-3	Desa lokasi survei di Kabupaten Menggarai dan kriteria pemilihannya (Perdinan et al., 2014)	36

Tabel 3-4	Desa lokasi survei di Kabupaten Sumba Timur dan kriteria pemilihannya (Perdinan et al., 2014).....	41
Tabel 3-5	Desa lokasi survei di Kabupaten Sabu Raijua dan kriteria pemilihannya (Perdinan et al., 2014).....	45
Tabel 3-6	Matrik Risiko Iklim sebagai fungsi kerentanan dan besar peluang/trend perubahan peluang kejadian iklim ekstrim atau tingkat peluang kejadian iklim	46
Tabel 3-7	Jumlah desa menurut tingkat risiko iklim di Propinsi NTT.....	49
Tabel 3-8	Jumlah desa menurut tingkat risiko iklim di Kabupaten Manggarai	52
Tabel 3-9	Jumlah desa menurut tingkat risiko iklim di Kabupaten Sumba Timur	54
Tabel 3-10	Jumlah desa menurut tingkat risiko iklim di Kabupaten Sabu Raijua	56
Tabel 4-1	Penetapan prioritas desa untuk pelaksanaan program dan aksi adaptasi berdasarkan tingkat risiko iklim saat ini dan mendatang.....	59
Tabel 4-2	Jenis bencana yang sering terjadi di desa survey Kabupaten Manggarai	61
Tabel 4-3	Jenis bencana yang sering terjadi di desa survey Kabupaten Sumba Timur	62
Tabel 4-4	Jenis bencana yang sering terjadi di desa survey Kabupaten Sabu Raijua	63
Tabel 4-5	Identifikasi indikator berkontribusi besar terhadap kerentanan desa potensi target SPARC di kabupaten Manggarai	63
Tabel 4-6	Identifikasi indikator berkontribusi besar terhadap kerentanan desa potensi target SPARC di kabupaten Sumba Timur	64
Tabel 4-7	Identifikasi indikator berkontribusi besar terhadap kerentanan desa potensi target SPARC di kabupaten Sabu Raijua.....	64
Tabel 4-8	Daftar pilihan opsi aksi adaptasi berdasarkan hasil survey, diskusi, dan analisis kerentanan dan penilaian potensi dampaknya terhadap aspek pembangunan	68
Tabel 4-9	Opsi program aksi adaptasi perubahan iklim yang dapat dikembangkan di propinsi NTT.....	69
Tabel 4-10	Matrik penetapan jangka waktu pelaksanaan opsi adaptasi.....	72
Tabel 4-11	Potensi kendala dan biaya pelaksanaan pilihan adaptasi	72

LAMPIRAN

Lampiran 1 Datfar nama desa prioritas 1 untuk pelaksanaan program dan aksi adaptasi di Kabupaten Manggarai	75
Lampiran 2 Datfar nama desa prioritas 1 untuk pelaksanaan program dan aksi adaptasi di Kabupaten Sumba Timur.....	78
Lampiran 3 Datfar nama desa prioritas 1 untuk pelaksanaan program dan aksi adaptasi di Kabupaten Sabu Raijua	80

DAFTAR GAMBAR LAMPIRAN

Gambar L 1 Posisi relative tingkat kerentanan berdasarkan system kuadran pada level propinsi	Error! Bookmark not defined.
Gambar L 2 Penentuan tingkat kerentanan desa berdasarkan sistem kuadran pada tingkat kabupaten (enam kategori)	Error! Bookmark not defined.
Gambar L 3 Penentuan tingkat kerentanan desa berdasarkan sistem kuadran pada tingkat kabupaten (tujuh kategori).....	Error! Bookmark not defined.
Gambar L 4 Contoh diagram pencar curah hujan terkait bencana, a) curah hujan MH (R_{t-1}), (R_t) dengan dan tanpa kejadian banjir, dan b) curah hujan MK (R_{t-1}), (R_t) dengan dan tanpa kejadian kekeringan (Sumber: Faqih et al. (2014) .	Error! Bookmark not defined.
Gambar L 5 Contoh bivariate Gamma distributions (CDF dan PDF) dari curah hujan bulanan terkait bencana (R_t) dan curah hujan 1 bulan sebelumnya (R_{t-1}); a- b) curah hujan MH terkait banjir, dan c-d) curah hujan MK terkait kekeringan. Lokasi threshold ditunjukkan oleh lingkaran hijau. (Sumber: Boer et al. 2014).	Error! Bookmark not defined.

DAFTAR TABEL LAMPIRAN

Tabel L 1 Penentuan kelas dengan menggunakan sistem kuartil	Error! Bookmark not defined.
Tabel L 2 Nilai skor yang diberikan untuk indikator infrastruktur jalan	Error! Bookmark not defined.
Tabel L 3 Nilai indikator berdasarkan jenis sumber air minum masyarakat utama disetiap kelurahan	Error! Bookmark not defined.

- Tabel L 4 Nilai indikator berdasarkan jenis sumber pendapatan utama masyarakat **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel L 5 Nilai skoring desa menurut jenis sumber bahan bakar **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel L 6 Sistem skoring untuk keberadaan lokasi desa **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel L 7 Nilai skor desa menurut lokasinya di daratan bukan pesisir dan tingkat kemudahan terkena bencana iklim..... **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel L 8 Sistem skoring untuk kemiringan lahan dominan **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel L 9 Nilai skor desa menurut lokasinya di daratan bukan pesisir+pesisir dan tingkat kemudahan terkena bencana iklim **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel L 10 Sistem skoring untuk kriteria tempat buang sampah **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel L 11 Nilai bobot indikator untuk analisis tingkat Propinsi dan Kabupaten **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel L 12 Pengkategorian nilai peluang pada tingkat ancaman kondisi masa depan **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel L 13 Matrik risiko iklim desa tingkat propinsi..... **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel L 14 Matrik risiko iklim desa tingkat kabupaten **Error! Bookmark not defined.**

1 PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

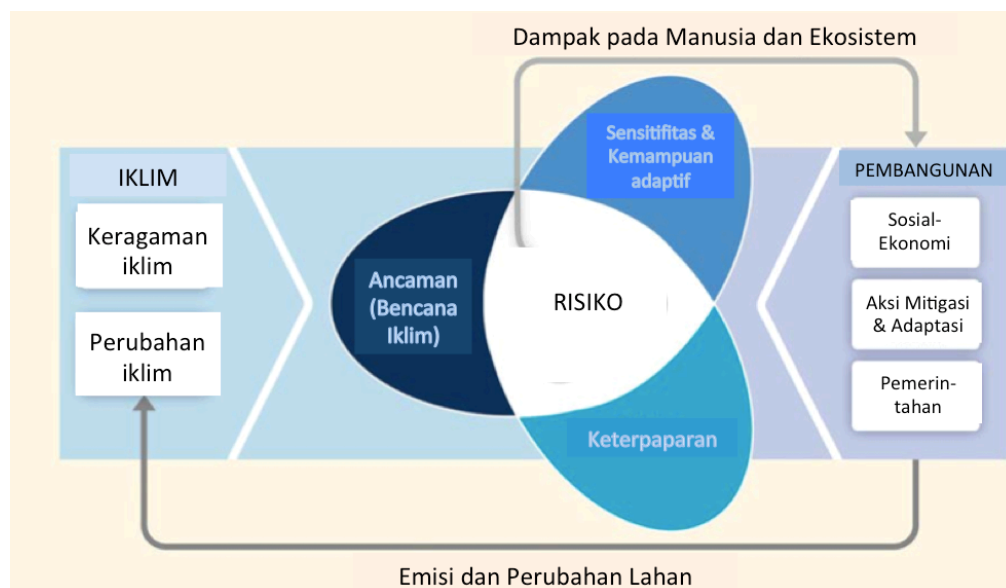
Pemanasan global akibat meningkatnya konsentrasi gas rumah kaca (GRK) di atmosfer telah menyebabkan perubahan iklim. Dalam laporan penilaian kelima Panel Antar Pemerintah untuk Perubahan Iklim, i.e. 5th Assessment Report of IPCC (IPCC, 2014) menyatakan bahwa perubahan iklim sudah terjadi, lebih cepat dari yang diperkirakan sebelumnya. Upaya untuk menstabilkan konsentrasi GRK di atmosfer harus dilakukan dengan sungguh-sungguh oleh semua bangsa dan negara. Kegagalan untuk mencapai kondisi tersebut menyebabkan risiko iklim yang akan dihadapi di masa datang akan semakin besar dan sulit untuk dikelola. Perubahan pola hujan, pergeseran musim, kenaikan suhu, dan kenaikan muka air laut yang sudah terjadi saat ini telah menimbulkan dampak pada berbagai sektor dan kehidupan manusia. Kegagalan panen akibat kejadian iklim ekstrim semakin sering terjadi dan semakin meluas. Ketersediaan air juga semakin berkurang akibat kemarau yang cenderung semakin kering. Peledakan kasus hama/penyakit baik pada tanaman maupun manusia juga cenderung meningkat yang diperkirakan terkait dengan pemanasan global dan perubahan iklim.

Target global yang ingin dicapai dari upaya penurunan tingkat emisi GRK ialah untuk menghindari agar kenaikan suhu global pada tahun 2050 tidak melebihi 2°C. Apabila upaya penurunan emisi gas rumah kaca tidak berhasil dilakukan, kejadian iklim ekstrim diperkirakan akan semakin sering terjadi dengan intensitas yang semakin kuat (IPCC, 2014). Diprediksi dalam 20 sampai 30 tahun mendatang dampak perubahan iklim sulit untuk dikendalikan. Pola risiko iklim yang akan dihadapi mungkin berbeda dari yang dihadapi saat ini. Investasi yang harus dikeluarkan untuk mengatasi dampak perubahan iklim melalui upaya adaptasi akan sangat mahal. Banyak penelitian menunjukkan bahwa perubahan iklim dapat memperlambat laju atau bahkan memundurkan kembali tingkat pembangunan yang sudah dicapai (Barnett dan O'Neill, 2010; Boyd dan Juhola, 2009; Jerneck dan Olsson, 2008; Ogallo 2010). Pada pertengahan abad ini, dampak langsung perubahan iklim diperkirakan dapat mencapai 5% dari pertumbuhan ekonomi global atau setara dengan 2,200 miliar USD per tahun. Apabila dampak tidak langsung seperti kerusakan lingkungan dan kesehatan dan lainnya dimasukkan, maka dampaknya akan setara dengan 20% dari PDB global atau setara dengan 9,000 miliar USD per tahun. Di Indonesia, kerugian akibat perubahan iklim dan bencana iklim diperkirakan mencapai 7% dari PDB (World Bank 2010 dan ADB 2010).

Besar kecilnya risiko iklim yang akan dihadapi sangat ditentukan oleh tingkat kerentanan. Sistem pembangunan yang rentan apabila terpapar terhadap bencana iklim akan mengalami dampak yang besar. Jadi kerentanan menggambarkan 'derajat atau tingkat kemudahan terkena atau ketidakmampuan dari sistem dalam menghadapi dampak buruk dari perubahan iklim, termasuk keragaman iklim dan iklim ekstrim'. Tingkat kerentanan

ditentukan oleh tiga faktor yaitu kepaparan, sensitivitas, dan kemampuan adaptif. Keterpaparan menunjukkan derajat, lama dan atau besar peluang suatu sistem untuk kontak atau dengan guncangan atau gangguan (Adger 2006 and Kasperson *et al.* 2005). Sensitivitas merupakan kondisi internal dari sistem yang menunjukkan derajat kerentanannya terhadap gangguan, yang sangat dipengaruhi oleh kondisi manusia dan lingkungannya. Kondisi manusia dapat dilihat dari tingkatan sosial dan manusianya sendiri seperti populasi, lembaga, struktur ekonomi dan yang lainnya. Sedangkan kondisi lingkungan merupakan perpaduan dari kondisi biofisik dan alam seperti tanah, air, iklim, mineral dan struktur dan fungsi ekosistem. Kondisi manusia dan lingkungan menentukan kemampuan adaptif suatu sistem. Kemampuan adaptif diartikan sebagai kemampuan sistem untuk menyesuaikan diri dengan perubahan iklim (termasuk variabilitas iklim dan iklim ekstrim) dan mengantisipasi potensi bahaya, mengelola dampak atau mengatasi dampaknya (IPCC 2007).

IPCC (2014) menyatakan bahwa sistem yang tingkat kerentanan tinggi dan peluang terpaparnya terhadap ancaman iklim (kejadian iklim ekstrim) tinggi, sistem tersebut dikatakan memiliki risiko iklim yang tinggi. Apabila peluang dari sistem tersebut untuk terpapar terhadap kejadian iklim ekstrim akan meningkat di masa depan, maka risiko iklimnya akan semakin meningkat pula apabila tingkat kerentanan dari sistem tidak menurun. Tingkat kerentanan dapat dikurangi melalui upaya adaptasi. Upaya adaptasi melalui pelaksanaan kegiatan pembangunan harus diarahkan untuk memperbaiki kondisi biofisik dan sosial ekonomi yang berpengaruh besar terhadap kerentanan dari sistem tersebut. Secara garis besar hubungan antara kerentanan, perubahan iklim dan risiko iklim dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1-1 Hubungan antara kerentanan (keterpaparan, sensitivitas dan kemampuan adaptif), perubahan iklim, risiko dan upaya adaptasi (dimodifikasi dari IPCC, 2014)

Dalam rangka untuk mengurangi potensi risiko iklim, Pemerintah Indonesia melalui Kementerian Lingkungan Hidup (KLH) yang didukung pendanaan GEF-UNDP melaksanakan kegiatan SPARC (*Strategic Plan of Action for Resilience Communities*). Kegiatan SPARC dilaksanakan di Propinsi Nusa Tenggara Timur (NTT), yang merupakan salah satu propinsi yang dinilai sangat rentan terhadap dampak perubahan iklim. Kegiatan SPARC diarahkan pada upaya meningkatkan ketangguhan masyarakat pedesaan serta kelembagaan di tiga Kabupaten Sumba Timur, Manggarai dan Sabu Raijua untuk menghadapi dampak perubahan iklim. Ruang lingkup kegiatan ditekankan pada sektor yang rentan terkena dampak yaitu pertanian, sumber daya air, dan mata pencaharian (*livelihoods*).

1.2 TUJUAN

Laporan kerentanan dan pengelolaan risiko iklim pada sektor pertanian, sumberdaya air & sumber kehidupan masyarakat di Nusa Tenggara Timur (NTT) disusun berdasarkan hasil kajian ilmiah dan konsultasi dengan berbagai pihak. Laporan ini ditujukan untuk:

- a. Memberikan gambaran secara umum tentang keragaman dan perubahan iklim serta kondisi tingkat kerentanan desa dan tingkat risiko iklim di NTT
- b. Memberikan masukan terhadap berbagai pihak, khususnya pemerintah daerah dalam mengembangkan program aksi adaptasi dan mitigasi yang terintegrasi untuk mengatasi dampak atau potensi dampak perubahan iklim pada sektor pertanian, sumber daya air, dan mata pencaharian (*livelihoods*), dan penguatan kelembagaan khususnya di tiga kabupaten Sumba Timur, Manggarai dan Sabu Raijua.
- c. Menyediakan referensi bagi pemerintah daerah dalam mengarusutamakan isu perubahan iklim dalam Rencana Pembangunan Jangka Menengah dan Panjang Daerah

2 PERUBAHAN IKLIM HISTORIS DAN PREDIKSI IKLIM MASA DEPAN

Perubahan iklim akibat pemanasan global sudah dialami oleh banyak Negara. Landasan ilmiah data observasi lapangan tentang perubahan iklim telah dilaporkan oleh Panel antar Pemerintah mengenai Perubahan Iklim (IPCC) secara komprehensif. Namun demikian laporan IPCC tersebut terkait perubahan iklim pada skala regional maupun lokal masih terbatas sehingga pemanfaatannya dalam penyusunan upaya adaptasi pada tingkat wilayah menjadi kurang efektif. Oleh karena itu, kajian perubahan iklim regional maupun lokal sangat diperlukan. Bab ini membahas secara singkat tentang kecenderungan perubahan iklim yang terjadi baik di masa lalu maupun proyeksi ke masa depan di propinsi NTT dengan bahasan lebih khusus di tiga Kabupaten yang dipilih untuk pelaksanaan kegiatan SPARC, i.e. Sumba Timur, Manggarai dan Sabu Raijua. Laporan yang lebih komprehensif tentang perubahan iklim dijelaskan pada laporan terpisah yang disusun oleh Faqih (2014).

2.1 PERUBAHAN IKLIM HISTORIS

2.1.1 Tren Perubahan Curah Hujan di NTT

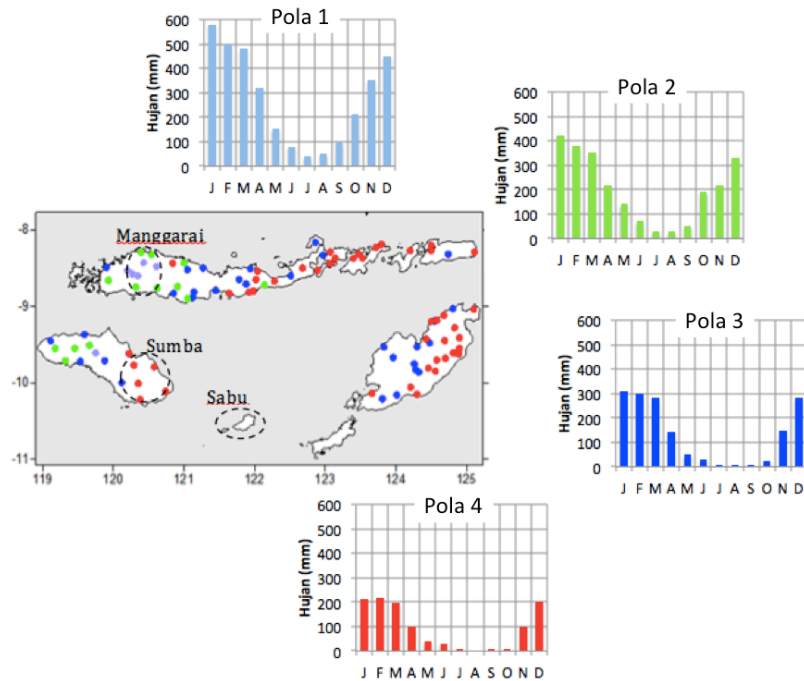
Nusa Tenggara Timur (NTT) merupakan propinsi kepulauan dengan iklim yang relatif kering. Pola hujan mengikuti pola monsoon yang memiliki satu puncak musim hujan, yaitu sekitar Januari atau Februari. Secara umum wilayah NTT dapat dibagi ke dalam empat wilayah pola hujan (Gambar 2-1). Awal masuk dan lama musim hujan¹ cukup beragam antar wilayah. Awal musim hujan tercepat terjadi di wilayah dengan pola hujan 1 yaitu pada dekad ke tiga September III dengan lama musim hujan sekitar 7-8 bulan dan hujan tahunan antara 3500-4000 mm, seperti Ruteng – Manggarai. Awal musim hujan paling lambat terjadi di wilayah pola hujan 4 yaitu dekad ke dua Desember dengan lama musim hujan 3-4 bulan dan tinggi hujan tahunan sekitar 500-1000 mm, seperti Waingapu–Sumba Timur, Lewoleba-Lembata, Sabu-Raijua, Larantuka–Flores Timur. Sebagian besar wilayah NTT masuk ke dalam wilayah dengan pola hujan 3 dan 4. Gambar 2-1 menunjukkan kondisi curah hujan di kabupaten tempat pelaksanaan kegiatan SPARC termasuk kategori sangat basah (Kabupaten Manggarai), dan sangat kering (Sumba Timur dan Sabu Raijua).

Berdasarkan dari historis 1901-2010, tren perubahan hujan di NTT memiliki pola siklus decadal² yang kuat (Gambar 2-2; Faqih, 2014). Trend perubahan curah hujan mengalami perubahan pada setiap siklus. Penurunan curah hujan paling besar dan merata hampir di seluruh wilayah NTT terjadi pada periode tahun 1941-1970. Sementara untuk periode

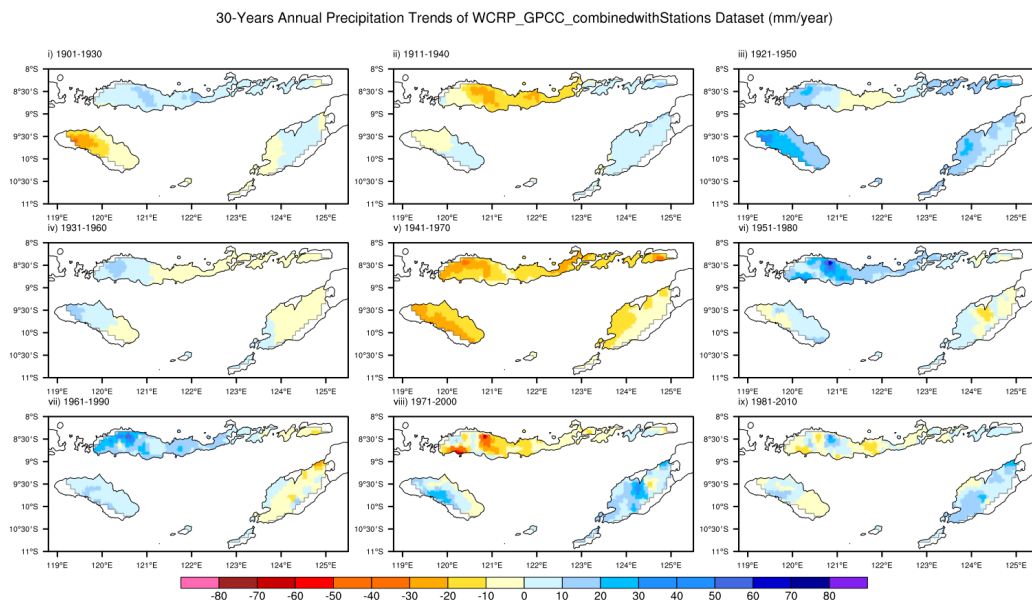
¹ Musim Kemarau ialah bulan-bulan yang tinggi hujannya kurang dari 150 mm.

² Tren curah hujan setiap 30 tahun dengan rentang interval 10 tahunan

1951-1980 dan 1961-1990 tren mengalami perubahan yaitu cenderung meningkat khususnya di pulau Flores. Pada periode lainnya, tren perubahan curah hujan cukup beragam antar wilayah. Misalnya, dalam periode beberapa dasawarsa terakhir (periode 1971-2000 dan periode 1981-2010), tren curah hujan cenderung positif di sebagian besar wilayah di Pulau Timor dan beberapa bagian di pulau Sumba, sementara di Pulau Flores cenderung menunjukkan tren penurunan khususnya pada periode 1971-2000.

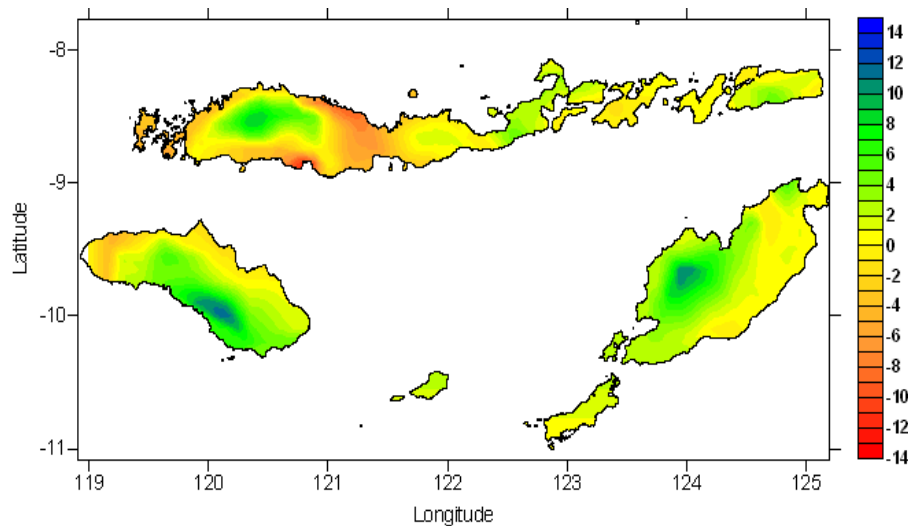


Gambar 2-1 Pegelompokkan NTT menurut pola hujan berdasarkan data dari 95 stasiun (1960-2006; Boer and Faqih, 2010)

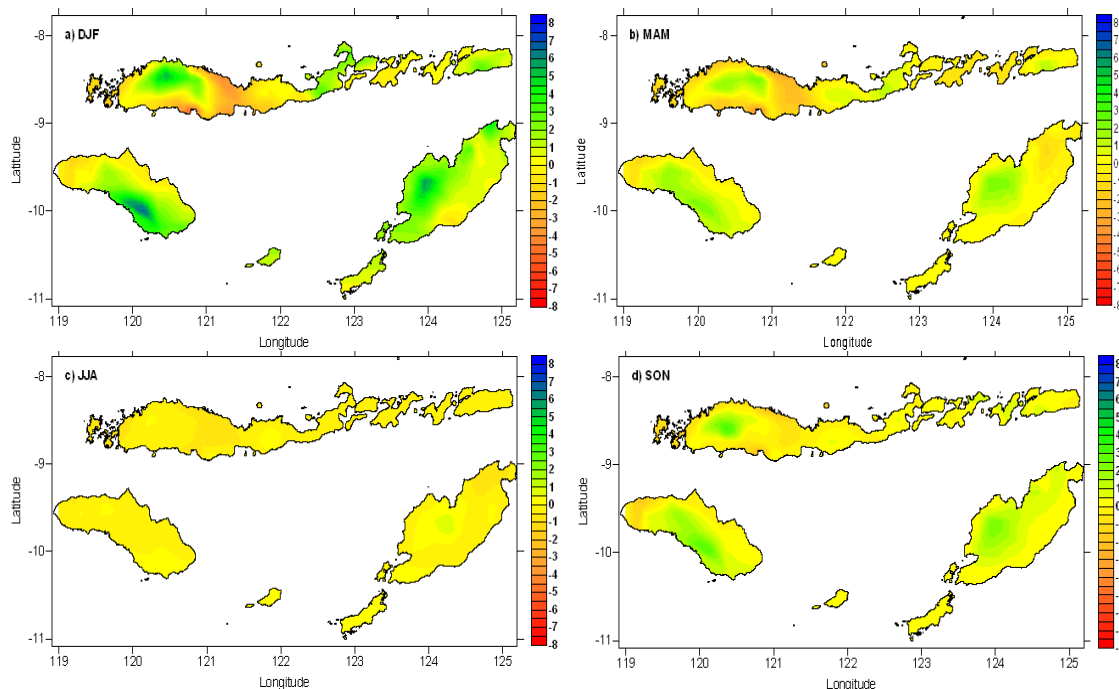


Gambar 2-2 Trend dasawarsa dari curah hujan tahunan di NTT (Faqih, 2014)

Kajian Boer dan Faqih (2010) menunjukkan bahwa walaupun antar dasawarsa tren perubahan tidak sama, pada periode tertentu meningkat dan pada periode lainnya menurun (Gambar 2-1), akan tetapi secara keseluruhan selama periode 1901-2007, tren perubahan hujan tahunan secara umum meningkat khususnya di sebagian wilayah di pulau Flores (Manggarai), Sumba (Sumba Timur) dan Timur Barat dan di wilayah lainnya menurun (Gambar 2-3). Tren perubahan curah hujan tahunan selama periode tersebut berkisar antara -11.9 dan 12.2 mm/tahun. Untuk hujan musiman, secara umum pola perubahan tren hujan pada puncak musim hujan Desember-Januari (DJF) sangat konsisten dengan pola perubahan tren hujan tahunan (Gambar 2.4). Hal ini menunjukkan bahwa tren perubahan curah hujan tahunan sangat ditentukan oleh tren perubahan hujan DJF. Untuk musim kemarau (JJA), trend perubahan hujan sedikit menurun. Tren perubahan seperti ini mengindikasikan bahwa masalah kekeringan cenderung meningkat di sebagian besar wilayah NTT, sementara risiko banjir juga cenderung meningkat tetapi hanya pada sebagian wilayah saja, khususnya di wilayah dengan pola hujan 1 (lihat Gambar 2-1).



Gambar 2-3 Tren perubahan curah hujan tahunan di NTT 1901-2007 (mm/tahun; Boer dan Faqih, 2010).



Gambar 2-4 Tren perubahan hujan musiman di NTT 1901-2007 (mm/tahun; Boer dan Faqih, 2010)

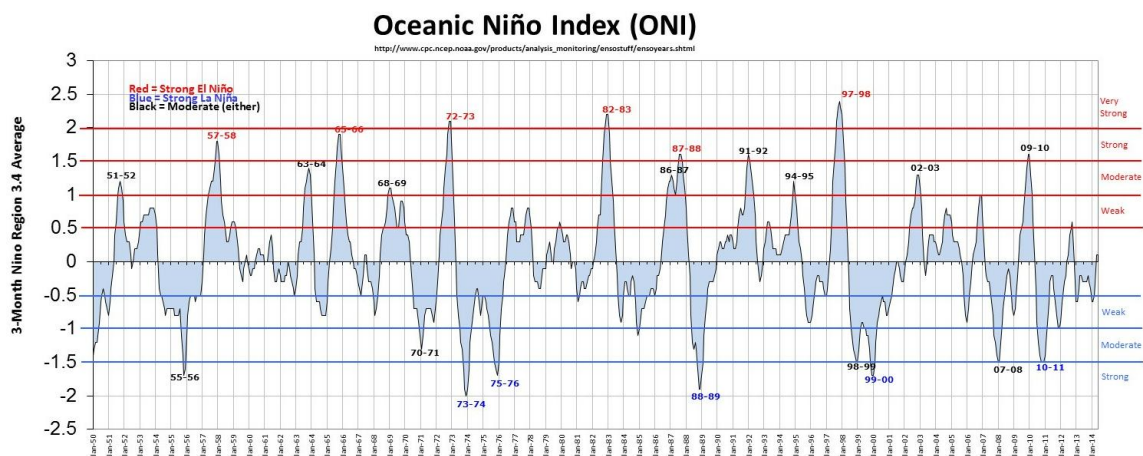
2.1.2 Tren Perubahan Kejadian Iklim Ekstrim

Gangguan iklim yang dapat menimbulkan bencana seringkali terjadi di Nusa Tenggara Timur. Beberapa bentuk gangguan iklim yang umum terjadi di NTT diantaranya ialah **hujan tipuan** (*false rain*) yaitu hujan yang hanya terjadi satu atau dua hari pada bulan awal musim hujan dan kemudian diikuti oleh hari tidak hujan selama beberapa hari sehingga dapat mengagalkan kembali tanaman yang sudah ditanam (Moron et al., 2009). Kejadian ini seringkali menyebabkan petani harus menanam sampai dua atau tiga kali. Terjadinya hujan di awal musim seringkali memicu petani untuk melakukan tanam, setelah penanaman dilakukan hujan tidak lagi turun dalam waktu yang cukup lama, karena awal musim yang sebenarnya belum terjadi atau awal musim hujan mundur dari normal. Bentuk gangguan iklim lain ialah hujan ekstrim tinggi disertai angin kencang yang terjadi pada musim hujan. Terjadinya **hujan ekstrim** (tinggi hujan jauh di atas normal) pada musim hujan dapat menimbulkan banjir dan menghanyutkan atau menggagalkan tanaman. Hujan yang berlangsung cukup lama dalam beberapa hari berturut-turut dengan intensitas tinggi selama musim hujan juga merupakan bentuk gangguan yang cukup sering di NTT (kasus tahun 2010).

Jeda musim (*season break*) juga cukup sering terjadi, yaitu suatu kondisi dimana pada musim hujan terjadi hari tidak hujan selama beberapa hari berturut-turut (deret hari kering yang panjang) sehingga mengganggu pertumbuhan tanaman atau bahkan bisa menggagalkan hasil panen. Sebagai contoh pada musim hujan 2013/2014 terjadi jeda musim yang cukup panjang yaitu hampir dua bulan Januari - Februari 2014 di beberapa

wilayah di Nusa Tenggara Timur, seperti Malaka, Timor Tengah Selatan, Lembata, Flores Timur, Sikka, Ende, Nagekeo, Manggarai Timur, dan Sumba Timur (Faqih, 2014). Gangguan iklim lainnya ialah **musim hujan yang berakhir lebih awal** dari biasanya sehingga lama musim hujan menjadi sangat singkat.

Gangguan iklim tersebut di atas di wilayah NTT seringkali berasosiasi dengan fenomena El Nino dan La Nina atau disebut ENSO (*El Nino Southern Oscillation*). False rain, jeda musim dan musim hujan yang berakhir lebih awal seringkali berasosiasi dengan fenomena El Nino, sedangkan musim hujan yang sangat basah, atau intensitas ekstrim tinggi disertai angin kencang biasanya berasosiasi dengan fenomena La Nina (Yoshino et al., 2000; Kirono and Partridge, 2002; Boer and Subbiah, 2004; Kieft, 2007; Surmaini et al., 2014). Indikator yang sering digunakan untuk mengetahui terjadinya fenomena ENSO ialah anomali suhu muka laut di kawasan laut Pacific wilayah NINO3.4. Gambar 2-5 menunjukkan tahun-tahun kejadian El Nino dan La Nina dari 1950-2014. Dalam kurun waktu tersebut, banyak kejadian El Nino yang masuk kategori kuat dan sangat kuat (suhu muka laut di kawasan NINO3.4 naik melebihi 1.5°C dan 2.0°C atau disebut anomali suhu muka laut di atas $+1.5^{\circ}\text{C}$ dan $+2.0^{\circ}\text{C}$), mencapai 8 kali. Sementara untuk La Nina yang terjadi hanya kategori kuat saja (anomali suhu NINO3.4 melewati -1.5°C), tidak ada yang masuk kategori sangat kuat.

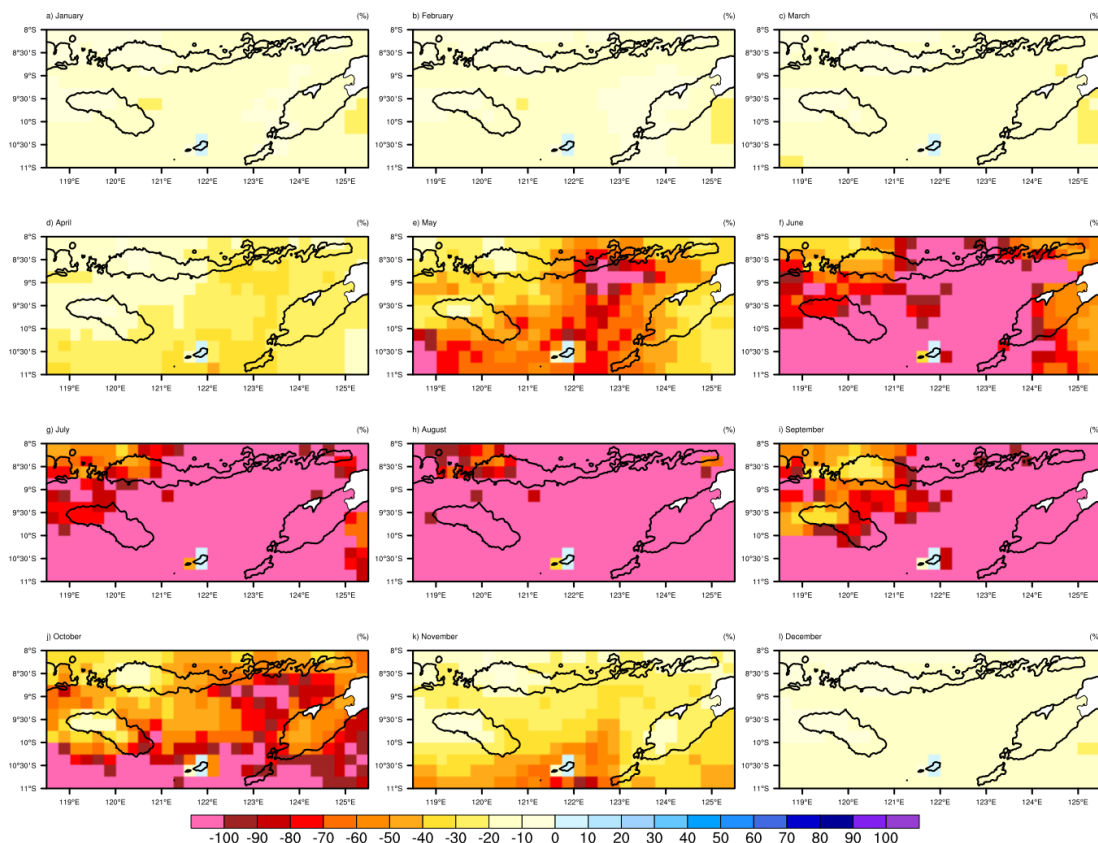


Gambar 2-5 Tahun-tahun ENSO yang terjadi selama periode 1950-2014 (<http://ggweather.com/enso/oni.htm>)

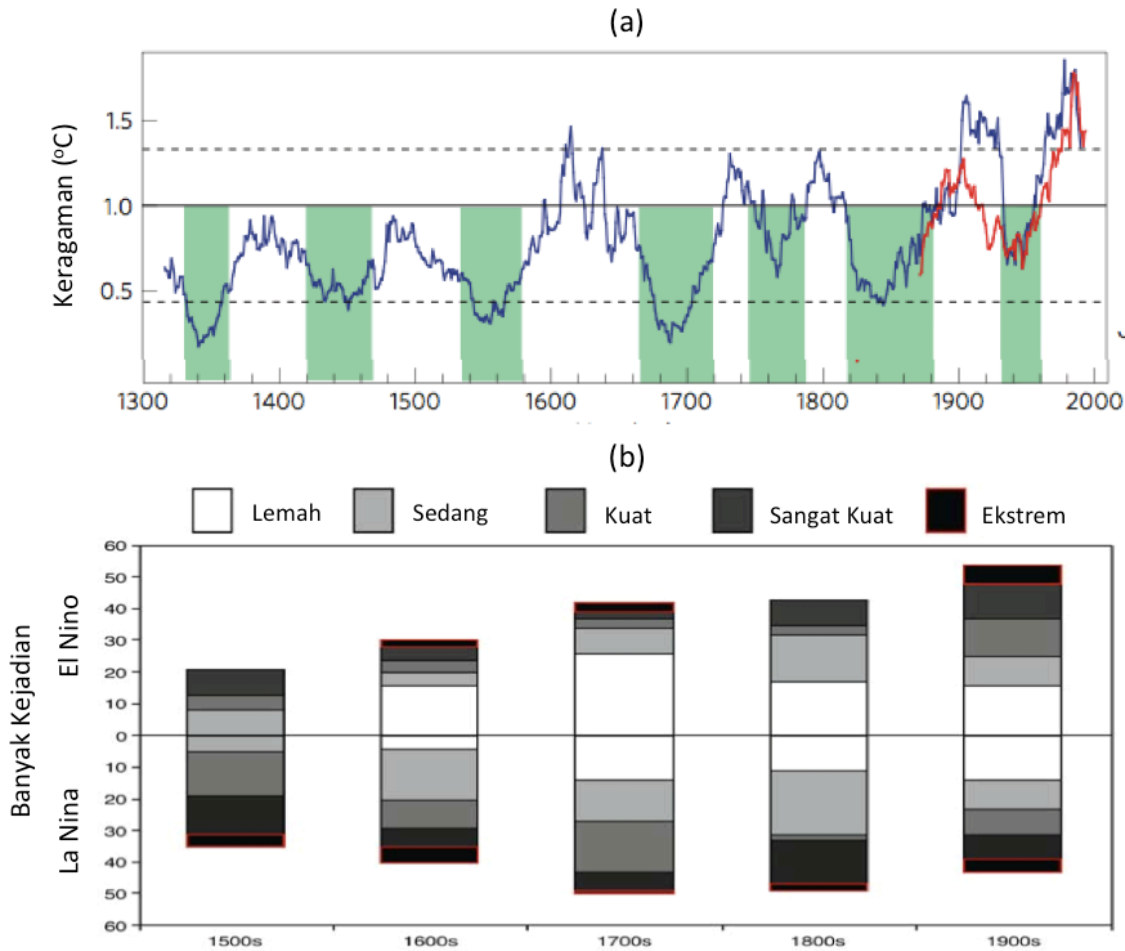
Pengaruh perubahan suhu muka laut di kawasan NINO3.4 dengan perubahan hujan di Nusa Tenggara Timur sangat kuat pada bulan Mei-Oktober (Gambar 2-6). Besar penurunan hujan pada bulan-bulan ini dengan kenaikan suhu muka laut sebesar 1°C (anomaly suhu $+1^{\circ}\text{C}$) dapat mencapai -90 mm , sebaliknya kalau suhu muka laut turun sebesar 1°C (anomaly suhu -1°C) intensitas hujan dapat meningkat sampai $+90\text{ mm}$. Pada bulan November-April, pengaruh ENSO relatif lebih kecil. Namun demikian

karena hujan pada bulan-bulan November-April sudah cukup tinggi, terjadinya fenomena La Nina cukup untuk memicu terjadinya hujan ekstrim tinggi.

Hal yang mengkhawatirkan ialah frekuensi dan intensitas kejadian ENSO yang semakin meningkat akhir-akhir ini sejalan dengan meningkatnya suhu global. Banyak penelitian menunjukkan bahwa pemanasan global akan meningkatkan frekuensi dan intensitas kejadian iklim ekstrim seperti fenomena ENSO (Timmerman et al. 1999; Hansen et al., 2006; McGregor et al., 2013). Penemuan terbaru berdasarkan pada data rekonstruksi kejadian ENSO menunjukkan bahwa keragaman ENSO dalam periode 30 tahunan pada kurun waktu 1590-1880 jauh lebih rendah dari pada yang diamati selama kurun waktu 1979–2009 (McGregor *et al.*, 2013). Penelitian Gergis dan Fowler (2009) dan Li et al. (2013) juga memberikan hasil yang sama yaitu terjadinya peningkatan keragaman suhu muka laut di kawasan laut Pasifik (NINO3.4) pada abad ini dibanding abad lalu (Gambar 2-7). Disamping itu, frekuensi kejadian El Nini kuat di akhir abad 19 meningkat, sebaliknya kejadian La Nina kuat menurun. Hal ini mengindikasikan bahwa pemanasan global yang berlanjut terus akan meningkatkan frekuensi dan intensitas kejadian iklim ekstrim, khususnya yang berasosiasi dengan El Nino.



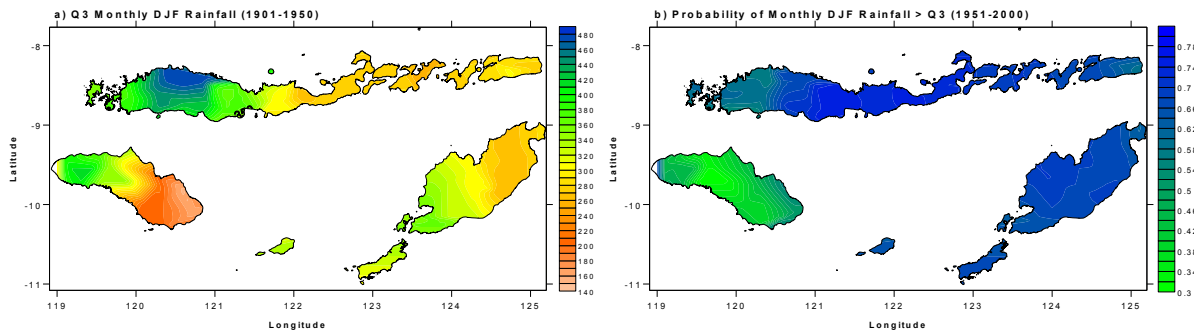
Gambar 2-6 Perubahan tinggi hujan bulanan untuk setiap perubahan 1°C anomali suhu muka laut NINO3.4 (Faqih, 2014).



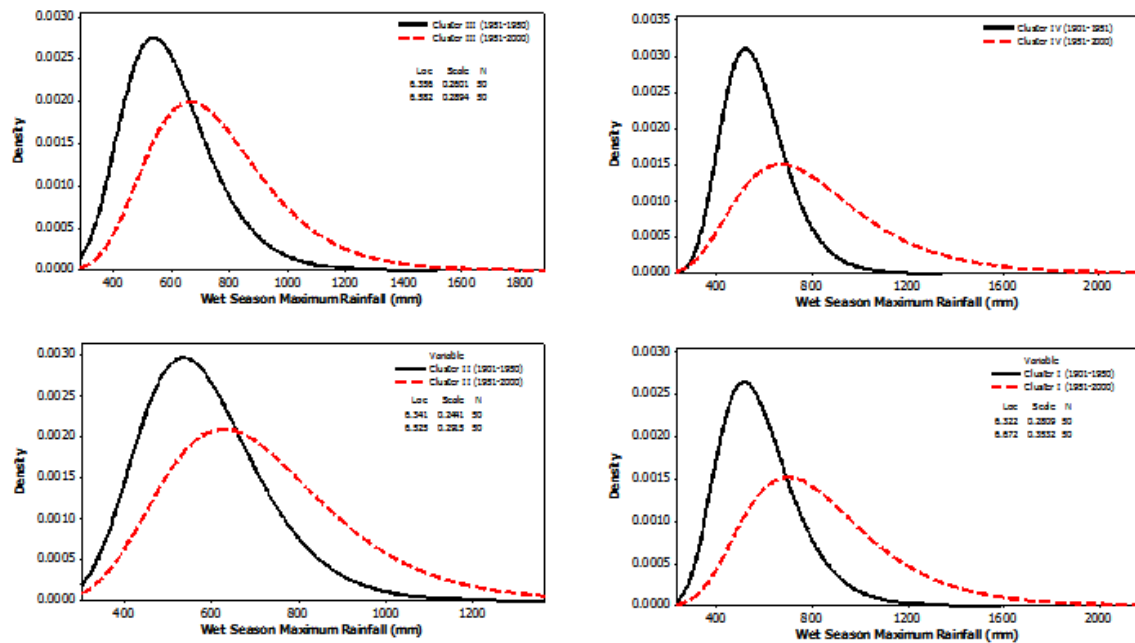
Gambar 2-7 (a) Keragaman suhu muka laut di NINO3.4 dari 1320-2000 berdasarkan data hasil rekonstruksi (biru) dan observasi (merah). Sumber (Li et al., 2013) dan (b) banyak kejadian ENSO dari abad ke 15 sampai 19 (Gergis dan Fowler, 2009)

Berdasarkan data historis seratus tahun (1901-2000), kejadian hujan ekstrim tinggi yang sering menimbulkan banjir dan tanah longsor yang terjadi pada musim hujan menunjukkan kecenderungan meningkat. Curah hujan ekstrim tinggi yang digunakan ialah nilai persentil 75% bulan Desember, Januari dan Februari (DJF) yang disebut curah hujan ambang batas tinggi. Pada periode 1901-1950 nilai ambang batas tinggi (Q3) berkisar antara 140-480 mm/bulan (Gambar 2-8a). Nilai Q3 tertinggi ditemukan di bagian utara Pulau Flores dan terendah ditemukan di bagian timur Pulau Sumba. Peluang untuk melewati curah hujan Q3 periode 1901-1950 ini pada periode 1951-2000 umumnya di atas 25% di hampir semua wilayah NTT (Gambar 2-8b). Hal ini menunjukkan bahwa frekuensi kejadian hujan melewati ambang batas tinggi sudah meningkat pada periode 1951-2010 di hampir seluruh wilayah NTT. Gambar 2-9 menunjukkan perubahan sebaran tinggi hujan musim hujan 1901-1950 dibanding 1951-2000. Sebaran tinggi hujan musim hujan 1951-2000 lebih bergeser ke kanan dibanding 1901-1950, yang

artinya tinggi hujan musim hujan di paruh akhir abad 19 menjadi lebih ekstrim dibanding paruh awal abad 19.



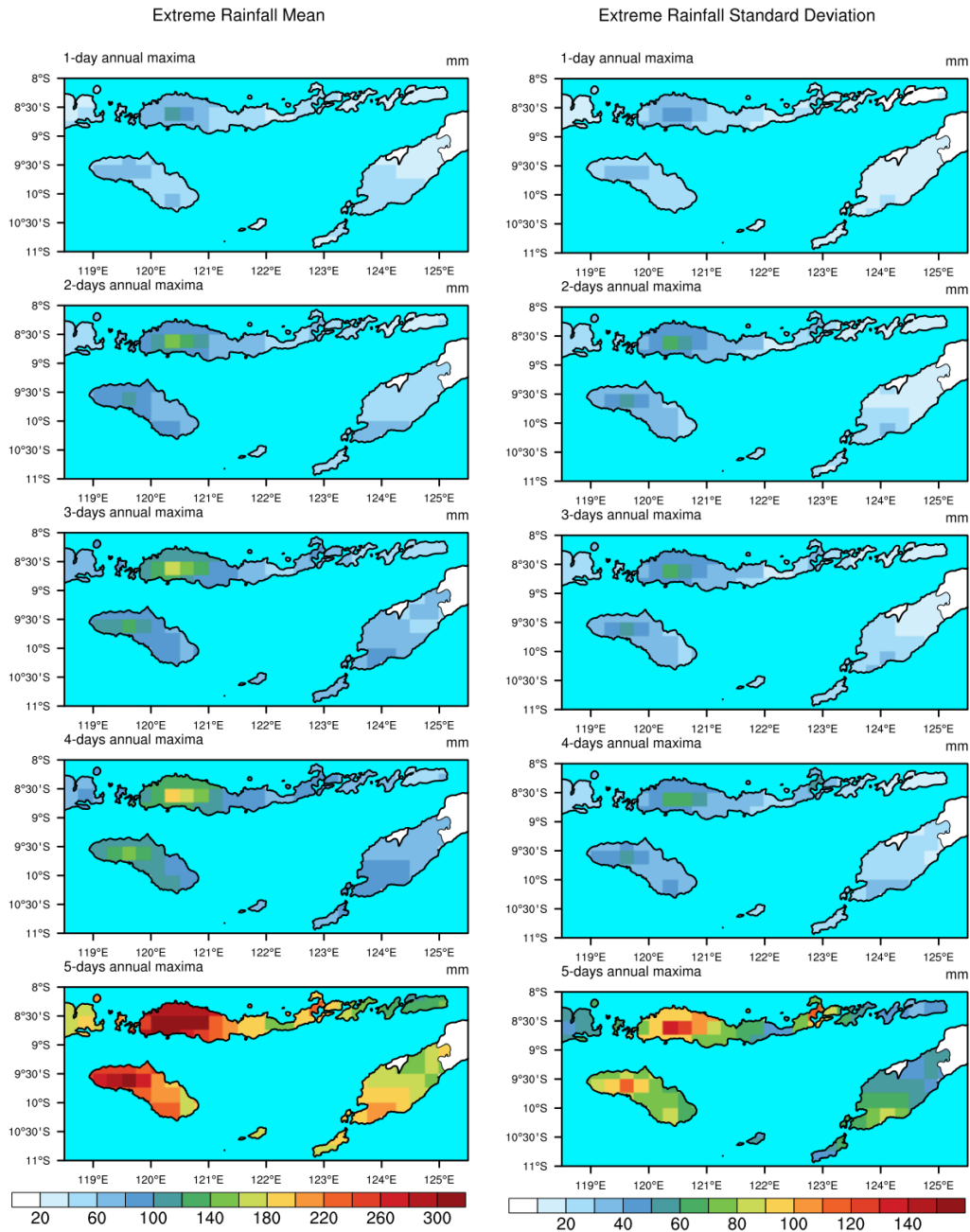
Gambar 2-8 (a) Tinggi hujan bulanan musim hujan (DJF) persetil 75% (Q3) pada periode 1901-1950, dan (b) Peluang mendapatkan curah hujan sama atau lebih besar dari nilai Q3 periode 1901-1950 pada periode 1951-2000 (Boer dan Faqih, 2011)



Gambar 2-9 Sebaran tinggi hujan musim hujan (DJF) pada periode 1901-1950 (garis hitam) dan 1951-2000 (garis merah putus-putus) pada empat wilayah pola hujan di NTT (Lihat Pola 1-4 Gambar 2.1) (Sumber: Faqih dan Boer, 2011).

Berdasarkan data satelit TRMM (1981-2007), curah hujan maksimum di wilayah NTT dapat mencapai sampai 80 mm per hari, khususnya di wilayah Manggarai, Pulau Flores dan yang terendah sekitar 20 mm per hari yaitu di wilayah bagian barat berbatasan dengan Timor Leste (Gambar 2-10). Hal yang menarik ialah akumulasi curah hujan harian sampai 4 harian tidak menunjukkan peningkatan yang terlalu besar dibanding yang 1 hari. Peningkatan yang besar terjadi untuk akumulasi hujan 5-harian, khususnya di wilayah Manggarai dan di sebagian wilayah di Pulau Sumba. Hal ini mengindikasikan

hujan ekstrim tinggi dapat terjadi dua kali dalam selang perbedaan waktu 5 hari di wilayah ini.



Gambar 2-10 Tinggi hujan maksimum akumulasi 1 sampai 5 hari dan simpangan bakunya di wilayah NTT (Faqih, 2014).

2.1.3 Tren Perubahan Iklim Historis di Kabupaten Sumba Timur, Manggarai dan Sabu Raijua

Analisis perubahan iklim historis lebih rinci di tiga Kabupaten tempat pelaksanaan kegiatan SPARC dilakukan berdasarkan data iklim tahun 20 tahunan (1994-2013). Secara umum, tren perubahan iklim di ke tiga Kabupaten relative sama (Tabel 2-1). Suhu udara, baik rata-rata, maksimum dan minimum menunjukkan tren peningkatan, demikian juga tinggi hujan musim hujan, dan musim kemarau kecuali di Manggarai. Di Manggarai tinggi hujan musim kemarau cenderung menurun. Frekuensi kejadian hujan ekstrim tinggi juga cenderung meningkat di ketiga Kabupaten, kecuali di Sabu Raijua relative tidak mengalami perubahan. Panjang musim hujan cenderung semakin lama karena adanya kecenderungan awal musim hujan terjadi lebih cepat, sementara awal musim kemarau cenderung semakin mundur (Tabel 2-1).

Tabel 2-1 Tren perubahan iklim historis di Kabupaten Sumba Timur, Maggarai dan Sabu Raijua dalam periode 1994-2013

Komponen Iklim	Sumba Timur	Maggarai	Sabu Raijua
Suhu Rata-rata harian	Meningkat (0.02 °C/tahun)	Relatif tetap	Meningkat 0.0086 °C/tahun
Suhu Maksimum	Relatif tetap	Meningkat (0.027°C/tahun)	Meningkat (0,029 °C/tahun)
Suhu Minimum	Relatif tetap	Menurun (0.018°C/tahun)	Meningkat (0.0086°C/tahun)
Tinggi hujan tahunan	Meningkat (6.5 mm/tahun)	Meningkat (23.5 mm per tahun)	Meningkat (4.9 mm/tahun)
Tinggi hujan MH	Meningkat (5.2 mm/tahun)	Meningkat (40 mm/tahun)	Meningkat (2.4 mm/tahun)
Tinggi hujan MK	Meningkat (2.8 mm/tahun)	Menurun (12 mm/tahun)	Meningkat (1,6 mm/tahun)
Frekuensi kejadian hujan harian maksimum > 50 mm	Meningkat	Meningkat	Relatif tetap
Awal MH	Maju (0.079 dasarian/tahun)	Maju (0.14 dasarian/tahun)	Maju (0.008 dasarian/tahun)
Awal MK	Sedikit maju (0.03 dasarian/tahun)	Mundur (0.18 dasarian/tahun)	Mundur (0.038 dasarian/tahun)
Lama MH	Sedikit memanjang (0.016 dasarian/tahun)	Memanjang (0.11 dasarian/tahun)	Memanjang (0.015 dasarian/tahun)
Kecepatan angin maksimum	Sedikit menurun	Menurun	Menurun
Frekuen kecepatan angin maksimum >45 km/jam	Sedikit meningkat	Menurun	Menurun

Sumber: Disarikan dari Faqih (2014) dan Boer dan Faqih (2011)

Berbeda dengan suhu dan hujan, rata-rata kecepatan angin maksimum cenderung menurun, demikian juga dengan frekuensi kejadian angin dengan kecepatan di atas 45 km/jam. Beberapa penelitian lain, menemukan bahwa pemanasan global akan mengurangi frekuensi siklon tropis. Namun demikian walaupun kejadian semakin jarang, kekuatan atau intensitasnya akan meningkat tajam (Elsner et al., 2008) sehingga memiliki daya rusak yang semakin besar (Emmanuel, 2005). Pengaruh siklon tropis di NTT cukup besar walaupun kekuatannya sudah mulai melemah dengan semakin dekatnya ke ekuator. Di NTT kejadian siklon tropis diikuti oleh hujan lebat yang disertai angin kencang yang seringkali menghancurkan tanaman, khususnya tanaman jagung.

2.2 PROYEKSI IKLIM MASA DEPAN

Proyeksi iklim masa depan dilakukan dengan menggunakan model iklim dinamik. Model ini mampu mensimulasikan interaksi berbagai proses fisik antara sistem daratan, lautan dan atmosfer. Meningkatkan konsentrasi gas rumah kaca di atmosfer akan meningkatkan suhu global dan perubahan ini akan mempengaruhi proses-proses fisik tersebut transfer energi, transfer uap dan lainnya sehingga pada akhirnya akan merubah kondisi cuaca dan iklim. Besarnya perubahan emisi gas rumah kaca ke depan sulit diprediksi karena sangat ditentukan oleh pertumbuhan penduduk, pembangunan ekonomi, kerjasama antara Negara dan perkembangan teknologi. Oleh karena itu, untuk proyeksi iklim ke masa depan yang digunakan ialah skenario emisi.

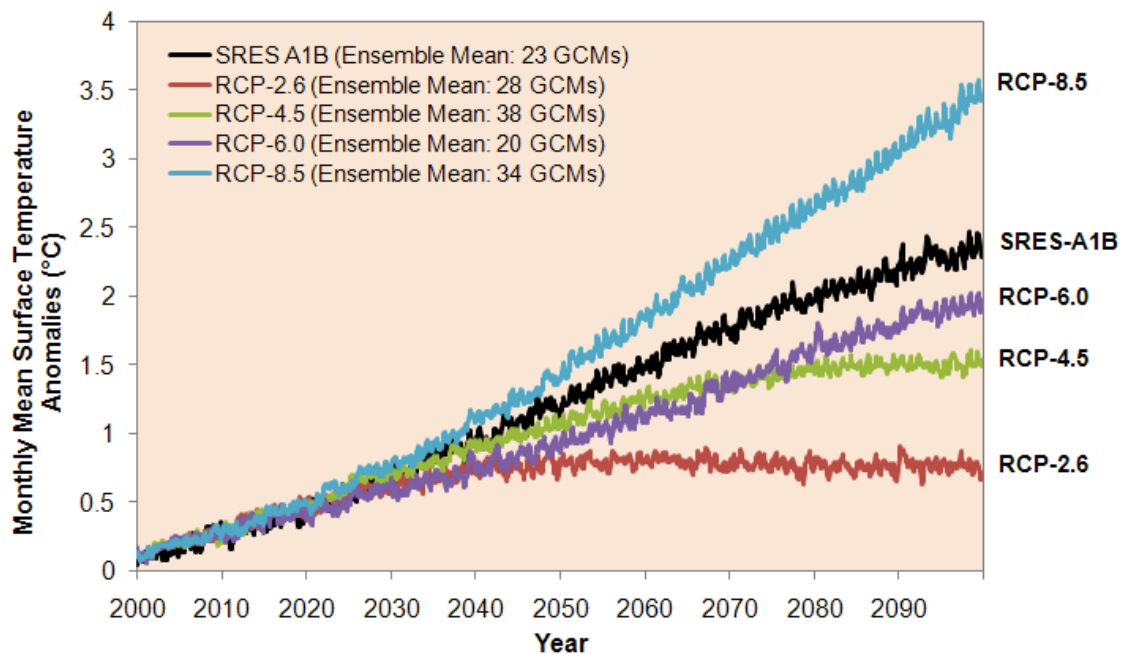
2.2.1 Skenario Emisi GRK dan Kenaikan Suhu

Skenario emisi gas rumah kaca di masa depan telah disusun oleh Panel Antar Pemerintah untuk Perubahan Iklim (IPCC) yang dikenal dengan SRES. SRES mengasumsikan bahwa skenario emisi GRK di masa depan ditentukan oleh (i) perubahan orientasi pembangunan dari orientasi ekonomi saja ke arah lingkungan, dan (ii) perubahan kerjasama antar Negara dari yang lebih independen ke arah yang lebih saling tergantung sama lainnya. Skenario emisi tinggi (SRES-A2) terjadi apabila orientasi pembangunan hanya mementingkan pertumbuhan ekonomi dan kerjasama antar negara sangat rendah. Skenario emisi rendah (SRES-B1) terjadi apabila arah pembangunan tidak hanya mementingkan pertumbuhan ekonomi tetapi juga lingkungan serta meningkatnya kerjasama antar berbagai Negara sehingga difusi teknologi berjalan lebih cepat. Skenario emisi antara yang rendah dan tinggi ialah skenario SRES A1B.

Skenario emisi di atas belum mempertimbangkan adanya kebijakan global. Upaya global untuk menghindari kenaikan suhu global melebihi 2°C pada tahun 2050 sudah disepakati oleh para pihak penandatanganan konvensi perubahan iklim. Kenaikan suhu global melebihi nilai batas tersebut diperkirakan akan menimbulkan masalah perubahan iklim yang sulit dikelola sehingga akan mengancam keberlanjutan pembangunan berbagai Negara. Oleh karena itu, IPCC menyusun skenario emisi baru yang disebut skenario RCP (*Representative Carbon Pathway*) dimana skenario disusun berdasarkan target

konsentrasi GRK yang ingin dicapai dengan memperhatikan nilai batas 2°C tersebut. Ada empat skenario RCP yaitu RCP2.6, RCP4.5, RCP6.5 dan RCP8.5. Kondisi ideal yang diharapkan ialah skenario RCP2.6 dimana upaya mitigasi yang dilakukan oleh masyarakat global dapat menstabilkan konsentrasi GRK pada tingkat 450 ppm yaitu konsentrasi GRK yang peluang untuk terjadinya kenaikan suhu di atas 2°C di bawah 50%. Namun melihat pertumbuhan emisi yang ada dan mempertimbangkan berbagai kondisi ekonomi Negara, skenario emisi RCP2.6 akan sulit dicapai. Para pihak (Negara penandatangan konvensi perubahan iklim) untuk sementara menyepakati untuk mengupayakan mengikuti skenario emisi RCP4.5. Perkiraan kenaikan suhu udara global pada ke empat skenario emisi RCP dibanding dengan skenario SRESA1B disajikan pada Gambar 2-11.

Hasil proyeksi suhu menunjukkan bahwa peningkatan suhu rata-rata tahunan di Indonesia untuk ke empat skenario RCP sampai tahun 2030 tidak banyak berbeda yaitu sekitar 1 °C (Faqih dan Boer, 2013). Pada akhir abad ke-21, proyeksi rata-rata suhu harian mencapai kisaran 2,5 °C berdasarkan skenario SRES A1B. Proyeksi tersebut berada pada rentang perubahan suhu yang diproyeksikan oleh skenario RCP, dimana nilainya lebih rendah dari perubahan suhu pada skenario RCP-8.5 yang berada pada kisaran 3,5 °C, namun lebih tinggi dibandingkan proyeksi RCP-2.6, RCP-4.5 dan RCP-6.0 yang masing-masing berada pada nilai mendekati 0,7 °C, 1,5 °C dan 1,9 °C. Nilai peningkatan suhu rata-rata untuk wilayah Indonesia tersebut dihitung relatif terhadap nilai anomali suhu rata-rata pada periode 1981-2010.

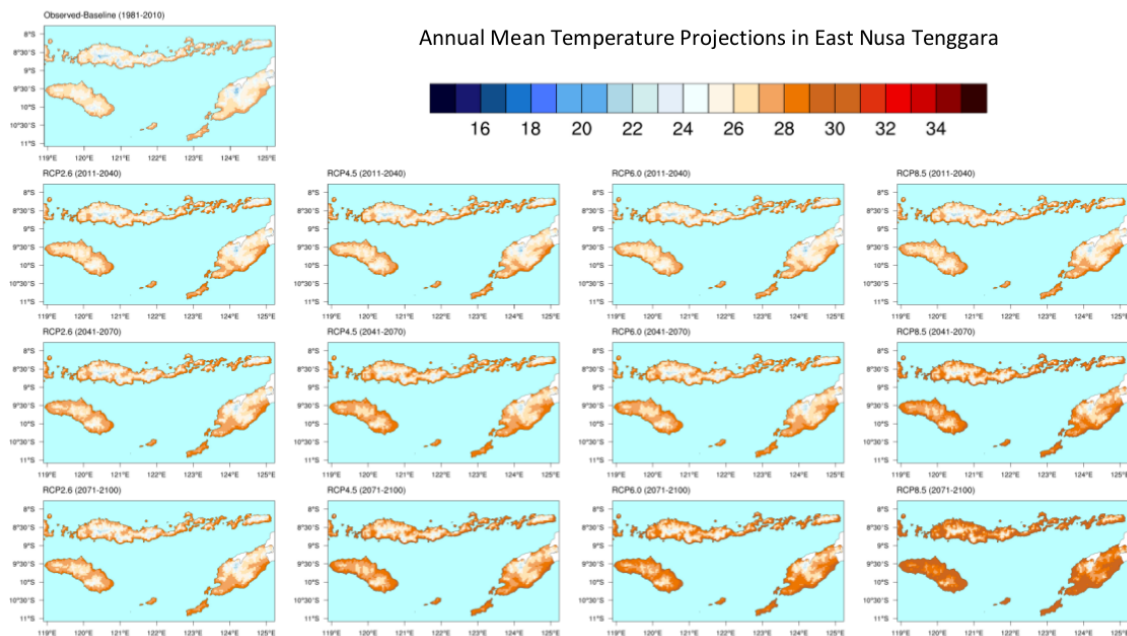


Gambar 2-11 Proyeksi rata-rata peningkatan suhu udara permukaan di Indonesia (11 °LS – 6 °LU, 95 °BT – 141 °BT) berdasarkan skenario SRES-A1B dan skenario RCP-2.6, RCP-4.5, RCP-6.0 dan RCP-8.5 (Faqih dan Boer, 2013).

2.2.2 Proyeksi Perubahan Suhu di NTT

Berdasarkan skenario RCP, kenaikan suhu masa depan di NTT dibanding rata-rata suhu saat ini (1981-2010) pada ke empat skenario RCP tidak terlalu banyak berbeda untuk 2011-2040. Pada periode 2041-2070 dan 2071-2100, suhu udara permukaan akan terus meningkat dan peningkatan tertinggi terjadi pada scenario RCP8.5 pada periode 2071-2100 (Gambar 2-12). Di wilayah dataran rendah, peningkatan suhu tahun 2071-2100 dibanding saat ini dapat melebihi dari 3°C pada RCP8.5, dan di wilayah dataran tinggi peningkatannya sekitar 2°C. Di sebagian besar wilayah pulau Sumba, pada tahun 2071-2100 untuk scenario RCP6.0 dan 8.5, rata-rata suhu permukaan mencapai 31°C sementara saat ini hanya sekitar 28 °C (Gambar 2-12). Pada periode 2071-2100 ini hanya sebagian kecil wilayah NTT yang suhu udara permukaan di bawah 28 °C.

Perubahan suhu yang besar ini akan memberikan implikasi yang besar pada sector pertanian dan sumber daya air. Laju penguapan akan meningkat dan kondisi ini akan mempercepat penurunan ketersediaan air tanah sehingga risiko kekeringan akan semakin besar.

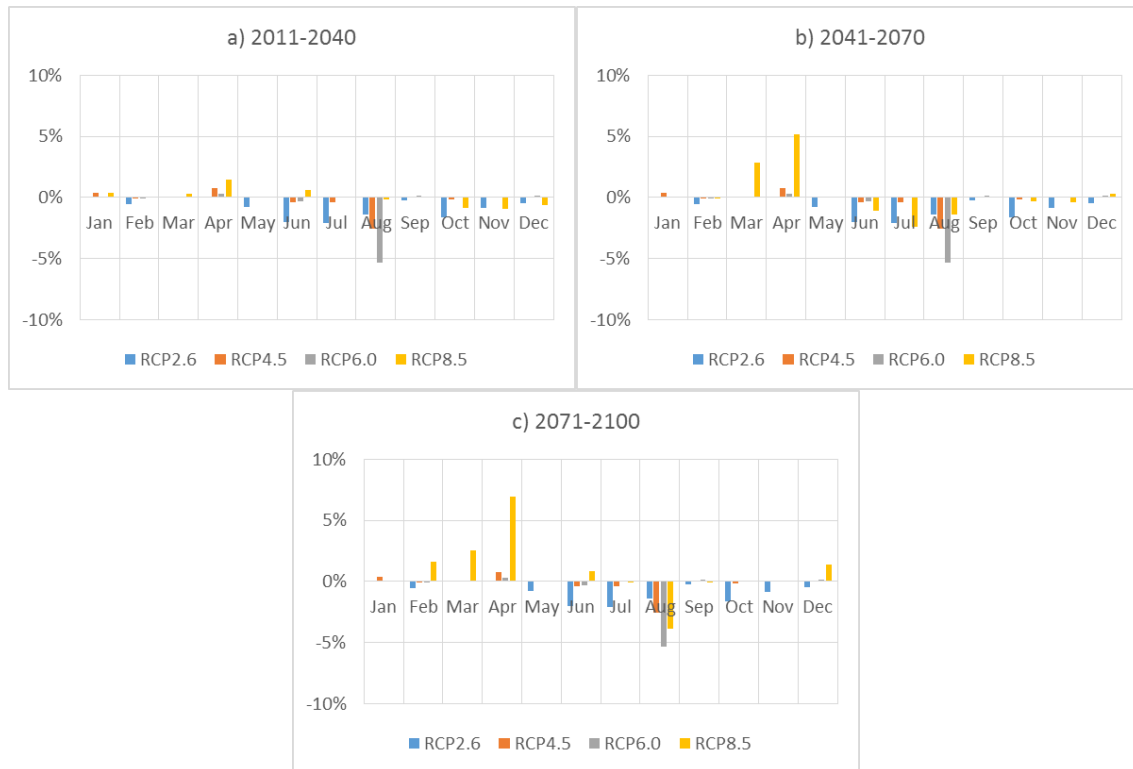


Gambar 2-12 Rata-rata suhu udara tahunan di NTT saat ini (1981-2010) dan masa depan (2011-2040; 2041-2070; dan 2071-2100) pada empat skenario RCP (Faqih, 2014)

2.2.3 Proyeksi Perubahan Hujan

Berdasarkan hasil luaran 16 model iklim (GCM), sebagian besar model menunjukkan bahwa rata-rata tinggi hujan tahunan wilayah NTT masa depan sampai 2100 untuk semua skenario tidak banyak mengalami perubahan dibanding kondisi saat ini, bahkan cenderung menurun. Namun demikian untuk hujan musiman, tinggi hujan musim transisi (Maret-

April) cenderung akan meningkat sedangkan musim kemarau (Juni-Agustus) akan mengalami penurunan, namun penurunannya tidak lebih dari 10% dibanding kondisi saat ini (Gambar 2-13). Kondisi ini menunjukkan bahwa di masa depan peningkatan hujan pada bulan transisi akan memperlambat masuknya awal musim kemarau sehingga lama musim hujan akan cenderung memanjang. Akan tetapi tinggi hujan di musim kemarau akan lebih rendah (kering) dibanding sekarang sehingga perbedaan tinggi hujan musim hujan dan musim kemarau akan semakin besar.

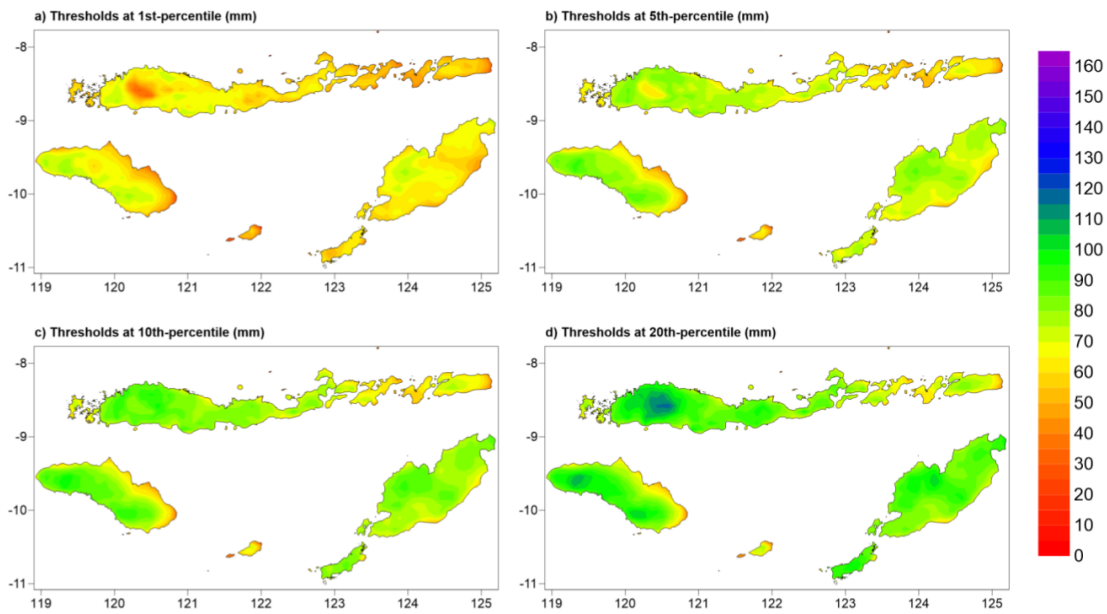


Gambar 2-13 Proyeksi naik-turunnya tinggi hujan bulanan di NTT berdasarkan rata-rata wilayah dari median 16 GCM pada semua skenario RCP periode: a) 2011-2040, b) 2041-2070 dan c) 2071-2100 (Faqih, 2014).

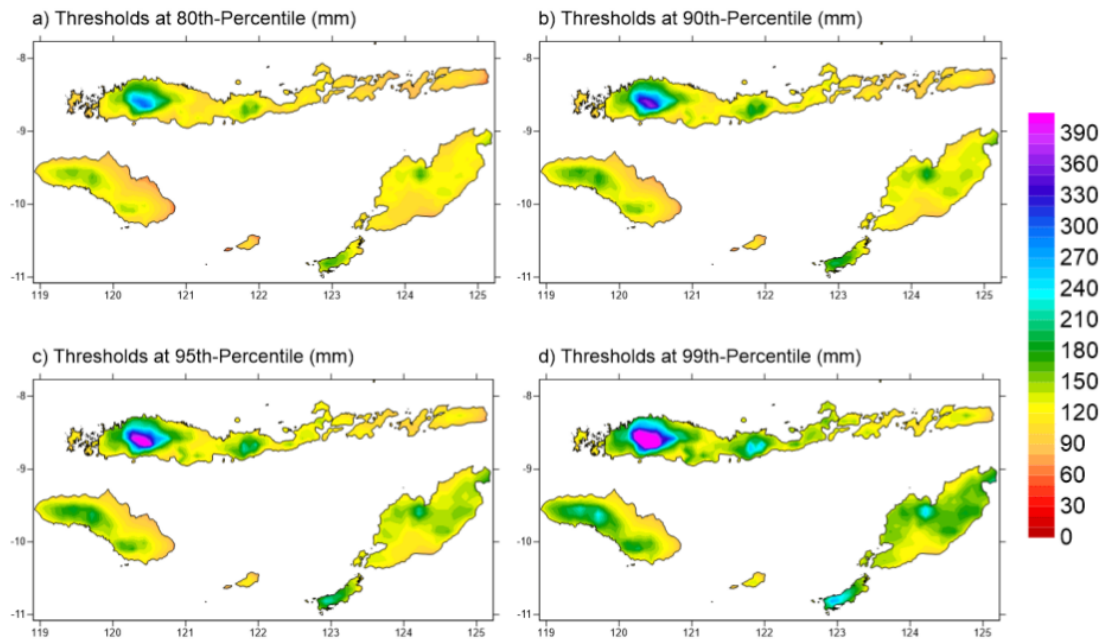
2.2.4 Proyeksi Perubahan Hujan Ekstrem

Musim tanam di NTT sebagian besar berlangsung selama musim hujan. Seperti yang dijelaskan sebelumnya, masalah kejadian iklim ekstrem yang terjadi selama musim tanam ialah terjadi hujan ekstrem tinggi yang dapat menimbulkan masalah bencana banjir dan tanah longsor. Sebaliknya, pada musim hujan juga kemungkinan dapat terjadi hujan ekstrem rendah yang apabila semakin sering terjadi berpotensi untuk meningkatkan masalah jeda musim yang dapat mengagalkan tanaman. Berdasarkan hal ini, analisis perubahan iklim ekstrik di masa depan dilakukan dengan menggunakan referensi hujan harian maksimum persentil 1%, 5%, 10% dan 20% yang merepresentasikan tinggi hujan harian maksimum terendah dan hujan harian maksimum persentil 80%, 90%, 95% dan 99% yang merepresentasikan tinggi hujan harian maksimum tertinggi untuk periode

1981-2010. Adapun tinggi hujan harian maksimum untuk semua persentil disajikan pada Gambar 2-14 dan 2-15.



Gambar 2-14 Tinggi hujan harian maksimum terendah untuk presentil 1%, 5%, 10% dan 20% saat ini (1981-2010; Faqih, 2014)



Gambar 2-15 Tinggi hujan harian maksimum tertinggi untuk presentil 80%, 90%, 95% dan 99% saat ini (1981-2010; Faqih, 2014)

Tinggi hujan maksimum terendah yang sama atau kurang dari persentil 1%, 5%, 10% dan 20% masing-masing merepresentasikan periode ulang 100, 20, 10 dan 5 tahunan untuk kejadian iklim ekstrim kering. Sebagai contoh, pada saat ini tinggi hujan harian maksimum terendah persentil 10% di Sabu Raijua (lihat gambar 2-14c) sekitar 60 mm, maka dapat dikatakan hujan maksimum harian dengan intensitas sama atau kurang dari 60 mm terjadi paling tidak sekali dalam 10 tahun. Sedangkan, tinggi hujan maksimum tertinggi yang sama atau lebih besar dari persentil 80%, 90%, 95% dan 99% masing-masing merepresentasikan periode ulang 5, 10, 20 dan 100 tahunan untuk kejadian iklim ekstrim basah. Sebagai contoh, pada saat ini tinggi hujan harian maksimum persentil 90% di Sabu Raijua (lihat gambar 2-15b) sekitar 90 mm, maka dapat dikatakan hujan maksimum harian dengan intensitas sama atau lebih besar dari 90 mm/hari terjadi paling tidak sekali dalam 10 tahun.

Hasil proyeksi menunjukkan bahwa frekuensi kejadian iklim ekstrim kering diperkirakan akan meningkat di masa depan pada wilayah tertentu di NTT, seperti di bagian barat Pulau Flores mencakup wilayah Kabupaten Manggarai, bagian barat Pulau Sumba dan bagian timur Pulau Timor dekat perbatasan dengan Timor Leste (Gambar 2-16). Di wilayah ini, kejadian iklim ekstrim kering dengan periode ulang 10 tahun akan semakin sering terjadi di masa depan yaitu menjadi sekali dalam 4-8 tahun (Gambar 2-16). Sementara untuk sebagian wilayah lain frekuensinya menjadi berkurang yaitu menjadi sekali dalam 10-20 tahun. Pola perubahan yang sama juga terjadi untuk kejadian iklim ekstrim basah. Hampir di semua wilayah NTT, diperkirakan frekuensi iklim ekstrim basah yang saat ini periode ulang kejadiannya sekali dalam 10 tahun juga akan meningkat menjadi sekali dalam 4-8 tahun (Gambar 2-17).

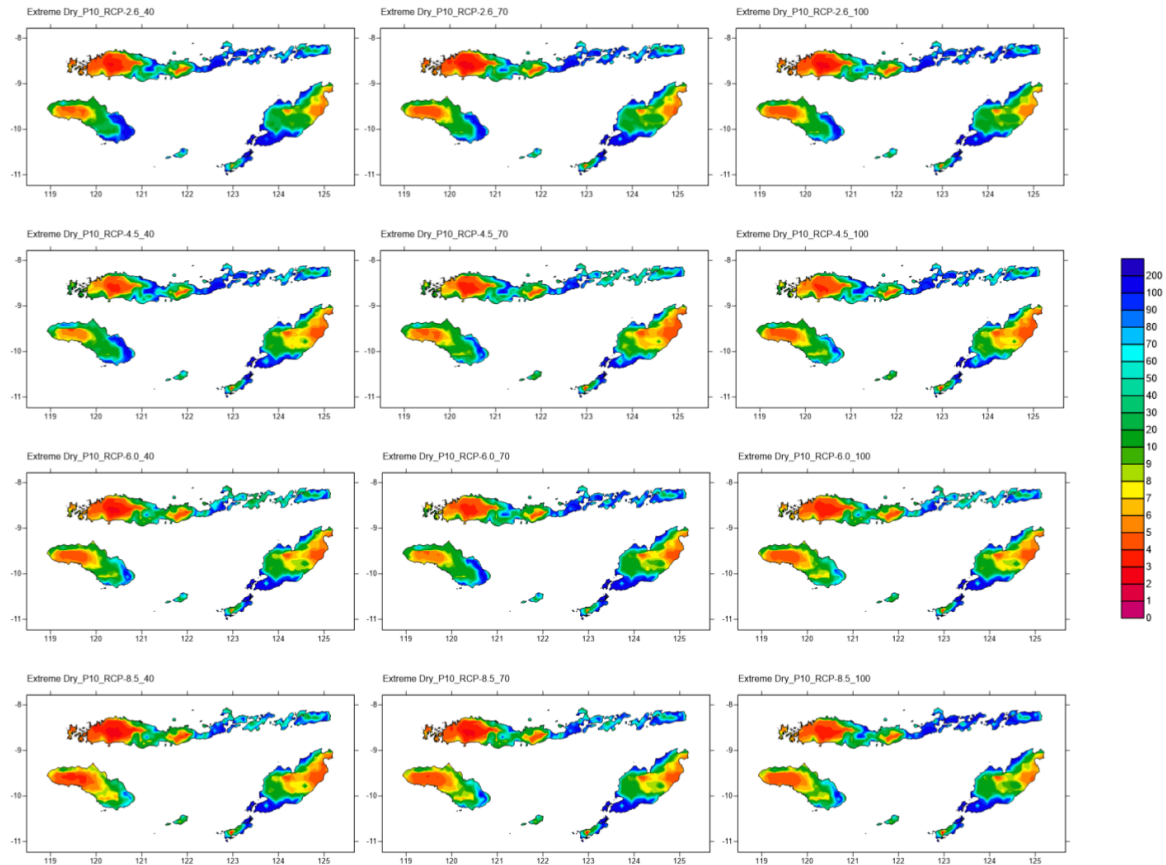
2.2.5 Proyeksi Perubahan Siklon Tropis

Hujan lebat yang disertai angin kencang yang sering kali menimbulkan bencana banjir dan longsor di NTT seringkali bersamaan dengan kejadian siklon (badai) tropis. Banyak hasil kajian menunjukkan bahwa frekuensi kejadian badai tropis di masa depan akan cenderung menurun, namun demikian intensitasnya semakin meningkat sehingga daya rusak yang ditimbulkan akan semakin besar (Knutson *et al.* 2011). Diperkirakan pada akhir abad 21, peningkatan kecepatan (intensitas) badai tropis berkisar antara 2% dan 11% dari sekarang, sementara frekuensi kejadiannya menurun antara 6% dan 34%. Peningkatan intensitas hujan dalam radius 100 km dari pusat siklon tropis akan meningkat sampai 20% dari kondisi saat ini.

2.2.6 Proyeksi Perubahan Muka Tinggi Air Laut Pemanasan global dan pengaruhnya terhadap kenaikan muka air laut

Kenaikan tinggi muka laut (TML) akibat pemanasan global diperkirakan akan terus berlanjut (IPCC, 2013). Kenaikan tinggi muka air laut pada akhir abad 21 dibanding saat ini berpotensi mencapai lebih dari 1 m. Proyeksi tersebut lebih tinggi dibandingkan proyeksi yang dilakukan oleh IPCC, yang hanya sekitar 60 cm (IPCC, 2007). Untuk

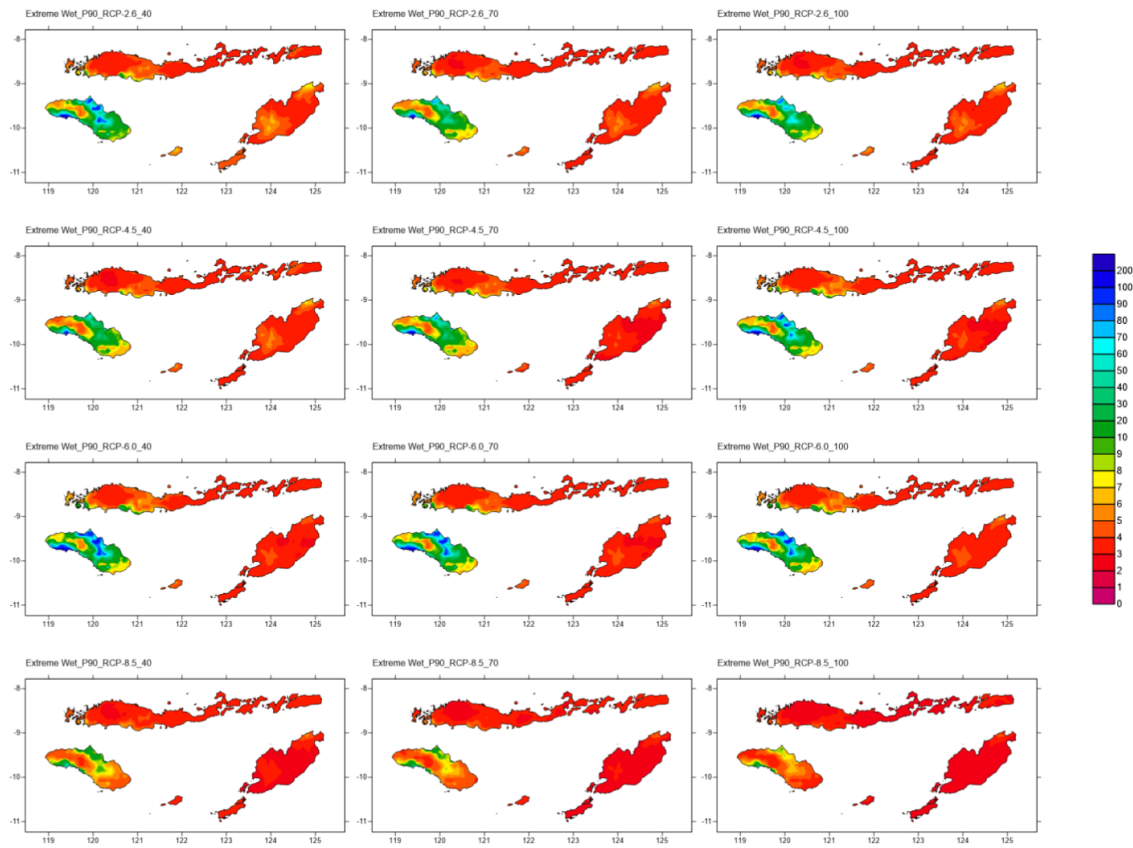
wilayah Indonesia apabila faktor pencairan es dinamis (*dynamic ice melting*) ditambahkan ke dalam perhitungan TML, maka peningkatan TML di akhir abad 21 mencapai sekitar 175 cm (Bappenas, 2010). Kenaikan TML akan berpengaruh pada menyusutnya luas daratan di wilayah pantai di NTT yang relatif landai dan meningkatnya masalah salinitas air yang dapat berakibat menurunnya produktivitas tanaman di wilayah ini.



Gambar 2-16 Proyeksi perubahan periode ulang kejadian ekstrim kering 10 tahunan di masa depan untuk scenario RCP2.6, RCP4.5, RCP6.0 dan RCP8.5 (Sumber Faqih, 2014).

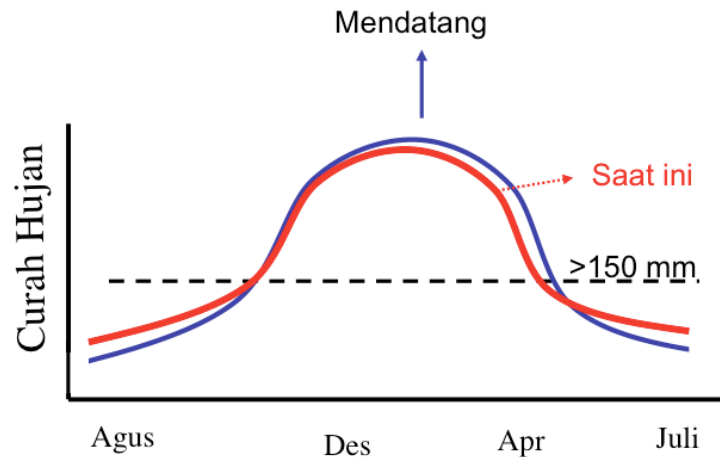
2.2.7 Proyeksi Kondisi Iklim Kabupaten Sumba Timur, Manggarai dan Sabu Raijua

Hasil proyeksi kondisi iklim menurut skenario emisi RCP2.6, 4.5, 6.0 dan 8.5 menunjukkan bahwa suhu di tiga Kabupaten tempat pelaksanaan kegiatan SPARC akan terus meningkat. Sampai tahun 2040, besar peningkatan suhu ke empat scenario tidak terlalu banyak berbeda, namun setelahnya laju peningkatan suhu pada scenario 8.5 jauh lebih cepat dibanding RCP2.6. Di akhir abad 21 peningkatan suhu pada RCP8.5 mencapai 2.8°C , sementara pada RCP2.6 hanya sekitar 0.7 dan RCP4.5 sekitar 1.5°C (Faqih, 2014).



Gambar 2-17 Proyeksi perubahan periode ulang kejadian ekstrim basah 10 tahunan di masa depan untuk scenario RCP2.6, RCP4.5, RCP6.0 dan RCP8.5 (Sumber Faqih, 2014)

Perubahan pola hujan di ketiga kabupaten pada periode 2011-2040 tidak terlalu signifikan dibanding kondisi saat ini. Namun demikian tinggi hujan pada musim transisi yaitu dari musim hujan ke musim kemarau (Maret-April) akan meningkat sampai 5%, sedangkan pada puncak musim kemarau khususnya bulan Juli-Agustus akan mengalami sedikit penurunan. Peningkatan hujan musim transisi dan penurunan hujan puncak musim kemarau diperkirakan akan semakin besar setelah tahun 2040 (Faqih, 2014). Secara umum bentuk perubahan pola hujan di ketiga Kabupaten relatif hampir sama seperti yang ditunjukkan Gambar 2-18. Awal musim hujan tidak akan mengalami perubahan, namun akhir musim hujan berkemungkinan sedikit mundur dibanding saat ini karena adanya peningkatan tinggi hujan di musim transisi.



Gambar 2-18 Bentuk perubahan pola hujan bulanan di Kabupaten Manggarai, Sabu Raijua dan Sumba Timur (berdasarkan analisis Faqih, 2014)

Disamping itu, kejadian iklim ekstrim diproyeksikan akan mengalami perubahan (Tabel 2-2). Secara umum, di Kabupaten Manggarai intensitas dan frekuensi hujan ekstrim akan meningkat dan frekuensi kejadian hari tanpa hujan dengan lama melebihi 4 bulan berturut-turut sedikit menurun. Frekuensi kejadian hari hujan yang melebihi 5 hari berturut-turut akan berkurang, namun demikian intensitas meningkat. Untuk dua kabupaten lainnya, kejadian iklim ekstrim yaitu frekuensi kejadian hari tanpa hujan yang lamanya melebihi 4 bulan berturut-turut akan semakin meningkat.

Tabel 2-2 Perubahan iklim ekstrim di Kabupaten Sumba Timur, Maggarai dan Sabu Raijua dalam periode 2010-2040 dibanding saat ini

Komponen Iklim	Sumba Timur	Maggarai	Sabu Raijua
Intensitas hujan ekstrim	Sedikit menurun	Meningkat	Meningkat
Frekuensi Kejadian hujan harian > 50 mm	Meningkat	Meningkat	Tidak berubah
Rata intensitas hujan harian	Tidak berubah	Meningkat	Tidak berubah
Frekuensi kejadian hari tanpa hujan melebihi 4 bulan berturut-turut	Meningkat	Sedikit menurun	Meningkat
Frekuensi kejadian hari hujan melebihi 5 hari berturut-turut	Sedikit menurun	Sedikit menurun	Tidak berubah

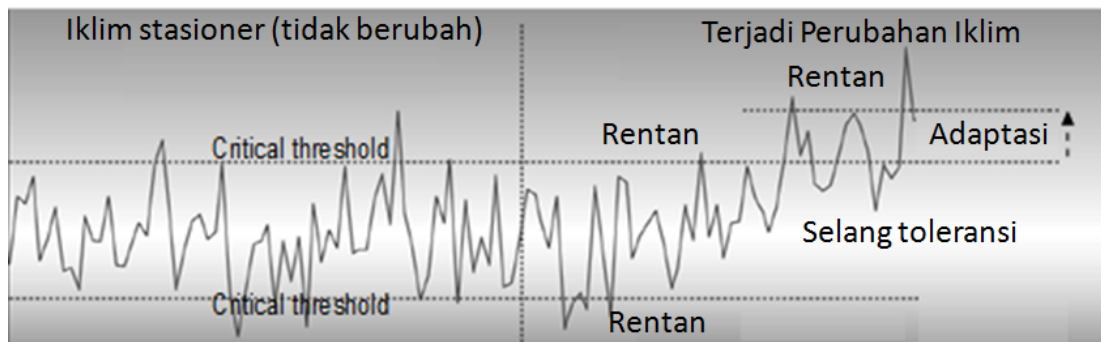
Sumber: Berdasarkan analisis Faqih (2014)

3 TINGKAT KERENTANAN DAN RISIKO IKLIM NTT

3.1 KONSEP KERENTANAN DAN RISIKO IKLIM

Perubahan iklim sudah terjadi di NTT dan diprediksi di masa depan frekuensi dan intensitas kejadian iklim ekstrim akan semakin meningkat hampir di sebagian besar wilayah. Perubahan iklim diperkirakan akan memberikan dampak yang besar bagi tata kehidupan manusia dan berbagai sector. Seperti yang sudah diuraikan sebelumnya (Sub-Bab 1.1), besar kecilnya dampak yang ditimbulkan oleh perubahan iklim pada suatu sistem akan ditentukan oleh tingkat kerentanan sistem tersebut. Tingkat kerentanan dari sistem ditentukan oleh faktor keterpaparan, sensitivitas dan kemampuan adaptif.

Suatu sistem sudah dikatakan rentan terhadap suatu perubahan iklim apabila besar perubahan yang terjadi sudah melewati **batas toleransi** (*critical threshold*) atau melewati batas kemampuan dari sistem untuk mengatasinya (*coping range*). Apabila perubahan iklim terjadi dan gangguan iklim seperti iklim ekstrim semakin sering terjadi di masa depan sementara selang toleransi tidak diperlebar, maka **risiko iklim** yang dihadapi di masa depan akan semakin besar. Oleh karena itu, upaya adaptasi perlu dilakukan untuk dapat memperlebar selang toleransi tersebut yang artinya tingkat kerentanan dapat dikurangi. Ilustrasi konsep kerentanan, selang toleransi, dan adaptasi dapat dilihat pada Gambar 3-1.



Gambar 3-1 Ilustrasi konsep kerentanan, selang toleransi, dan adaptasi (John and Boer, 2004)

Untuk lebih memudahkan dalam memahami konsep kerentanan, selang toleransi, risiko iklim dan adaptasi, berikut diberikan contoh penerapan pada penilaian kerentanan kota terhadap bahaya banjir. Suatu kota untuk mengatasi bahaya banjir telah membangun sistem drainase dengan kapasitas menampung aliran air permukaan sebesar 1000 m³ per detik. Sistem drainase dengan kapasitas tersebut dirancang dengan menggunakan data iklim historis. Berdasarkan data historis, hujan yang dapat menimbulkan debit aliran air permukaan melebihi 1000 m³ per detik terjadi sekali dalam 20 tahun atau periode ulang kejadiannya ialah 20 tahun. Dengan adanya sistem drainase tersebut, frekuensi kejadian banjir di kota tersebut diharapkan hanya sekali dalam 20 tahun. Karena adanya perubahan iklim, intensitas hujan yang menimbulkan debit aliran permukaan melebihi

1000 m³ per detik semakin sering terjadi, tidak lagi sekali 20 tahun tetapi menjadi sekali 15 tahun. Adanya perubahan iklim ini menyebabkan **risiko banjir** di kota tersebut menjadi meningkat. Banjir semakin sering terjadi dan menimbulkan dampak yang semakin besar. Untuk mengurangi risiko banjir, kota dapat melakukan satu upaya adaptasi dengan meningkatkan kapasitas dari sistem drainase lebih tinggi dari 1000 m³ sehingga selang toleransinya menjadi semakin lebar.

Perubahan periode ulang kejadian banjir bisa saja bukan disebabkan oleh perubahan iklim, tapi akibat perubahan kondisi lingkungan lainnya. Sebagai contoh ialah rusaknya kemampuan wilayah tangkapan hujan dalam menyerap air sehingga besar aliran permukaan meningkat walaupun tidak ada perubahan iklim. Hal lain ialah meningkatnya produksi sampah yang tidak diiringi dengan perbaikan sistem pengelolaannya sehingga banyak sampah yang masuk dan menyumbat saluran drainase yang ada sehingga kapasitasnya membuang air menurun atau tidak lagi mampu menampung aliran air 1000 m³ per detik, tetapi menurun menjadi 800 m³ per detik. Kondisi ini menyebabkan selang toleransi kota semakin sempit atau semakin rentan terhadap bahaya banjir. Apabila kondisi ini tidak bisa diperbaiki, risiko banjir pada kota akan meningkat walaupun tidak terjadi perubahan iklim. Dengan adanya perubahan iklim, kemungkinan risiko banjir akan semakin meningkat. Upaya adaptasi yang dilakukan ialah dengan mengurangi debit aliran permukaan dengan meningkatkan kemampuan penyerapan air hujan oleh permukaan melalui perbaikan wilayah tangkapan hujan, meningkatkan pengelolaan sampah, merubah perilaku dalam membuang sampah melalui kegiatan peningkatan kesadaran dan lain - lain.

Dalam sub-bagian berikut dibahas kondisi kerentanan desa di NTT dan secara lebih spesifik di tiga kabupaten tempat pelaksanaan SPARC. Indikator yang menentukan tingkat kerentanan diperoleh dari Pusat Statistik NTT dan dinas-dinas terkait. Indikator yang dipilih ialah indikator yang dapat merepresentasikan derajat keterpaparan, sensitifitas dan kemampuan adaptif desa terhadap ancaman perubahan iklim. Klasifikasi desa menurut tingkat kerentanan ditetapkan berdasarkan indek keterpaparan dan sensitifitas (IKS) dan Indek kemampuan adaptif (IKA) dengan menggunakan sistem kuadrant. Metode rinci untuk menghitung nilai IKA dan IKS dalam penetapan tingkat kerentanan desa untuk tingkat propinsi dan tingkat kabupaten dapat dilihat pada Boer *et al.* (2015).

3.2 INDIKATOR KERENTANAN DESA

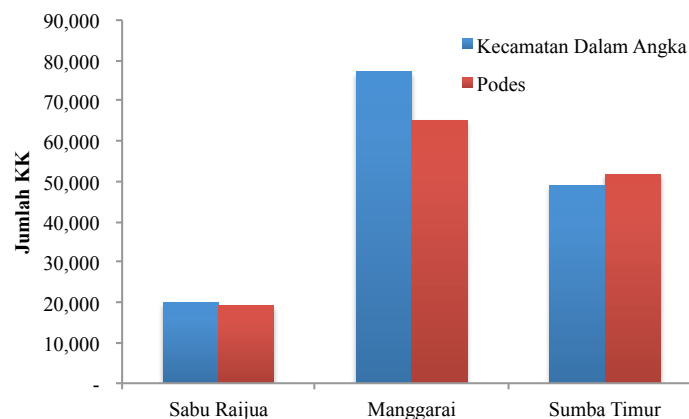
Ketepatan pemilihan dan banyaknya indikator yang akan digunakan untuk menggambarkan faktor keterpaparan, sensitivitas dan kemampuan adaptif akan menentukan tingkat kerentanan. Oleh karena itu, dalam pemilihan indikator kita harus memahami dengan baik bagaimana hubungan antara indikator yang dipilih dengan faktor-faktor terkait. Hal ini sangat penting karena akan membantu untuk mengetahui bagaimana suatu program adaptasi yang akan dilakukan akan berpengaruh terhadap

perubahan tingkat kerentanan. Berdasarkan ketersediaan data yang ada, beberapa indikator yang dapat digunakan dalam menentukan tingkat kerentanan diantaranya ialah:

1. **Tingkat Keterpaparan.** Indikator yang digunakan untuk mewakili keterpaparan diantaranya area lahan sawah dan pertanian, letak geografi desa, kemiringan desa, keberadaan desa pesisir, sumber air minum, kepadatan penduduk, dan lainnya. Luas lahan sawah/pertanian dapat digunakan sebagai indikator keterpaparan karena sektor pertanian merupakan sektor sensitif terhadap keragaman dan perubahan iklim, sehingga semakin luas lahan sawah/pertanian yang dimiliki oleh suatu desa semakin tinggi tingkat kemudahannya untuk terpapar terhadap keragaman dan perubahan iklim. Kondisi geografi seperti letak demografi desa, kemiringan, serta keberadaan desa pesisir sangat menentukan tingkat kemudahannya untuk terpapar terhadap beban dan perubahan iklim. Kondisi geografi desa yang berada di lembah relatif memiliki peluang terpapar yang lebih besar terhadap banjir dibanding desa yang ada di dataran yang lebih tinggi.
2. **Tingkat Sensitifitas.** Indikator yang dapat menggambarkan faktor sensitifitas diantaranya sumber penghasilan utama, jumlah penduduk pra sejahtera (miskin), angka ketergantungan, sumber air minum/memasak dan lain-lain. Sumber penghasilan utama dapat digunakan sebagai indikator sensitifitas karena besarnya penghasilan keluarga ditentukan oleh sejauh mana kemudahan sumber penghasilan utamanya tersebut dapat dipengaruhi oleh kondisi iklim. Desa yang sumber pendapatan utama penduduknya sangat tergantung pada kegiatan pertanian relatif lebih sensitif dibanding desa yang sebagian besar penduduknya memiliki sumber penghasilan utama di luar pertanian. Adanya anomali iklim akan sangat menentukan besar penghasilan masyarakat desa yang mayoritas sumber pendapatan masih dari sektor pertanian saja dibanding dengan desa yang sumber penghasilan utamanya sudah sedikit yang dari kegiatan pertanian. Demikian juga halnya desa yang jumlah penduduk miskinnya lebih banyak relatif lebih sensitive terhadap tekanan atau perubahan. Data tentang keberadaan sumber air dapat menggambarkan tingkat kemudahan akses masyarakat terhadap sumber air minum. Adanya sistem penyediaan air minum yang lebih terjamin ketersediaannya sepanjang tahun, maka tingkat sensitifitas wilayah tersebut terhadap guncangan atau anomali iklim dalam penyediaan air minum rendah. Misalnya keluarga yang sumber air minumnya dari PDAM relatif tidak sensitif terhadap guncangan iklim dibandingkan dengan keluarga yang sumber air minumnya dari sumur atau sungai karena ketersediaan air dari sumber ini sangat fluktuatif tergantung kondisi musim. Jadi wilayah yang sebagian sumber air minumnya sudah terlayani oleh PDAM akan memiliki sensitifitas yang lebih rendah dibanding wilayah yang sumber air minumnya masih banyak dari sumur, sungai.
3. **Tingkat Kemampuan adaptif.** Indikator yang dapat digunakan untuk menjelaskan tingkat kemampuan adaptif diantaranya data tentang kondisi infrastruktur jalan, ketersediaan fasilitas pendidikan dan kesehatan, keberadaan kelembagaan dan lain lain. Infrastruktur jalan menggambarkan kondisi sistem transportasi. Semakin baik sarana prasarana jalan maka aktivitas ekonomi masyarakat akan semakin lancar dan dapat berdampak terhadap perbaikan ekonomi desa. Disamping itu masyarakat juga lebih mudah dalam mengatasi situasi saat bencana seperti evakuasi, penyaluran bantuan dll. Jadi dengan semakin baiknya kondisi prasarana jalan

kemampuan adaptif akan semakin baik³. Tersedianya layanan pendidikan dan kesehatan merupakan faktor penting dalam melihat kemampuan adaptif suatu wilayah. Desa yang memiliki masyarakat dengan tingkat pendidikan yang tinggi akan memiliki kemampuan adaptif yang lebih tinggi dalam mengatasi atau menghadapi risiko iklim

Kualitas data indikator yang digunakan akan sangat menentukan dalam menggambarkan kondisi kerentanan desa dengan baik. Ketidakakuratan data akan menghasilkan informasi tingkat kerentanan yang tidak akurat pula. Oleh karena itu sumber data dan informasi yang digunakan harus diketahui kualitasnya. Dalam kajian ini, data indikator dapat diperoleh dari beberapa sumber. Namun demikian seringkali ditemukan jenis data yang sama yang berasal dari sumber data yang berbeda memiliki data yang berbeda. Sebagai contoh jumlah penduduk yang diperoleh dari data potensi desa luaran BPS pusat dengan data kecamatan dalam angka yang berbeda (Gambar 3-2). Oleh karena itu penting untuk mengetahui bagaimana lembaga sumber data melakukan pengecekan kualitas data. Dari kegiatan ini, pemerintah daerah cenderung untuk memilih menggunakan data dari SKPD terkait dari pada dari pusat yang diambil dari BPS.



Gambar 3-2 Perbandingan data kecamatan dalam angka dengan potensi desa pada tahun 2011 (Boer dan Rakhman, 2014)

Masih banyak indikator biofisik dan sosial-ekonomi yang dapat digunakan untuk menggambarkan tingkat kerentanan desa. Beberapa jenis indikator lain yang dapat digunakan diantaranya:

1. Tingkat Keterpaparan: data tentang peluang fasilitas infrastruktur, pemukiman dan sumber kehidupan dari lokasi bencana seperti banyak rumah tangga yang berada dekat garis pantai (bahaya rob), dekat badan sungai dan lainnya. Penggunaan data geospasial untuk mengukur nilai indikator keterpaparan sangat disarankan.
2. Tingkat sensitivitas: data tentang laju produksi sampah dan kemampuan pengelolaannya atau fraksi sampah yang bisa dikelola dan diproduksi akan mempengaruhi tingkat sensitivitas. Semakin besarnya fraksi sampah yang tidak bisa

³ <http://www.floresbangkit.com/2012/12/butuh-rp-4-triliun-tangani-infrastruktur-di-ntt/>

dikelola akan semakin banyak limbah yang terbuang ke gorong-gorong, badan sungai dan lainnya sehingga akan menurunkan kelancaran pelimpasan air. Kondisi ini akan menyebabkan desa menjadi sensitif terhadap kejadian banjir karena peningkatan tinggi hujan yang tidak terlalu tinggi sudah dapat menimbulkan bencana banjir. Demikian juga kondisi atau kemampuan resapan air wilayah dalam bentuk data fraksi wilayah yang masih bervegetasi (berhutan) akan menentukan sensitifitasnya terhadap dampak perubahan iklim. Meningkatnya luas lahan kritis akibat pembukaan hutan yang kurang terkendali akan menyebabkan desa tersebut relatif lebih sensitif terhadap perubahan tinggi hujan. Desa yang luas wilayah resapan atau tutupan hutannya sangat rendah, kenaikan intensitas hujan yang sedikit sudah dapat menimbulkan bencana banjir.

3. Kemampuan Adaptif: Tingkat pendapatan per kapita dapat menjadi indikator yang lebih efektif dalam menunjukkan kemampuan relatif mengatasi masalah atau tekanan, demikian juga keberadaan dan kekuatan kelembagaan masyarakat. Desa yang memiliki fungsi kelembagaan yang baik relatif memiliki kemampuan adaptif yang tinggi. Indikator lain seperti data tentang kios sarana pertanian juga dapat digunakan karena data ini dapat menggambarkan tingkat kemudahan akses masyarakat dalam memenuhi kebutuhan sarana pertanian. Desa yang memiliki banyak kios sarana pertanian secara relatif masyarakatnya akan lebih cepat dan mudah mendapatkan inputs usaha taninya dan melakukan upaya pemulihan kegiatan usahatani apabila ada gangguan bencana.

Berdasarkan penelusuran terhadap data yang ada di tingkat Propinsi dan Kabupaten, jenis data yang tersedia pada kedua tingkat wilayah administrasi tidak sama. Pada tingkat kabupaten, ada beberapa jenis data yang dapat digunakan untuk merepresentasikan faktor keterpaparan, sensitivitas atau kemampuan adaptif tetapi tidak tersedia pada tingkat propinsi. Oleh karena itu, kajian analisis tingkat kerentanan desa di tingkat propinsi menggunakan indikator yang sedikit berbeda dengan yang digunakan di tingkat kabupaten. Indikator yang digunakan dalam analisis kerentanan desa di tingkat propinsi dan di tiga kabupaten terpilih untuk kegiatan SPARC dapat dilihat pada Tabel 3-1.

Pengetahuan tentang indikator kerentanan akan dapat membantu pemerintah kabupaten dan pihak lainnya dalam menentukan bentuk program dan kegiatan adaptasi yang perlu dilakukan untuk mengurangi tingkat kerentanan. Efektivitas kegiatan dalam menurunkan tingkat kerentanan suatu desa akan dapat diukur dari sejauh mana program dan kegiatan yang dilakukan dapat memperbaiki kondisi indikator-indikator yang berkontribusi terhadap tingkat kerentanan desa tersebut. Perbaikan dari kondisi indikator-indikator kerentanan tersebut secara langsung ataupun tidak langsung akan berdampak positif pada beberapa aspek-aspek pembangunan seperti yang ditunjukkan oleh Tabel 3-1. Sebagai contoh indikator tentang jumlah KK menurut jenis tempat pembuangan sampah secara tidak langsung akan berdampak positif pada ekosistem. Diperbaiki kondisi indikator ini misalnya melalui program peningkatan kemampuan pengelolaan sampah dan penyadaran masyarakat untuk melakukan pengelolaan sampah, akan berdampak positif pada

ekosistem. Tingkat pencemaran dan frekuensi bencana banjir mungkin berkurang karena beban sungai menampung sampah yang dapat menghambat aliran sungai akan berkurang.

Contoh lain misalnya, tingginya fraksi lahan sawah dan pertanian menunjukkan ketergantungan ekonomi masyarakat terhadap kegiatan pertanian masih tinggi. Program dan kegiatan adaptasi dapat diarahkan untuk meningkatkan ketangguhan sektor pertanian terhadap dampak keragaman dan perubahan iklim, misalnya melalui pembangunan sarana prasarana irigasi, penggunaan varietas yang tahan cekaman iklim dan lainnya. Dengan meningkatkan ketangguhan sektor ini terhadap keragaman dan perubahan iklim, secara langsung akan dapat meningkatkan pendapatan masyarakat. Dengan demikian dapat dikatakan indikator ini berhubungan dengan aspek pembangunan terkait dengan mata pencaharian.

Tabel 3-1 Indikator kerentanan yang digunakan dalam menentukan kerentanan desa di Propinsi NTT dan Kabupaten Manggarai, Sabu Raijua dan Sumba Timur

Aspek Pembang- unan	Indikator	Propinsi	Kabupaten		
		NTT	Mang- garai	Sabu Raijua	Sumba Timur
Indikator yang merepresentasikan tingkat kemampuan adaptif dan simbulnya					
Pendidikan	Fasilitas Pendidikan	KA ₁	KA ₁	KA ₁	KA ₁
Kesehatan	Fasilitas dan Tenaga Kesehatan	KA ₂	KA ₂	KA ₂	KA ₂
Kemiskinan	Jumlah KK berdasarkan Sumber Bahan Bakar		KA ₃		
Kemiskinan	Jumlah KK berdasarkan Sumber Penerangan		KA ₄	KA ₃	KA ₃
Kemiskinan	Fasilitas Listrik	KA ₃			
Kemiskinan	Pendapatan Asli Daerah			KA ₄	KA ₄
<i>Governance</i>	Kelompok Tani		KA ₅		KA ₅
Infrastruktur	Infrastruktur Jalan	KA ₄	KA ₆	KA ₅	KA ₆
Kemiskinan	Jumlah Keluarga Berdasarkan kriteria Jamban		KA ₇	KA ₆	
Indikator yang merepresentasikan tingkat keterpapran dan sensitifitas dan simbulnya					
Ekosistem	Jumlah KK yang tinggal dibantaran sungai	KS ₁			
Ekosistem	Jumlah bangunan dibantaran sungai	KS ₂			
Kemiskinan	Kepadatan Penduduk	KS ₃	KS ₁	KS ₁	KS ₁
Ekosistem	Lokasi Desa		KS ₂	KS ₂	KS ₂
	Kemiringan Desa			KS ₃	KS ₃

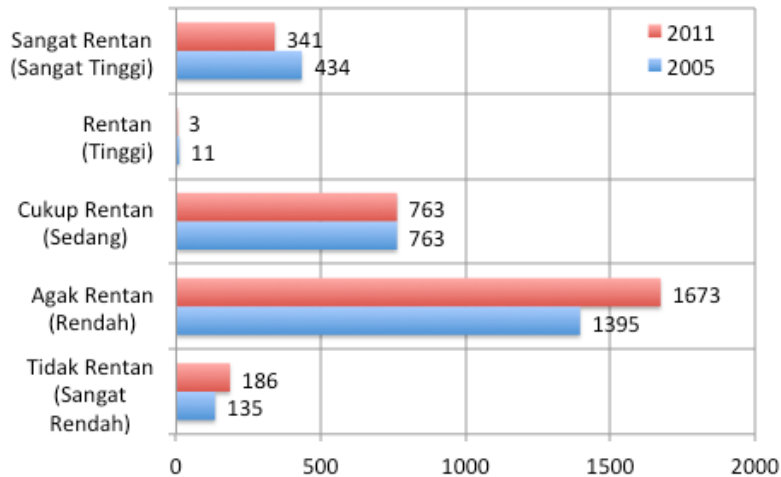
Aspek Pembang- unan	Indikator	Propinsi	Kabupaten		
		NTT	Mang- garai	Sabu Raijua	Sumba Timur
Kemiskinan	Keberadaan Desa Pesisir			KS ₄	KS ₄
	Angka Ketergantungan		KS ₃	KS ₅	KS ₅
	Ratio Penduduk Miskin	KS ₄	KS ₄	KS ₆	KS ₆
Mata Pencapaian	Lahan Sawah	KS ₅	KS ₅	KS ₇	KS ₇
	Lahan Pertanian	KS ₆	KS ₆	KS ₈	KS ₈
Kemiskinan	Jumlah KK Berdasarkan Sumber Air	KS ₇	KS ₇	KS ₉	KS ₉
	Jumlah keluarga berdasarkan jenis rumah			KS ₁₀	
	Jumlah keluarga pertanian			KS ₁₁	
Ekosistem	Tempat buang sampah		KS ₈		
Mata Pencapaian	Sumber Pendapatan Utama	KS ₈			

3.3 TINGKAT KERENTANAN DESA DI NTT

3.3.1 Propinsi NTT

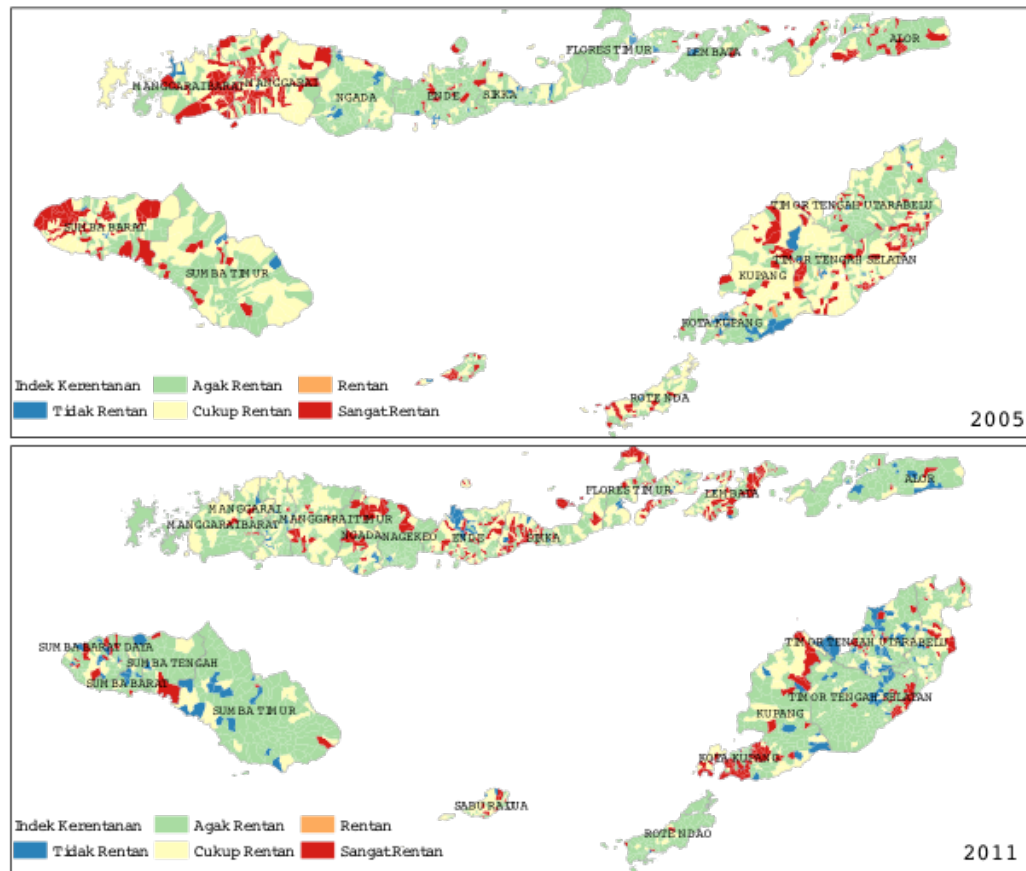
Berdasarkan data tahun 2005 dan 2011, desa-desa di Propinsi NTT secara umum masuk kategori agak rentan dan cukup rentan (Gambar 3-3). Desa agak rentan memiliki indeks keterpaparan dan sensitivitas (IKS) tinggi namun demikian indek kemampuan adaptifnya (IKA) juga tinggi, sedangkan desa cukup rentan memiliki IKS dan IKA kategori sedang. Dalam dua periode tahun ini, banyak desa kategori agak rentan dan cukup rentan mengalami sedikit peningkatan, yaitu dari 2158 (79%) desa menjadi 2436 (82%) desa. Namun demikian desa yang masuk kategori sangat rentan, desa dengan IKA rendah sementara IKS tinggi, sedikit menurun yaitu dari 434 desa (16%) pada tahun 2005 menjadi 341 desa (12%) pada tahun 2011.

Secara umum, kondisi tingkat kerentanan dari 2005 ke 2011 mengalami penurunan (Gambar 3-4). Hal ini mengindikasikan bahwa kondisi sosial-ekonomi sebagian desa di NTT mengalami perbaikan. Perubahan tingkat kerentanan yang cukup mencolok terlihat di Kabupaten Manggarai. Pada tahun 2005, sebagian besar desa di Kabupaten ini termasuk kategori sangat rentan, tetapi pada tahun 2011 sudah menurun menjadi agak dan cukup rentan. Demikian juga halnya dengan desa-desa yang ada di wilayah Sumba Barat dan Kabupaten Kupang, TTS dan TTU. Namun hal sebaliknya terjadi di sebagian desa yang ada di Kabupaten Ngada, Ende, Sikka, Flores Timur, Lembata dan Kota Kupang. Tingkat kerentanan desa yang ada di kabupaten-kabupaten ini sedikit meningkat yaitu dari agak rentan menjadi cukup rentan dan sangat rentan (Gambar 3-4).



Gambar 3-3 Jumlah desa berdasarkan tingkat kerentanan 2005 dan 2011

Tingkat kerentanan desa untuk tiga Kabupaten tempat pelaksanaan kegiatan SPARC, secara umum desa-desa di Kabupaten Manggarai memiliki tingkat kerentanan lebih tinggi dibanding dengan Kabupaten Sabu Raijua dan Sumba Timur (Lihat Gambar 3-4). Untuk analisis lebih rinci, tingkat kerentanan di tiga kabupaten ini dianalisis dengan menggunakan data tahun 2013 yang diperoleh dari dinas-dinas terkait dengan menggunakan lebih banyak indikator kerentanan (lihat Tabel 3-1) dengan enam kategorisasi tingkat kerentanan (lihat Boer *et al.* 2015). Analisis dilakukan hanya untuk desa-desa yang ada di dalam kabupaten tersebut saja, sehingga perbandingan tingkat kerentanan desa antar Kabupaten tidak dapat dilakukan dengan menggunakan hasil analisis ini.

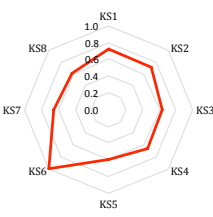
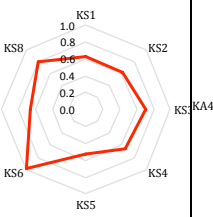
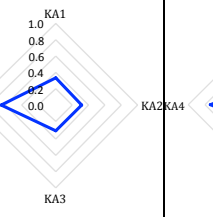
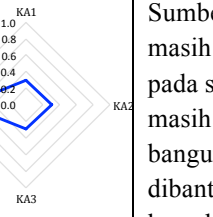


Gambar 3-4 Peta kerentanan desa di propinsi NTT tahun 2005 dan 2011

Faktor yang berkontribusi terhadap kerentanan desa di setiap kategori cukup beragam. Pada desa-desa yang masuk kategori sangat rentan, sumber penghasilan utama sebagian besar keluarga masih sangat tergantung pada pertanian, pemukiman dan bangunan cukup banyak yang dekat bantaran sungai, selain kepadatan penduduk yang relative tinggi. Disamping itu masih sedikit keluarga yang memiliki fasilitas listrik, dan layanan pendidikan dan kesehatan juga masih rendah dibanding desa-desa lain yang memiliki kerentanan lebih rendah. Secara umum kondisi rata-rata indikator kerentanan desa menurut kategori kerentanannya disajikan pada Tabel 3-2.

Tabel 3-2 Kondisi indikator kerentanan desa menurut kategori tingkat kerentanannya

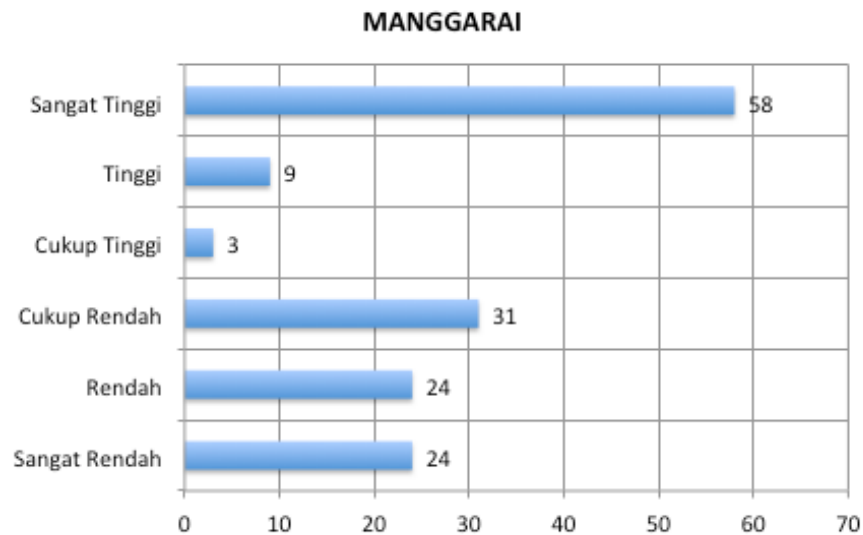
Kriteria	IKS		IKA		Keterangan
	2005	2011	2005	2011	
Sangat Rendah					Tingginya kepadatan penduduk dan belum masih baiknya sarana kesehatan dan pendidikan
Rendah					Sumber penghasilan masih sangat bergantung pada sektor pertanian yang sensitif terhadap keragaman iklim dan relatif masih banyak KK yang belum memiliki fasilitas listrik
Sedang					Sumber penghasilan masih sangat bergantung pada sektor pertanian yang sensitif terhadap keragaman iklim, lahan pertanian juga yang masih dominan. Selain itu sedikitnya KK yang memiliki fasilitas listrik, sarana kesehatan dan pendidikan masih rendah
Tinggi					Kepadatan penduduk yang tinggi, sumber penghasilan yang masih bergantung pada sektor pertanian. Disamping itu masih sedikitnya KK yang mendapatkan fasilitas listrik, sarana kesehatan dan pendidikan yang masing sangat rendah

Kriteria	IKS		IKA		Keterangan
	2005	2011	2005	2011	
Sangat Tinggi					Sumber penghasilan masih sangat bergantung pada sektor pertanian, masih banyaknya KK dan bangunan yang ada dibantaran sungai, kepadatan penduduk yang relatif tinggi. Disamping itu masih sedikitnya KK yang mendapatkan fasilitas listrik, sarana kesehatan dan pendidikan yang rendah

Catatan: Nilai indikator yang dinormalisasikan dengan luas desa seperti indikator kepadatan populasi, fraksi luas sawah, fraksi luas lahan pertanian tidak memiliki nilai apabila desa setelah pemerakaran tidak diketahui data luas desanya. Untuk kerentanan 2011, desa desa hasil pemekaran masuk ke dalam kategori kerentanan tinggi sehingga nilai indikatornya tidak ada.

3.3.2 Kabupaten Manggarai

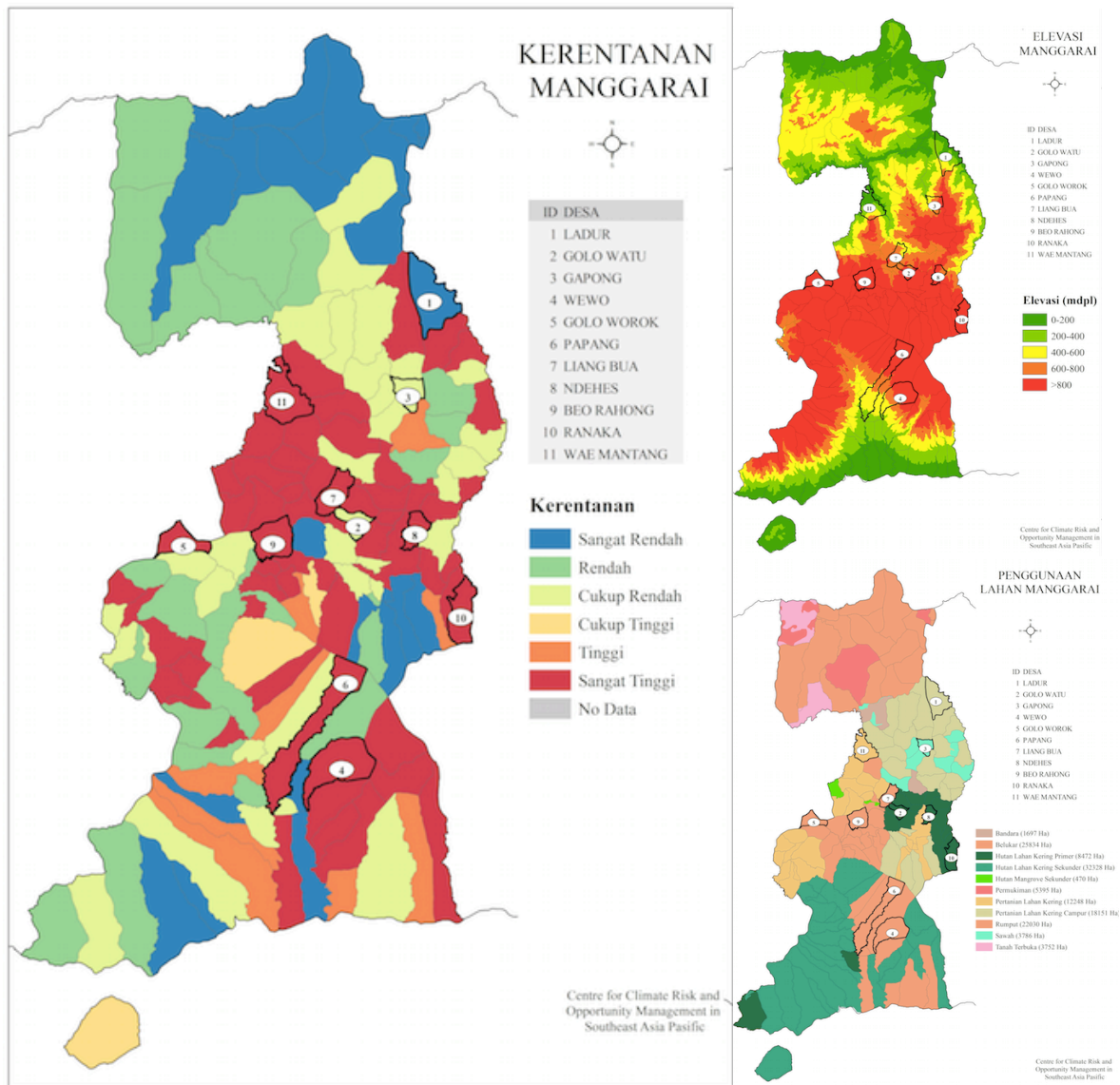
Desa-desa di Kabupaten Manggarai masih banyak yang memiliki tingkat kerentanan sangat tinggi, yaitu hampir mencapai 40% (58 desa), sedangkan yang sangat rendah hanya sekitar 16% (24 desa; Gambar 3-5). Desa-desa yang memiliki kerentanan sangat tinggi secara umum berada pada wilayah dengan elevasi di atas 800 m d.p.l. dan penggunaan lahan didominasi oleh pertanian lahan kering dan semak belukar (Gambar 3-6). Pada desa-desa dengan tingkat kerentanan tinggi, semua indikator yang mewakili keterpaparan dan sensitivitas cukup tinggi, khususnya sumber air minum. Demikian juga dengan indikator yang merepresentasikan kemampuan adaptif, hampir semua masih rendah, khususnya ketersediaan fasilitas pendidikan (Gambar 3-7). Selanjutnya, kondisi sanitasi masyarakat di Kabupaten Manggarai masih belum baik, karena hampir semua desa untuk semua tingkat kerentanan mengindikasikan bahwa masyarakat masih banyak yang belum memiliki jamban sendiri.



Gambar 3-5 Banyak desa menurut tingkat kerentanan di Kabupaten Manggarai

Untuk mengetahui kondisi sosial ekonomi masyarakat dan biofisik di desa-desa yang masuk kategori rentan maupun tidak rentan, dilakukan survey ke 11 desa. Pemilihan desa selain melihat tingkat kerentanan desa juga mempertimbangkan faktor lainnya seperti yang ditunjukkan oleh Tabel 3-3. Desa yang telah dipilih mewakili tingkat kerentanan sangat rendah (Ladur), dua desa mewakili cukup rendah (Golo Watu dan Gapong), dan enam desa mewakili kerentanan sangat tinggi (lihat Gambar 3-6). Survei dilakukan terhadap 100 responden.

Hasil survei menunjukkan bahwa kondisi sosial ekonomi di desa-desa survei cukup konsisten dengan data yang dilaporkan oleh dinas terkait dan digunakan dalam penentuan tingkat kerentanan. Secara umum tingkat pendidikan masyarakat baru sebatas tingkat SD (62%) dan kemudian tingkat SMP dan SMA (34%) dan sisanya pendidikan non formal dan sarjana. Sumber mata pencaharian utama ialah pertanian. Namun demikian sekitar 64% responden juga menyatakan memiliki sumber mata pencaharian lain. Sumber mata pencaharian lain terbesar ialah dari usaha ternak dan bertenun.



Gambar 3-6 Peta tingkat kerentanan desa, ketinggian tempat dan penggunaan lahan di Kabupaten Manggarai

Sarana dan prasarana jalan dinilai masih belum baik dan masih memerlukan perbaikan. Karena kondisi topografi yang sangat bergelombang dan terjal dan tingginya curah hujan, kerusakan jalan sering terjadi dan pada beberapa wilayah sering mengalami bencana longsor. Sebaliknya akses terhadap listrik cukup baik hampir di seluruh desa yang di survei. Sumber listrik umumnya berasal dari PLN dan sedikit dari PLTU dan PLTS serta swasta. Potensi pembangkit listrik tenaga air cukup besar. Beberapa desa yang belum mendapat akses listrik dari PLN seperti desa Ladur misalnya mendapatkan listrik dari PLTS dan direncanakan dapat suplai tambahan dari pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH).

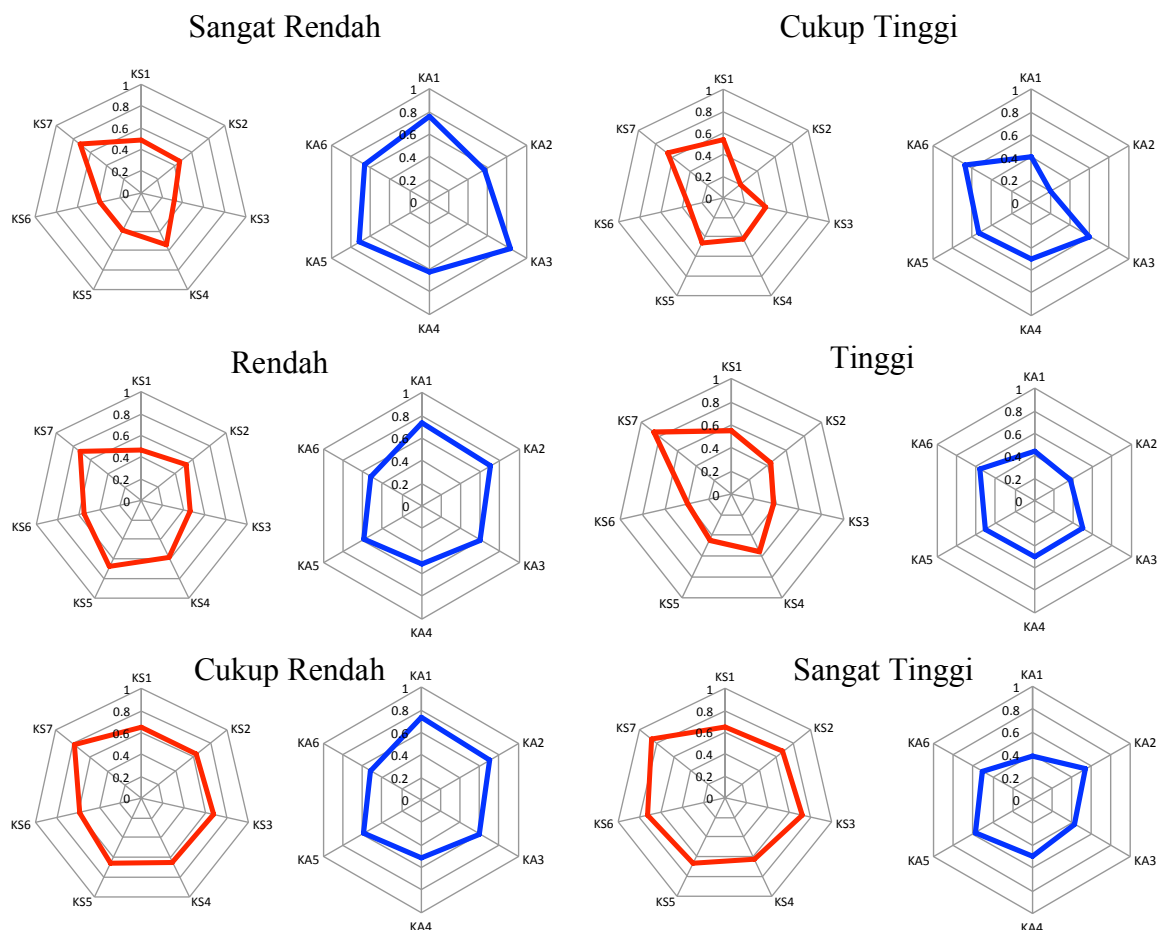
Tabel 3-3 Desa lokasi survei di Kabupaten Menggarai dan kriteria pemilihannya (Perdinan et al., 2014)

Tingkat kerentanan	Desa	Alasan Pemilihan
Sangat Rendah	Ladur (Cibal)	Mikro hidro (kementrian koperasi)
Cukup Rendah	Golo Watu	Program anggur merah, sistem perkebunan dan sawah tadah hujan, PUAB (Program Usaha Agribisnis), bencana angin kencang dan hujan deras
Sangat Tinggi	Gapong	Lahan miring, bencana tanah longsor
	Wewo/ Legu	Mayoritas petani, pembangkit listrik tenaga uap, bencana angin putting beliung, longsor, program anggur merah (untuk legu banjir)
	Golo worok Papang	Perkebunan, perambah hutan, bencana angin, longsor
	Liang Bua	Irigasi tehnik, persawahan, baru kena hama tikus, flat, anggur merah, banjir (bendungan jebol)
	Ndehes	Ekowisata, arahan pemerintah daerah, bencana banjir (areal sawah)
	Ndehes	Arahan pemda dan anggur merah, perkebunan Kopi, bencana angin kencang dan hujan deras
	Beo Rahong	Arahan pemda, pedagang, bencana angin kencang dan hujan deras
	Ranaka	Mata pencaharian sebagai penggalian pasir, bencana rob, tanah longsor
	Wae Mantang	

Akses terhadap air minum cukup baik, akan tetapi masalah kekurangan air minum sering muncul khususnya pada puncak musim kemarau yaitu antara bulan Juni-September. Sumber air konsumsi rumah tangga umumnya berasal dari air tanah/sumur, mata air/sumber air alami. Akses air bersih yang berasal dari perusahaan air minum (PDAM) masih sangat terbatas. Pada kondisi sulit air, khususnya di musim kemarau panjang, masyarakat bisanya membeli air dengan harga 15 ribu rupiah per 35 liter.

Mata pencaharian utama masyarakat ialah pertanian baik tanaman tahunan dan semusim. Jenis tanaman tahunan yang diusahakan cukup beragam dari satu desa ke desa lain. Desa Ladur misalnya usaha tanaman tahunannya ialah kemiri dan jambu, sedangkan desa lainnya seperti Gapong, komidit utamanya vanilli, coklat dan kopi. Di beberapa desa lain juga ditemui tanaman cengkeh, ampupu, kemiri, jambu, karet dan durian. Tanaman kayu-kayuan seperti mahoni, suren, sengan, dan jati juga ditanam oleh masyarakat. Untuk tanaman semusim umumnya padi ladang dan sedikit padi sawah, kemudian jagung, kacang tanah, ubi kayu. Sarana irigasi masih belum banyak dikembangkan. Bagi yang dapat mengakses air irigasi, pengairan diberikan secara giliran dan kuota. Layanan penyuluhan buat petani juga cukup baik pada beberapa desa.

Kondisi kelembagaan di tingkat masyarakat sudah cukup baik. Di desa Ladur misalnya, hampir 50% masyarakat di desa ini sudah menjadi anggota koperasi yang berjalan cukup baik. Selain itu banyak petani di desa-desa yang di survei sudah membentuk kelompok tani, dan Gapoktan. Sebagian besar responden (60%) juga aktif dalam kegiatan organisasi masyarakat dalam lingkungan sekitarnya, baik sebagai ketua, pengurus, ataupun anggota. Lembaga perbankan juga cukup baik, namun demikian layanan bank untuk mendukung kegiatan usahatani masyarakat relatif terbatas yang diindikasikan oleh masih rendahnya persentase responden (15%) yang menyatakan memiliki hubungan dengan perbankan. Petani masih banyak yang menggunakan jasa tengkulak untuk membantu masalah keuangan mereka.



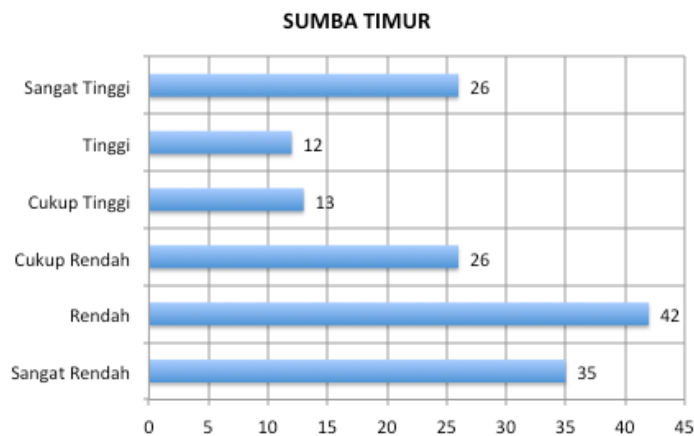
Gambar 3-7 Kondisi indikator kerentanan menurut kategori tingkat kerentanannya di Kabupaten Manggarai

3.3.3 Kabupaten Sumba Timur

Tingkat kerentanan sebagian besar desa-desa di Kabupaten Sumba Timur termasuk kategori rendah dan sangat rendah, yaitu hampir mencapai 50% (77 desa), sedangkan desa yang memiliki tingkat kerentanan sangat tinggi relatif tidak banyak yaitu hanya sekitar 16% (26 desa; Gambar 3-8). Desa-desa yang memiliki kerentanan sangat tinggi

umumnya terletak pada wilayah berlereng atau berkemiringan tinggi (Gambar 3-9). Pada umumnya lahan di Kabupaten Sumba Timur belum optimal pemanfaatannya sebagian besar berupa rumput dan semak belukar. Sebagian kecil wilayahnya, yaitu di wilayah Utara yang berbatasan dengan Kabupaten Sumba Tengah masih memiliki hutan skunder lahan kering, dan desa yang ada dalam kawasan ini memiliki tingkat kerentanan rendah.

Di Kabupaten Sumba Timur, banyak desa-desanya merupakan desa pesisir yang relatif memiliki keterpaparan yang cukup tinggi terhadap bencana iklim. Desa dengan tingkat kerentanan tinggi dan sangat tinggi umumnya disebabkan oleh tingginya tingkat kepadatan penduduk, tingginya rasio ketergantungan, masih tingginya angka kemiskinan dan luasnya lahan pertanian. Disamping itu, kondisi sarana dan prasarana penerangan, jalan, kesehatan, pendidikan dan kelembagaan pada umumnya masih rendah (Gambar 3-10).

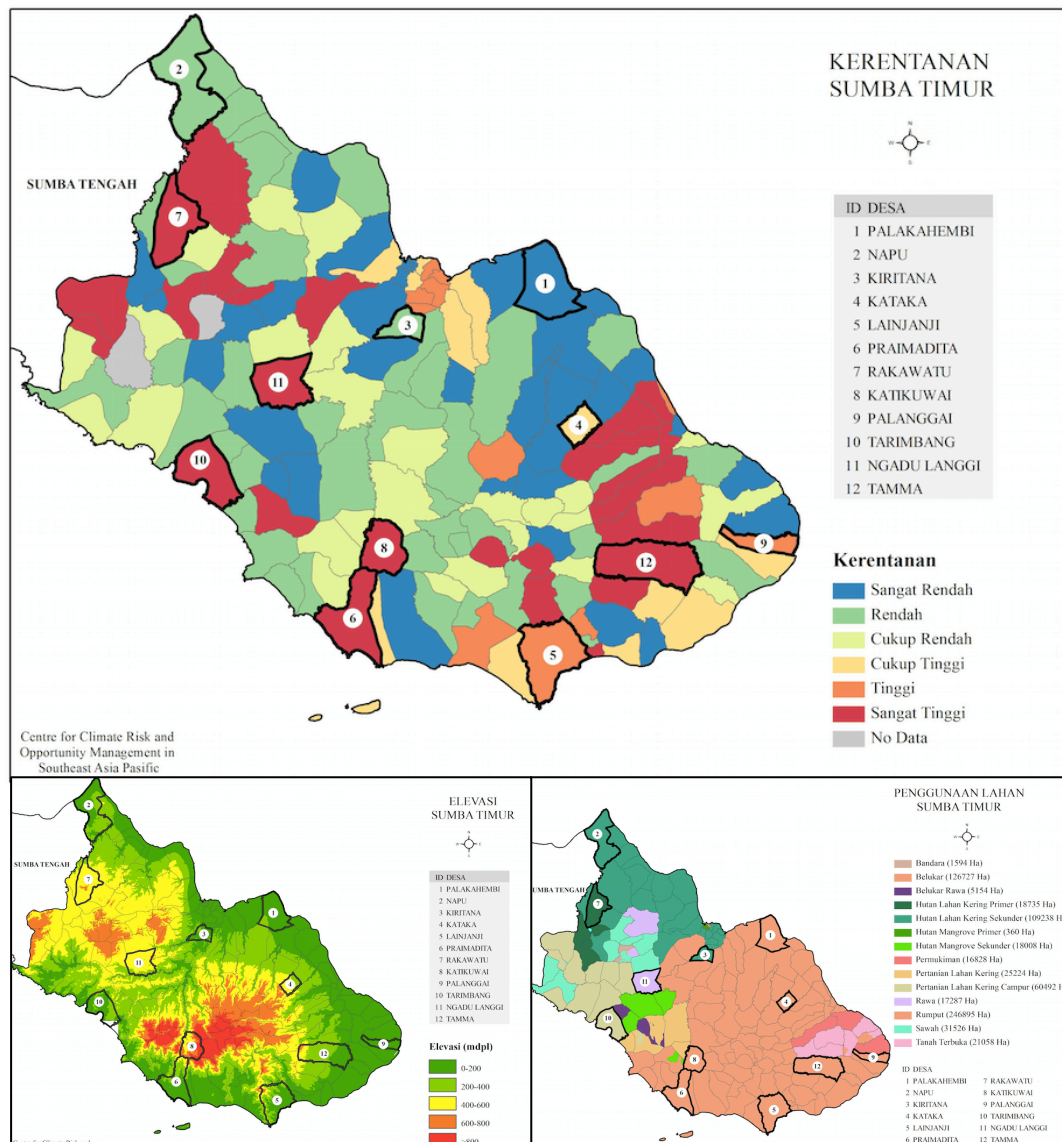


Gambar 3-8 Banyak desa menurut tingkat kerentanan di Kabupaten Sumba Timur

Survei untuk mengetahui lebih dalam terkait kondisi sosial ekonomi masyarakat dan biofisik di desa-desa yang masuk kategori rentan maupun tidak rentan, juga dilakukan ke 12 desa. Pemilihan desa selain mempertimbangkan hasil analisis tingkat kerentanan juga mempertimbangkan faktor lainnya (Tabel 3-4). Desa yang telah dipilih mewakili tingkat kerentanan sangat rendah (Palakahembi), dua desa mewakili rendah (Napu dan Kiritana), satu desa mewakili cukup tinggi (Kataka), dua desa mewakili tinggi (Lainjanji dan Palangai) dan enam desa mewakili kerentanan sangat tinggi (lihat Gambar 3-9). Survei dilakukan terhadap 100 responden.

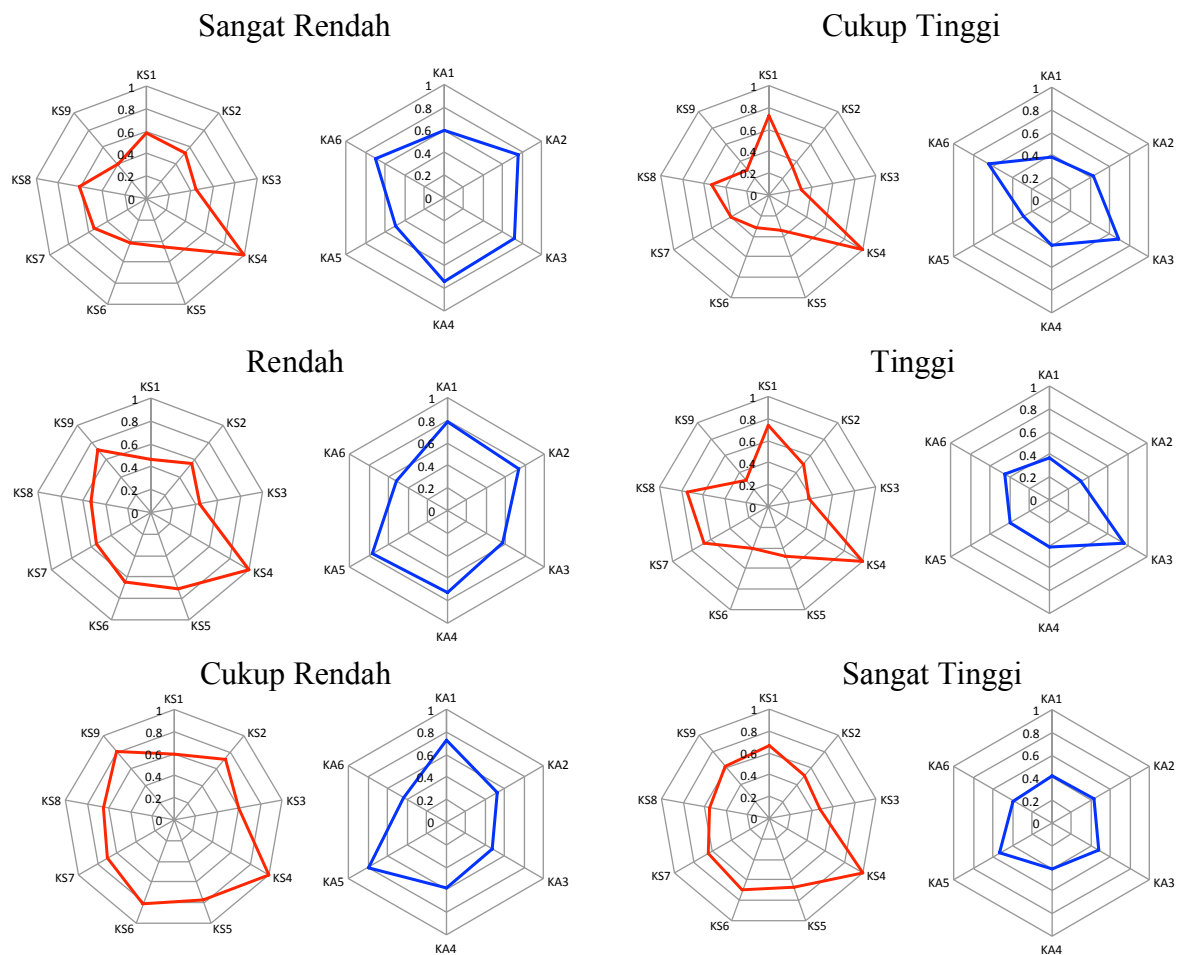
Hasil survei menunjukkan bahwa kondisi sosial ekonomi di desa-desa survei juga cukup konsisten dengan data yang dilaporkan oleh dinas terkait dan digunakan dalam penentuan tingkat kerentanan. Tingkat pendidikan masyarakat umumnya setingkat SD (55%) sampai SMP/SMU (42%). Sumber mata pencaharian utama masyarakat juga pertanian dan sampingan yang utama ialah dari perternakan, bertenun, usaha rumput laut. Usaha rumput laut belum lama dikembangkan di wilayah ini yaitu dari 2006. Diperkirakan

sekitar 35% masyarakat desa pesisir mendapatkan tambahan penghasilan dari kegiatan rumput laut.



Gambar 3-9 Peta tingkat kerentanan desa, ketinggian tempat dan penggunaan lahan di Kabupaten Sumba Timur

Sarana dan prasarana jalan dan transportasi dinilai sebagian besar masyarakat masih belum baik dan masih memerlukan perbaikan. Sebaliknya akses terhadap listrik cukup baik hampir di seluruh desa yang di survei. Lebih dari 70% masyarakat sudah menikmati layanan listrik baik dari generator/genset, PLN (perusahaan listrik negara) dan tenaga surya. Untuk keperluan memasak masyarakat Sumba Timur masih menggunakan kayu bakar dari hutan (90%) ataupun membeli (10%). Selain itu, masyarakat juga sudah mendapatkan akses teknologi dan komunikasi dan memanfaatkannya walaupun masih belum tinggi (sekitar 30%).



Gambar 3-10 Kondisi indikator kerentanan menurut kategori tingkat kerentanannya di Kabupaten Sumba Timur

Akses terhadap air minum cukup baik. Lebih dari 70% masyarakat menyatakan kualitas air minum masih baik. Namun demikian, pada bulan-bulan musim kemarau (Mei-November) kadangkala masyarakat masih menghadapi kesulitan air. Pengeluaran untuk mendapatkan air bersih hampir tidak ada, dan pada kondisi sulit air di musim kemarau masyarakat sering meminta dari tetangga yang masih ada air di sumur mereka. Air sumur merupakan sumber utama air konsumsi. Pada waktu tertentu, anak baik perempuan maupun laki-laki dan istri seringkali bertugas untuk mendapatkan air untuk konsumsi pada musim kemarau panjang. Akses air bersih dari perusahaan air minum (PDAM) belum banyak dinikmati oleh masyarakat.

Tabel 3-4 Desa lokasi survei di Kabupaten Sumba Timur dan kriteria pemilihannya (Perdinan et al., 2014)

Kerentanan	Desa	Alasan Pemilihan
Sangat rendah	Palakembi Wanga	Irigasi Pemakaran palakahembi dan sudah dilakukan PRA sebelumnya oleh UNDP
Rendah	Napu	Sudah dikunjungi tim UNDP dan disepakati daerah rawan bencana
	Kiritana	Mewakili DAS, Banjir, Longsor [dampak rumah]
Cukup Tinggi	Kataka	Daerah potensi perternakan, savanna, multi bencana [kekeringan dan angin]
Tinggi	Lai Janji	Potensi wisata, perkebunan, rumput laut, bencana banjir, longsor
Sangat Tinggi	Praimadita Rakawatu	Mewakili daerah ketinggian, bencana longsor dan banjir Sudah dikunjungi tim UNDP, daerah tengah, bencana, kering, genangan dan mewakili tadah hujan dan daerah tengah
	Katikuwai	Kawasan konservasi, SDA {pusat air}, bencana longsor dan banjir bandang
	Palanggai	Sudah dikunjungi tim UNDP, rumput laut, perikanan laut, bencana kekeringan
	Tarimbang	Potensi pariwisata, irigasi, kawasan pesisir {produksi ikan}, bencana angin dan banjir

Mata pencaharian utama masyarakat masih pertanian yang didominasi oleh pertanian tanaman pangan. Namun demikian, keluarga petani di Sumba Timur umumnya juga memiliki tanaman tahunan (87%). Tanaman tersebut ditanam biasanya ditanam di lahan garapan ataupun di lokasi lain (pekarangan dan kebun). Jenis tanaman tahunan yang banyak ditanam adalah mahoni, jambu mete, pisang, jeruk, Jati, gamalina, injuwatu, dan pinang. Jenis tanaman lainnya yang dijumpai di keluarga responden Sumba Timur adalah johar, kelapa, mangga, nangka, tuak, kemiri, bambu, jambu, siren, dan sirsak. Hal yang menarik ialah minat anggota keluarga terhadap sektor pertanian masih relatif tinggi (64%) dan sebagian besar kepala keluarga (69%) juga masih mendorong anaknya untuk menjadi petani dan minak anak untuk menjadi petani juga besar (79%). Sebagian besar minat menjadi petani adalah dari anak laki-laki.

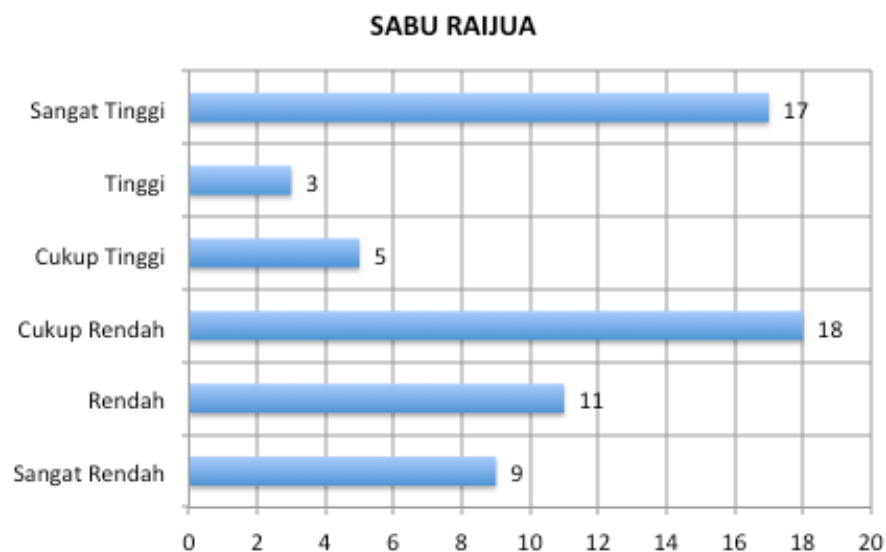
Usaha tani tanaman pangan umumnya dilakukan pada lahan garapan seluas 1-2 ha yaitu padi, jagung dan singkong. Jagung merupakan tanaman musiman utama yang lebih banyak dibudidayakan masyarakat dibandingkan tanaman padi dan singkong. Sistem irigasi sudah dimanfaatkan oleh masyarakat di Sumba Timur untuk mendukung kegiatan pertanian. Sekitar 63% dari responden sudah memanfaatkan air irigasi dengan biaya

sebesar Rp. 15.000,- per musim tanam, dan air irigasi diberikan secara giliran. Di beberapa desa, banyak ditemukan sarana pompa air untuk keperluan irigasi yang merupakan bantuan dari Kementerian Pertanian. Namun pada beberapa lokasi, sarana pompa ini tidak dimanfaatkan dan banyak yang terlantar. Masalah utamanya ialah kekurangan biaya untuk mendapatkan BBM.

Kelembagaan petani di desa-desa Kabupaten Sumba Timur relatif sudah cukup baik. Namun demikian jumlah tenaga penyuluh dirasakan masih kurang. Petani mengharapkan layanan penyuluhan harus ditingkatkan. Program dari '*petani untuk petani*', yaitu program menempatkan petani yang sudah maju di lokasi mereka untuk bekerjasama dalam mengenalkan teknologi budidaya dan memperkuat kelembagaan petani sangat diharapkan. Akses petani terhadap perbankan untuk mendukung usahatani mereka juga masih rendah. Hasil survei menindikasikan bahwa hanya 15% responden yang sudah berhubungan dengan bank dan sebagian besar masih berhubungan dengan para tengkulak.

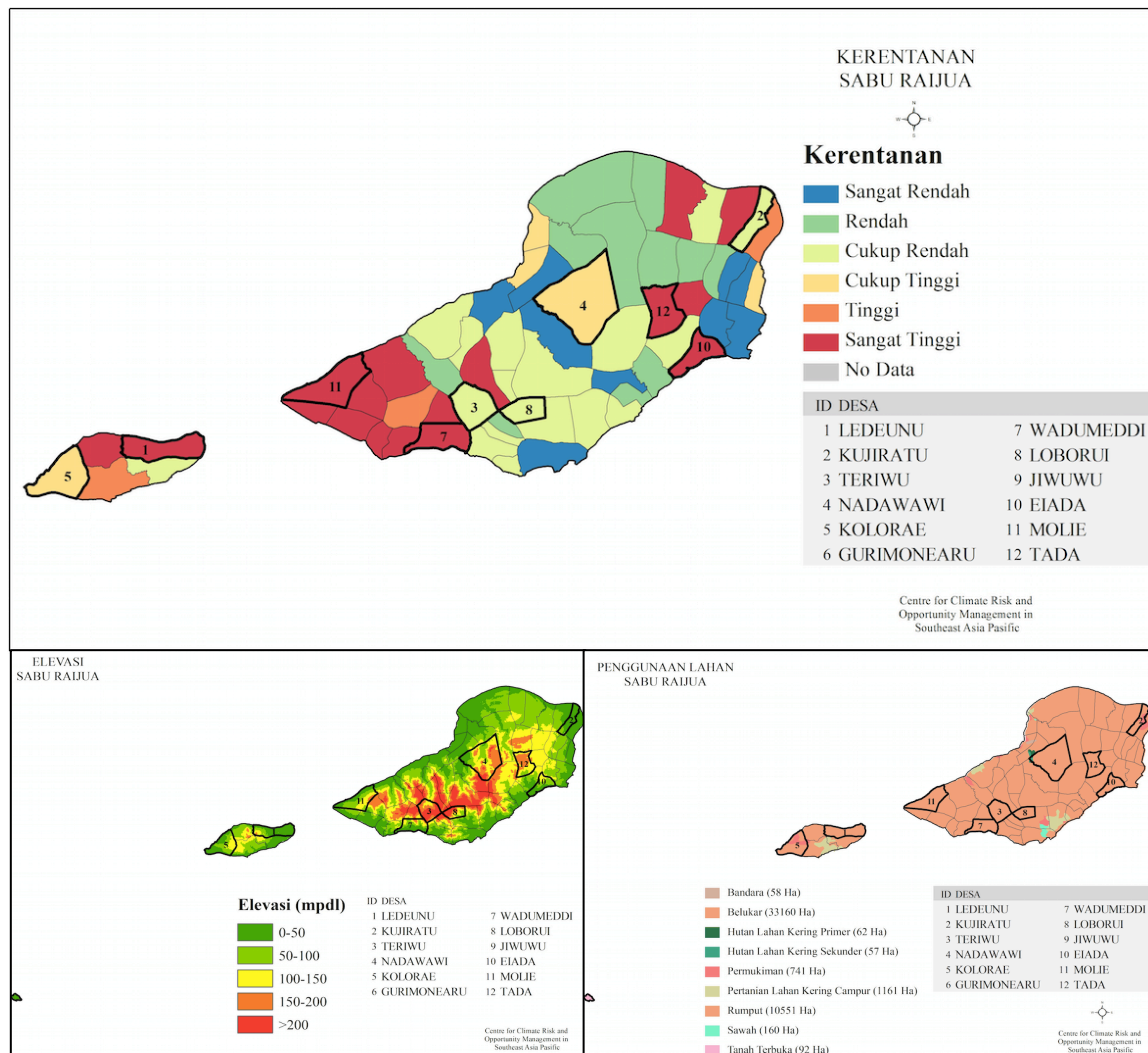
3.3.4 Kabupaten Sabu Raijua

Desa-desa di Kabupaten Sabu Raijua masih banyak yang memiliki tingkat kerentanan sangat tinggi, mencapai 27% (17 desa), sedangkan yang sangat rendah hanya sekitar 14% (9 desa). Sebagian besar desa di Kabupaten ini memiliki tingkat kerentanan cukup rendah dan rendah (46%; Gambar 3-11). Desa-desa yang memiliki kerentanan sangat tinggi umumnya berada di wilayah pesisir. Kondisi tutupan lahan didominasi oleh padang rumput yang pada musim hujan ditanami dengan tanaman pangan (Gambar 3-12). Selain itu di beberapa desa juga banyak diusahakan rumput laut.



Gambar 3-11 Banyak desa menurut tingkat kerentanan di Kabupaten Sabu Raijua

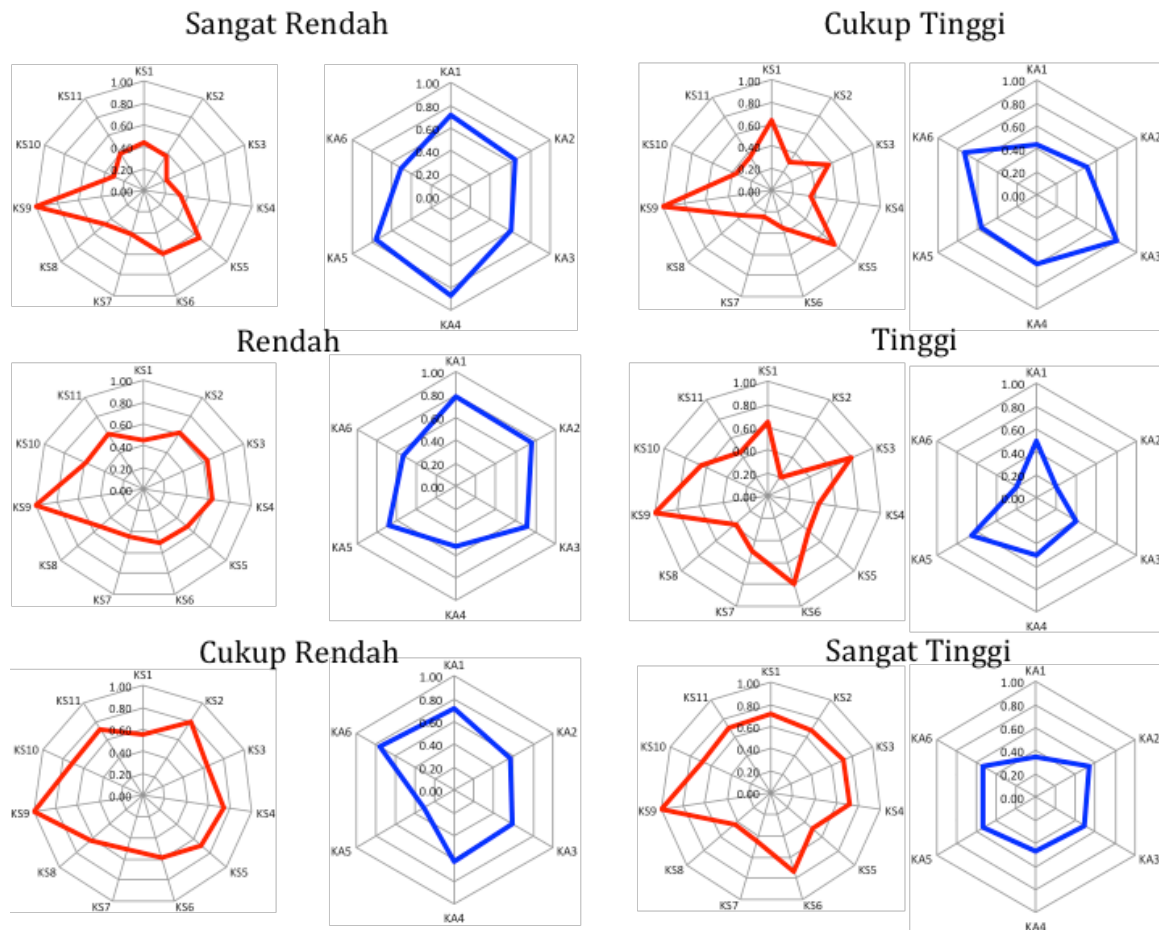
Hampir semua desa-desa di Kabupaten Sabu Raijua yang memiliki tingkat kerentanan sangat rendah sampai sangat tinggi memiliki masalah ketersediaan air bersih (Gambar 3-13). Faktor ini memberikan sumbangan terhadap kerentanan semua desa di kabupaten ini. Desa dengan tingkat kerentanan tinggi dan sangat tinggi umumnya disebabkan oleh tingginya tingkat kepadatan penduduk, tingginya rasio ketergantungan, masih tingginya angka kemiskinan dan luasnya lahan pertanian. Disamping itu, kondisi sarana dan prasarana penerangan, jalan, kesehatan, pendidikan, kelembagaan dan sanitasi pada umumnya masih rendah (Gambar 3-10). Hak yang menarik, desa dengan tingkat kerentanan sangat rendah, memiliki masalah sanitasi. Pada desa-desa ini sebagian besar masyarakat masih belum memiliki fasilitas jamban sendiri.



Gambar 3-12 Peta tingkat kerentanan desa, ketinggian tempat dan penggunaan lahan di Kabupaten Sabu Raijua

Survei kondisi sosial ekonomi masyarakat dan biofisik di desa-desa yang masuk kategori rentan maupun tidak rentan, juga dilakukan ke 10 desa. Pemilihan desa survey

mempertimbangkan hasil analisis tingkat kerentanan dengan melihat faktor lainnya (Tabel 3.5). Survei dilakukan terhadap 100 responden.



Gambar 3-13 Kondisi indikator kerentanan menurut kategori tingkat kerentanannya di Kabupaten Sabu Raijua

Tingkat pendidikan masyarakat di desa-desa Kabupaten Sabu Raijua umumnya baru setingkat SD (58%) sampai SMP/SMU (28%). Sumber mata pencaharian utama masyarakat juga pertanian dan sampingan antara lain peternakan, bertanun, usaha rumput laut (16%). Hubungan kekerabatan masyarakat di desa ini relatif sangat kuat. Sebagian besar waktu mereka banyak digunakan untuk urusan keluarga dan adat.

Sarana dan prasarana jalan dan transportasi masih jauh dari memadai karena Kabupaten Sabu Raijua merupakan kabupaten baru. Masyarakat yang belum menikmati layanan listrik juga masih cukup tinggi, sekitar 40%. Sumber listrik desa di Sabu Raijua selain dari generator/genset, juga dari PLN (perusahaan listrik negara) dan tenaga surya. Untuk keperluan memasak masyarakat masih menggunakan kayu. Akses masyarakat terhadap teknologi informasi dan komunikasi dan memanfaatkannya belum tinggi (sekitar 32%).

Tabel 3-5 Desa lokasi survei di Kabupaten Sabu Raijua dan kriteria pemilihannya (Perdinan et al., 2014)

Kuadran	Desa	Alasan Pemilihan
Sangat Tinggi	Ledeunu	Kekeringan dan kawasan terisolir
Cukup rendah	Kujiratu	Spesifik sabu (budaya), bencana angin kencang
	Teriwu	Kawasan ketinggian, angin, kekeringan, sumber daya air yang jauh
Cukup Tinggi	Nadawawi	Bencana banjir
	Kolorae	Mewakili Kec. Raijua
Sangat Tinggi	Gurimenearu	Pemilihan berdasarkan distribusi wilayah
	Wadumeddi	Pemilihan berdasarkan distribusi wilayah
Cukup Rendah	Loborui	Pemilihan berdasarkan distribusi wilayah
Sangat Tinggi	Djiwuwu	Pemilihan berdasarkan distribusi wilayah
	Eiada	Pemilihan berdasarkan distribusi wilayah

Akses terhadap air minum relatif sulit walaupun kualitas air cukup baik. Sekitar 75% responden menyatakan bahwa masalah kesulitan mendapatkan air bersih hampir terjadi setiap tahun yaitu pada puncak musim kemarau (Juni-November). Sumber air bersih utama ialah dari air sumur/air tanah (78%) dan sebagian kecil dari air hujan (10%). Pada waktu kesulitan air, baik anak laki-laki maupun perempuan, suami maupun istri bertugas mencari air. Akses air bersih dari perusahaan air minum (PDAM) belum banyak dinikmati oleh masyarakat.

Mata pencaharian utama masyarakat masih pertanian yang didominasi oleh pertanian tanaman pangan. Tanaman pangan yang biasa dibudidayakan ialah padi, jagung dan sorghum. Jagung merupakan tanaman musiman utama. Dalam kegiatan pertanian tanaman semusim, pekerja laki-laki dan pekerja wanita terlibat, dengan lama waktu kerja 5-6 jam untuk wanita dan 6-7 jam untuk laki-laki. Selain itu masyarakat juga mengusahakan tanaman tahunan terutama manga, kelapa, lontar, dan pinang yang ditanam di pekarangan atau kebun. Tanaman lontar sebelumnya tumbuh secara alami, namun sekarang masyarakat sudah membudidayakannya. Gula dari tanaman lontar merupakan salah satu produk unggulan dari kabupaten ini. Selain tanaman lontar, petani juga melakukan budi daya rumput laut untuk mencari tambahan pendapatan. Minat anggota keluarga untuk bekerja sebagai petani tidak terlalu tinggi yaitu (52%).

Kelembagaan petani di desa-desa Kabupaten Sumba Timur belum kuat. Program dari *'petani untuk petani'*, dinilai sangat diperlukan untuk mempercepat adopsi teknologi dan juga memperkuat kelembagaan petani. Seperti kabupaten lainnya, akses petani terhadap perbankan untuk mendukung usahatani mereka juga masih rendah.

3.4 TINGKAT RISIKO IKLIM DESA

Tinggi rendahnya tingkat risiko iklim ditentukan oleh tingkat kerentanan dan besarnya peluang terjadinya ancaman. Ancaman dapat berupa kejadian iklim ekstrim ataupun bentuk tekanan lainnya. Dampak yang ditimbulkan dari suatu bencana yang menimpa desa dengan tingkat kerentanan tinggi diperkirakan akan lebih besar dibanding bila bencana tersebut menimpa desa dengan tingkat kerentanan yang lebih rendah. Dengan demikian desa dengan kerentanan tinggi apabila peluang terpaparnya terhadap bencana iklim tinggi dikatakan desa tersebut memiliki risiko iklim tinggi (lihat Gambar 1-1). Apabila tidak ada upaya untuk menurunkan tingkat kerentanan desa, maka terjadinya perubahan iklim yang dapat meningkatkan peluang terjadinya kejadian iklim ekstrim akan membuat desa tersebut akan menghadapi risiko iklim yang semakin tinggi di masa depan. Pelaksanaan program pembangunan yang tidak memperhatikan dampaknya terhadap tingkat kerentanan desa dapat berakibat fatal di masa depan karena pengaruh pembangunan bisa membuat desa menjadi semakin rentan. Apabila desa semakin rentan dan peluang kejadian bencana semakin besar, dampak yang ditimbulkan dapat menghancurkan dan melumpuhkan pembangunan itu sendiri.

Dalam kaitan ini, risiko iklim desa dapat dinyatakan dalam bentuk fungsi dari peluang kejadian iklim ekstrim dan tingkat kerentanan (Jones *et al.*, 2004):

$$\text{Risiko Iklim (R)} = \text{Peluang Kejadian Iklim Ekstrim (P)} \times \text{Tingkat Kerentanan (V)}$$

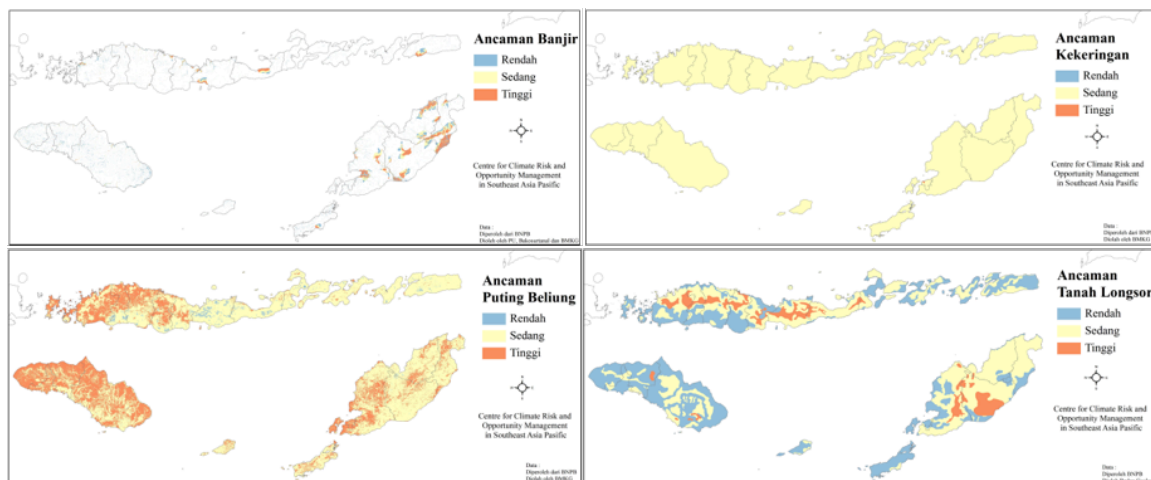
Tingkat risiki iklim desa dapat ditetapkan dengan menggunakan matrik risiko seperti yang disajikan pada Tabel 3-6. Jadi desa yang tingkat kerentanan sangat tinggi dan peluang untuk terpapar terhadap kejadian iklim meningkat, maka desa tersebut dikatakan memiliki risiko iklim yang sangat sangat tinggi. Penjelasan metode untuk menentukan tingkat risiko iklim dapat dilihat pada Lampiran 2.

Tabel 3-6 Matrik Risiko Iklim sebagai fungsi kerentanan dan besar peluang/trend perubahan peluang kejadian iklim ekstrim atau tingkat peluang kejadian iklim

Peluang Kejadian Iklim ekstrim Tingkat Kerentanan	Tinggi/Naik	Tetap	Rendah/Turun
5: Sangat Tinggi (ST)	<i>Sangat Tinggi (SNT)</i>	<i>Tinggi (T)</i>	<i>Sedang-Tinggi (ST)</i>
4: Tinggi (T)	<i>Tinggi (T)</i>	<i>Sedang-Tinggi (ST)</i>	<i>Sedang (S)</i>
3: Sedang (S)	<i>Sedang-Tinggi (ST)</i>	<i>Sedang (S)</i>	<i>Rendah-Sedang (RS)</i>
2: rendah (R)	<i>Sedang (S)</i>	<i>Rendah-Sedang (RS)</i>	<i>Rendah (R)</i>
1: Sangat Rendah (SR)	<i>Rendah-Sedang (RS)</i>	<i>Rendah (R)</i>	<i>Sangat Rendah (SR)</i>

3.4.1 Propinsi NTT

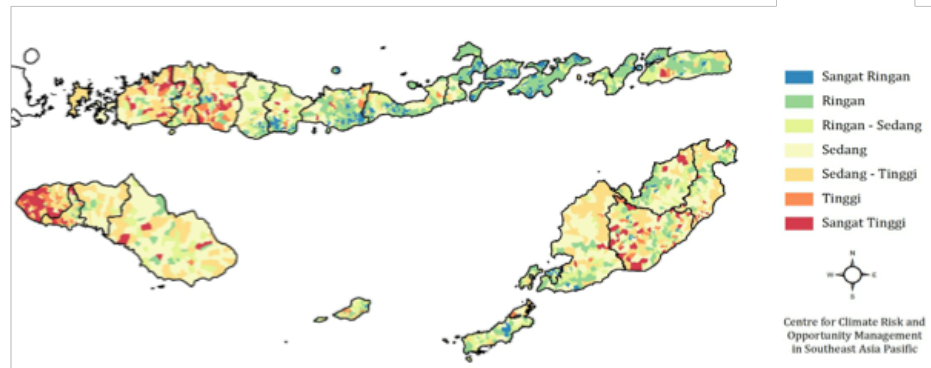
Bentuk ancaman iklim yang sering melanda wilayah NTT diantaranya ialah banjir, bencana longsor, kekeringan dan angin kencang. Meningkatnya suhu diperkirakan akan meningkatkan intensitas dan frekuensi kejadian kekeringan. Kenaikan suhu akan mempercepat laju penguapan air dari tanah dan tanaman sehingga dapat mempercepat penurunan ketersediaan air tanah. Ancaman kenaikan muka air laut dikombinasikan dengan meningkatnya intensitas angin kencang akan meningkatnya bahaya erosi pantai dan masalah robs. Hasil kajian Badan Nasional Pengendalian Bencana Alam (BNPB) telah memetakan peluang ancaman untuk empat jenis bencana yaitu banjir, kekeringan, punting beliung dan tanah longsor. Peluang ancaman dikategorikan ke dalam tiga yaitu rendah, sedang dan tinggi (Gambar 3-14).



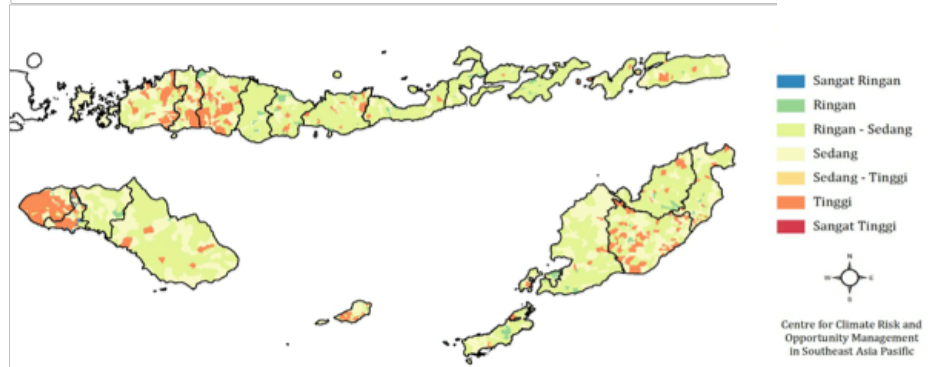
Gambar 3-14 Tingkat ancaman bencana iklim, banjir, kekeringan, longsor dan angin kencang (punting beliung)

Berdasarkan peluang ancaman (Gambar 3-14), tingkat kerentanan desa (Gambar 3-4), dan matrik risiko iklim (Tabel 3-6), tingkat risiko iklim desa-desa di propinsi NTT dapat ditentukan seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 3-15. Sekitar 8% desa-desa di propinsi NTT saat ini diperkirakan memiliki tingkat risiko banjir tinggi sampai sangat tinggi, sekitar 12% untuk risiko kekeringan, 11% untuk risiko angin kencang dan 9% untuk risiko longsor. Risiko banjir tinggi dan sangat tinggi umumnya di desa-desa yang ada di kabupaten Mangarai Barat, Manggarai, Sumba Barat, dan TTS. Risiko longsor, kekeringan, dan angin kencang juga relatif tinggi pada desa-desa yang ada di kabupaten tersebut. Khusus untuk risiko angin kencang juga tinggi untuk desa-desa di Kabupaten Sabu Raijua. Perubahan iklim di NTT diperkirakan akan meningkatkan frekuensi terjadinya hujan ekstrim tinggi dan rendah (lihat Bab 2.2.4). Untuk hujan ekstrim kering (2-16), sebagian wilayah NTT akan mengalami penurunan hujan musim kemarau, namun sebagian besar wilayah akan mengalami peningkatan. Perubahan ini diperkirakan tingkat risiko kekeringan di sebagian wilayah NTT akan mengalami penurunan (Gambar 3-15 b dengan Gambar 3-16 kanan).

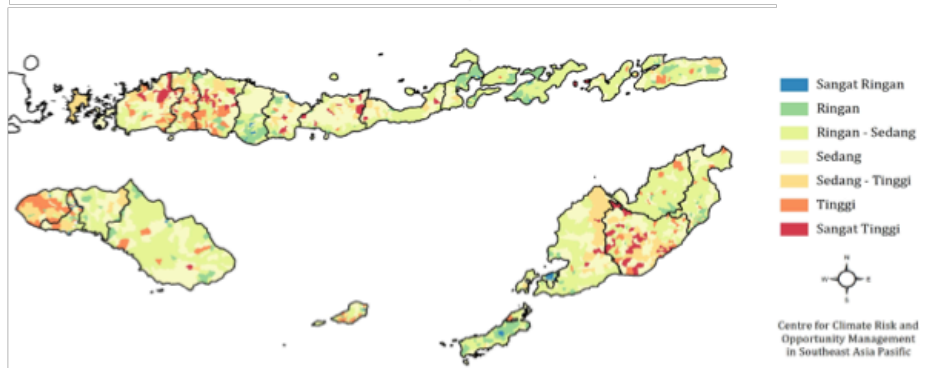
(a) Resiko Banjir



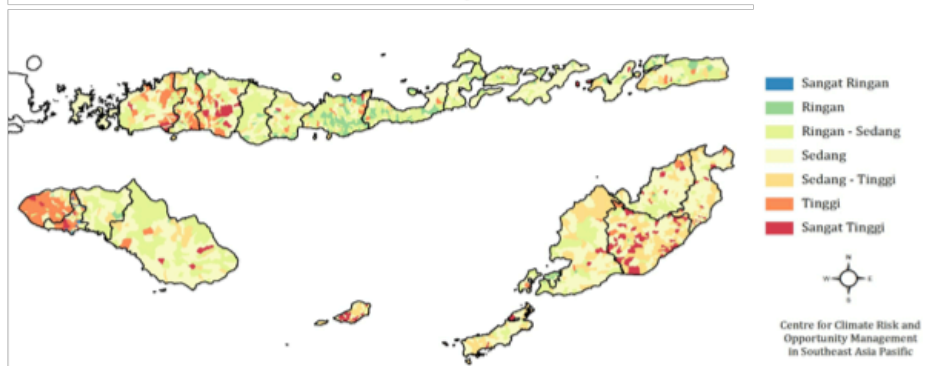
(b) Resiko Kekeringan



(c) Resiko Longsor



(a) Resiko Angin

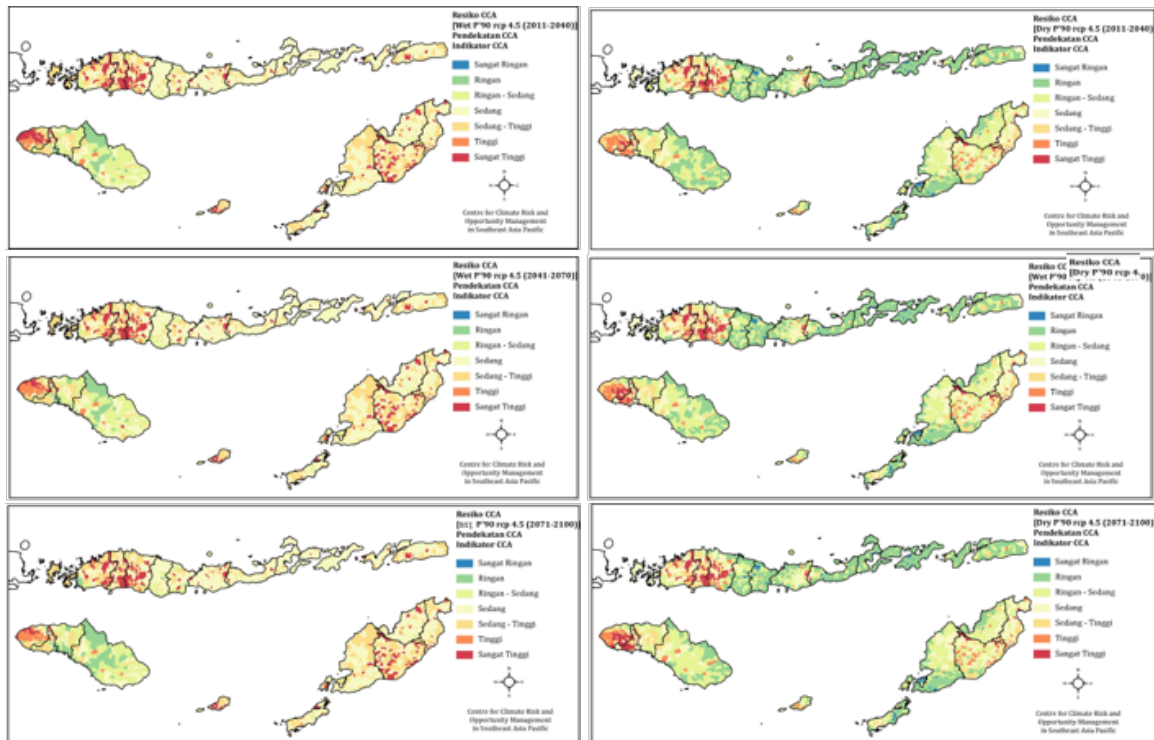


Gambar 3-15 Risiko iklim saat ini di Propinsi NTT

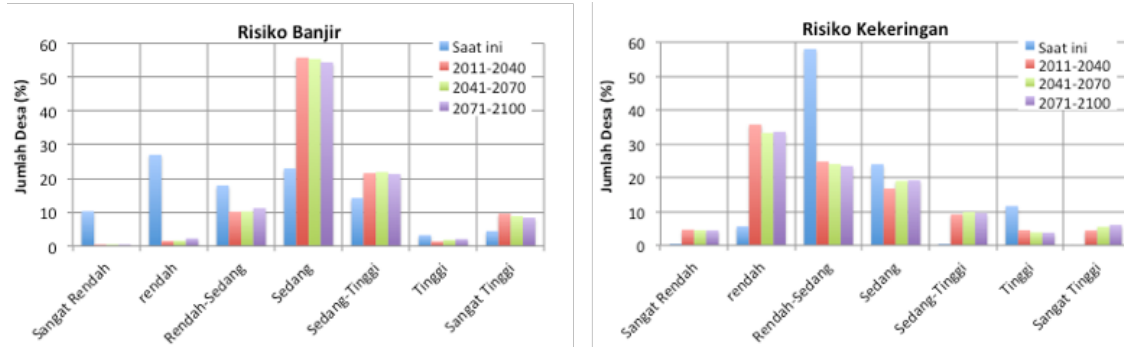
Tabel 3-7 Jumlah desa menurut tingkat risiko iklim di Propinsi NTT

Kriteria Resiko Iklim	Tingkat Risiko Saat ini			
	Banjir	Kekeringan	Angin	Longsor
Sangat Rendah	289	13	13	74
Rendah	758	161	187	335
Rendah-Sedang	502	1662	845	1228
Sedang	644	686	1139	742
Sedang-Tinggi	397	6	360	224
Tinggi	91	334	196	163
Sangat Tinggi	124	0	123	90

Berbeda dengan hujan ekstrim kering, untuk hujan basah (lihat Gambar 2-17), hampir semua wilayah NTT diperkirakan akan mengalami kenaikan intensitas hujan ekstrim musim. Kondisi ini menyebabkan tingkat risiko banjir di sebagian besar desa-desa di NTT akan meningkat. Jumlah desa dengan risiko banjir tinggi dan sangat tinggi juga akan semakin banyak di masa depan (bandingkan Gambar 3-15a dengan Gambar 3-16 kiri) apabila upaya adaptasi untuk menurunkan tingkat kerentanan desa tidak dapat dilakukan secara efektif. Perubahan persentase desa berdasarkan tingkat risiko banjir dan kekeringan disajikan pada Gambar 3-17.



Gambar 3-16 Tingkat risiko banjir (kiri) dan risiko kekeringan (kanan) di masa depan di Propinsi NTT



Gambar 3-17 Persentase desa di Propinsi NTT menurut tingkat risiko banjir dan kekeringan pada kondisi saat ini dan masa depan untuk scenario RCP4.5

Gambar 3-17 menunjukkan bahwa jumlah desa dengan tingkat risiko banjir tinggi semakin meningkat jumlahnya di masa depan. Pada saat ini, masih ada sebagian dari desa desa di NTT yang memiliki tingkat risiko sangat ringan dan ringan, namun di masa depan, sebagian dari desa ini tingkat risiko sudah meningkat menjadi ringan-sedang sampai sedang. Sebaliknya untuk risiko kekeringan, desa yang sebelumnya memiliki risiko rendah-sedang di masa depan akan berubah menjadi rendah sampai sangat rendah. Namun demikian beberapa desa ada yang meningkat tingkat risiko kekeringannya. Pada saat ini tingkat risiko masuk kategori sangat tinggi tidak ada, namun di masa depan, akan ada beberapa desa yang risiko kekeringan meningkat menjadi sangat tinggi.

3.4.2 Kabupaten Manggarai

Berdasarkan data ancaman iklim (Gambar 3-14) dan tingkat kerentanan desa, pada saat ini banyak desa di Kabupaten Manggarai yang memiliki tingkat risiko iklim tinggi sampai sangat tinggi (Gambar 3-18). Untuk risiko banjir ada 39 desa (27%) yang masuk kategori ini, sedangkan untuk kekeringan, longsor dan angin kencang masing-masing sekitar 58 desa (39%), 50 desa (34%) dan 56 desa (38%). Namun demikian, banyak juga desa yang memiliki tingkat risiko iklim rendah sampai sangat rendah (Tabel 3-8). Tingkat risiko iklim yang tinggi ditemukan pada desa-desa yang terletak di bagian tengah dan Selatan Manggarai (Gambar 3-18). Di masa depan (2011-2040) terjadinya perubahan iklim diperkirakan akan meningkatkan tingkat risiko iklim desa-desa di kabupaten Manggarai (Gambar 3-19).

Banyak desa yang tingkat risiko iklimnya meningkat di masa depan. Dibandingkan dengan saat ini, desa dengan tingkat risiko banjir sangat tinggi akan meningkat jumlahnya. Besar peningkatan mencapai 28% (Gambar 3-20). Untuk risiko kekeringan, besar peningkatan hampir mencapai 40%.

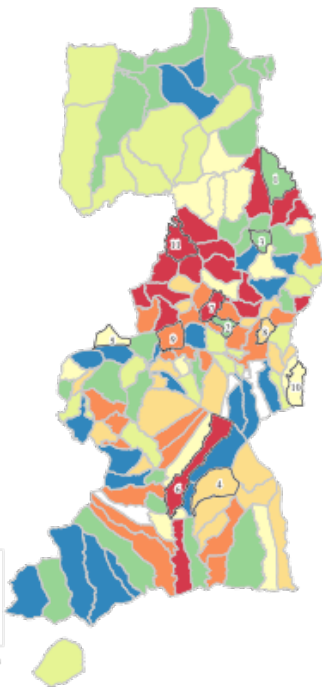
RESIKO IKLIM [CURRENT]
Ancaman Banjir [DRR]

- No Data
- Sangat Rendah
- Rendah
- Rendah-Sedang
- Sedang
- Sedang-Tinggi
- Tinggi
- Sangat Tinggi

- M. DESA**
- 1 LADUR
 - 2 GOLO WATU
 - 3 GAPONG
 - 4 WEWO
 - 5 GOLO WOROK
 - 6 PAPANG
 - 7 LIANG BUA
 - 8 NDEHES
 - 9 BEO RAHONG
 - 10 RANAKA
 - 11 WAE MANTANG



Center For Climate Risk And Opportunity Management
In Southeast Asia and Pacific
2014



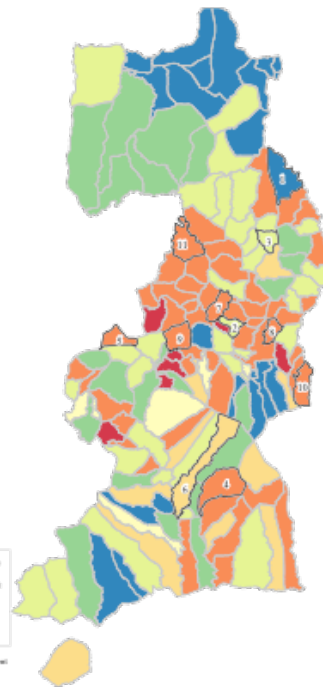
RESIKO IKLIM [CURRENT]
Ancaman Angin [DRR]

- No Data
- Sangat Rendah
- Rendah
- Rendah-Sedang
- Sedang
- Sedang-Tinggi
- Tinggi
- Sangat Tinggi

- M. DESA**
- 1 LADUR
 - 2 GOLO WATU
 - 3 GAPONG
 - 4 WEWO
 - 5 GOLO WOROK
 - 6 PAPANG
 - 7 LIANG BUA
 - 8 NDEHES
 - 9 BEO RAHONG
 - 10 RANAKA
 - 11 WAE MANTANG



Center For Climate Risk And Opportunity Management
In Southeast Asia and Pacific
2014



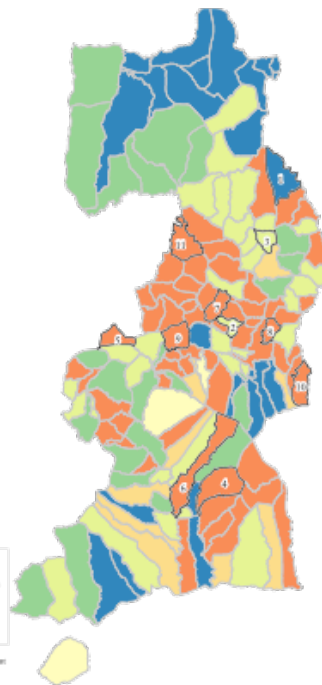
RESIKO IKLIM [CURRENT]
Ancaman Kekeringan [DRR]

- No Data
- Sangat Rendah
- Rendah
- Rendah-Sedang
- Sedang
- Sedang-Tinggi
- Tinggi
- Sangat Tinggi

- M. DESA**
- 1 LADUR
 - 2 GOLO WATU
 - 3 GAPONG
 - 4 WEWO
 - 5 GOLO WOROK
 - 6 PAPANG
 - 7 LIANG BUA
 - 8 NDEHES
 - 9 BEO RAHONG
 - 10 RANAKA
 - 11 WAE MANTANG



Center For Climate Risk And Opportunity Management
In Southeast Asia and Pacific
2014



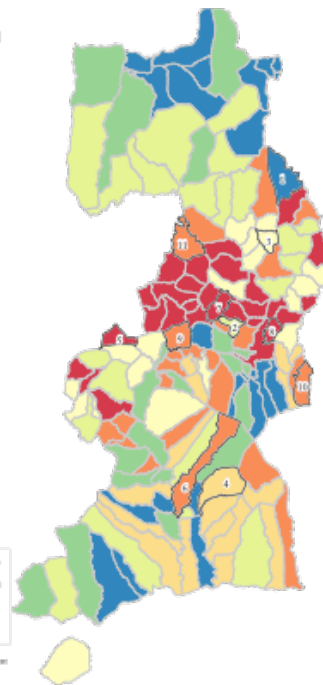
RESIKO IKLIM [CURRENT]
Ancaman Tanah Longsor [DRR]

- No Data
- Sangat Rendah
- Rendah
- Rendah-Sedang
- Sedang
- Sedang-Tinggi
- Tinggi
- Sangat Tinggi

- M. DESA**
- 1 LADUR
 - 2 GOLO WATU
 - 3 GAPONG
 - 4 WEWO
 - 5 GOLO WOROK
 - 6 PAPANG
 - 7 LIANG BUA
 - 8 NDEHES
 - 9 BEO RAHONG
 - 10 RANAKA
 - 11 WAE MANTANG



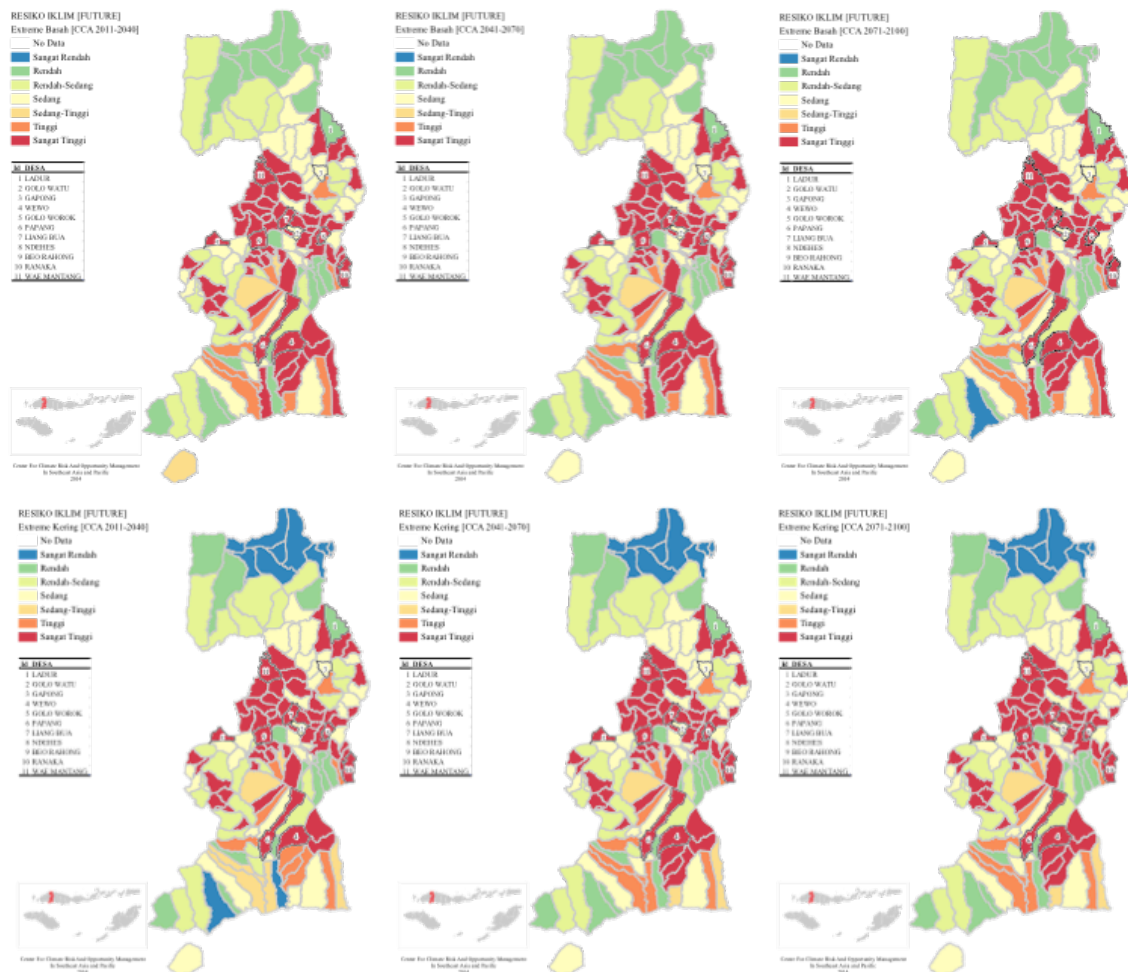
Center For Climate Risk And Opportunity Management
In Southeast Asia and Pacific
2014



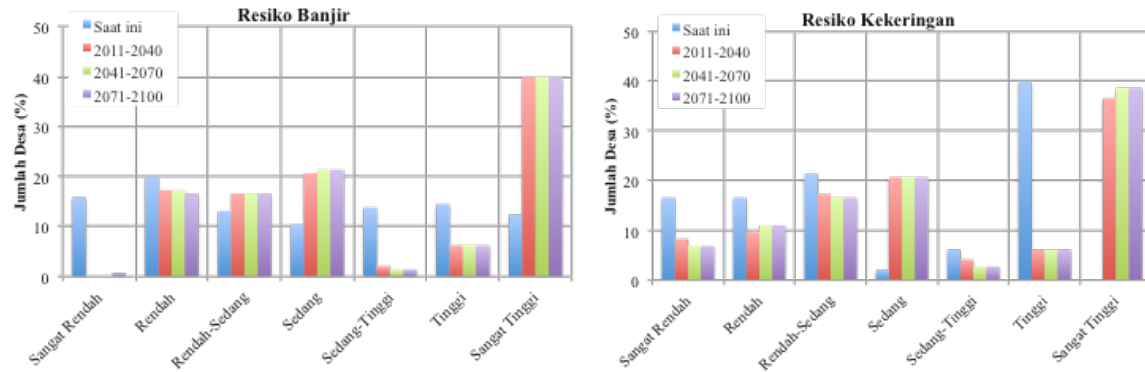
Gambar 3-18 Risiko iklim saat ini di Kabupaten Manggarai

Tabel 3-8 Jumlah desa menurut tingkat risiko iklim di Kabupaten Manggarai

Kriteria Resiko Iklim	Tingkat Resiko Saat Ini			
	Banjir	Kekeringan	Longsor	Angin
Sangat Rendah	23	24	24	22
Rendah	29	24	19	22
Rendah-Sedang	19	31	21	33
Sedang	15	3	18	5
Sedang-Tinggi	20	9	17	11
Tinggi	21	58	22	49
Sangat Tinggi	18	0	28	7



Gambar 3-19 Tingkat risiko banjir (atas) dan risiko kekeringan (bawah) di masa depan di Kabupaten Manggarai untuk scenario RCP4.5



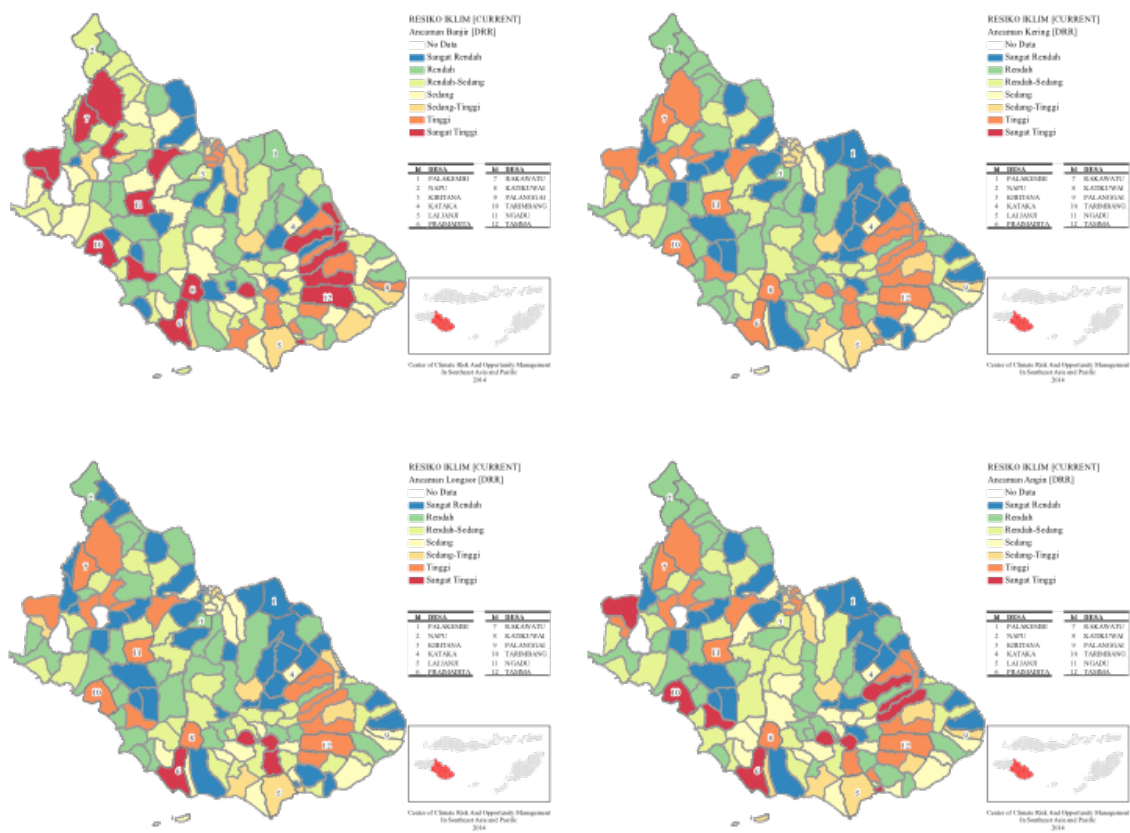
Gambar 3-20 Persentase desa di Kabupaten Manggarai menurut tingkat risiko banjir dan kekeringan pada kondisi saat ini dan masa depan untuk scenario RCP4.5

3.4.3 Kabupaten Sumba Timur

Tingkat risiko iklim desa-desa di Sumbar Timur relatif rendah dibanding desa-desa kabupaten Manggarai (Gambar 3-21; lihat Gambar 3-18). Dari 100 desa yang ada di Kabupaten Sumba Timur, banyak desa yang berisiko tinggi sampai sangat tinggi pada saat ini terhadap bencana banjir sekitar 22 desa, kekeringan sekitar 15 desa, longsor 13 desa dan angin kencang 18 desa (Tabel 3-9). Sementara desa yang berisiko rendah sampai sangat rendah terhadap banjir, kekeringan, longsor dan angin kencang jauh lebih besar yaitu masing-masing mencapai 36, 51, 47 dan 42 desa (Tabel 3.7). Di masa depan (2011-2040) diperkirakan banyak desa yang berisiko iklim tinggi sampai sangat tinggi baik untuk banjir maupun kekeringan akan sedikit berkurang dibanding saat ini (Gambar 3-22; bandingkan Gambar 3-21 dan 3-23).

3.4.4 Kabupaten Sabu Raijua

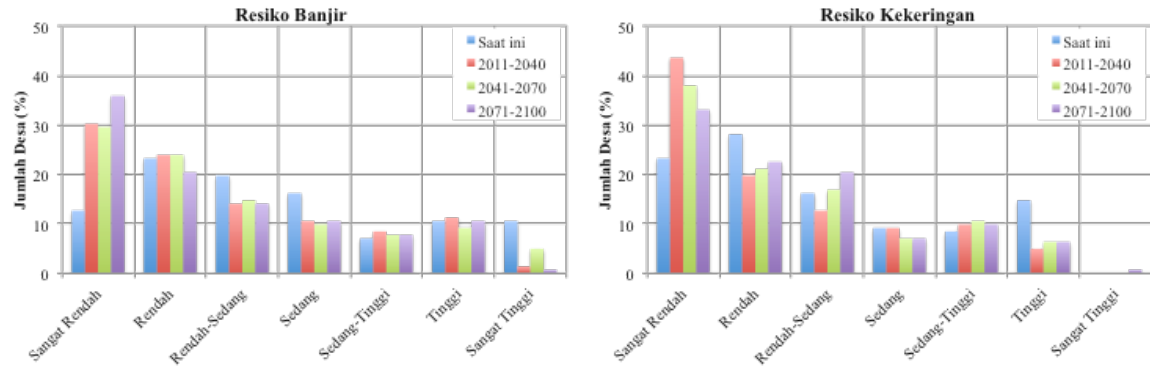
Di Kabupaten Sabu Raijua pada saat ini dari 102 desa banyak desa yang memiliki risiko tinggi sampai sangat tinggi terhadap bencana banjir tidak ada sedangkan terhadap kekeringan mencapai 26% dan untuk longsor serta angin kencang masing-masing mencapai 18 dan 32% (Gambar 3-24 dan Tabel 3-10). Di masa depan (2011-2040), tingkat risiko banjir cenderung akan menurun, sebaliknya untuk risiko kekeringan diperkirakan akan meningkat (bandingkan Gambar 3-24 dan 3-25; Gambar 3-26).



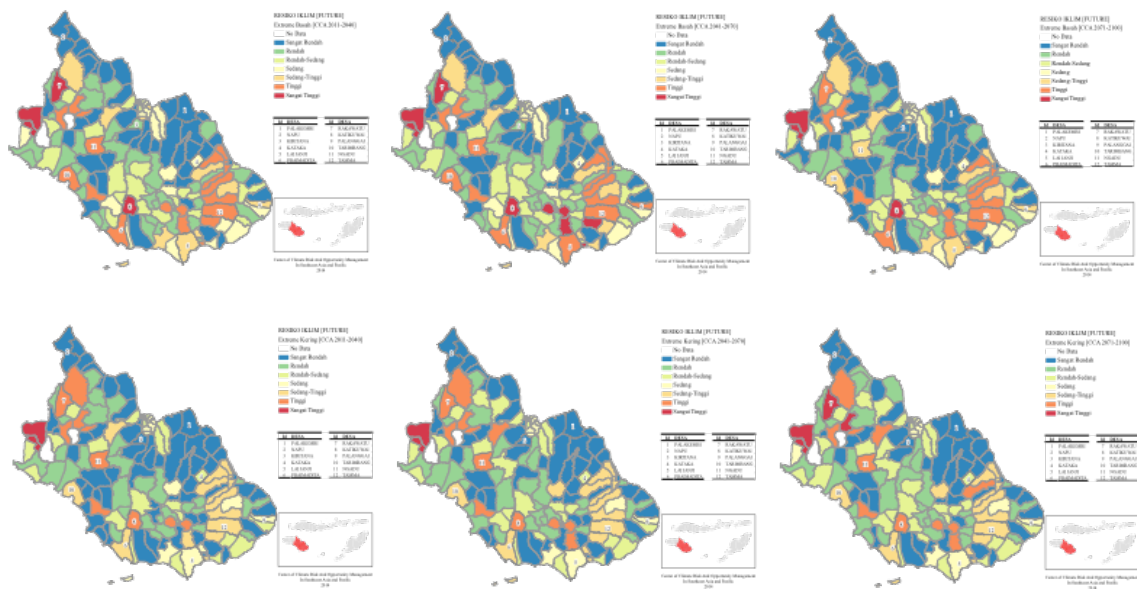
Gambar 3-21 Risiko iklim saat ini di Kabupaten Sumba Timur

Tabel 3-9 Jumlah desa menurut tingkat risiko iklim di Kabupaten Sumba Timur

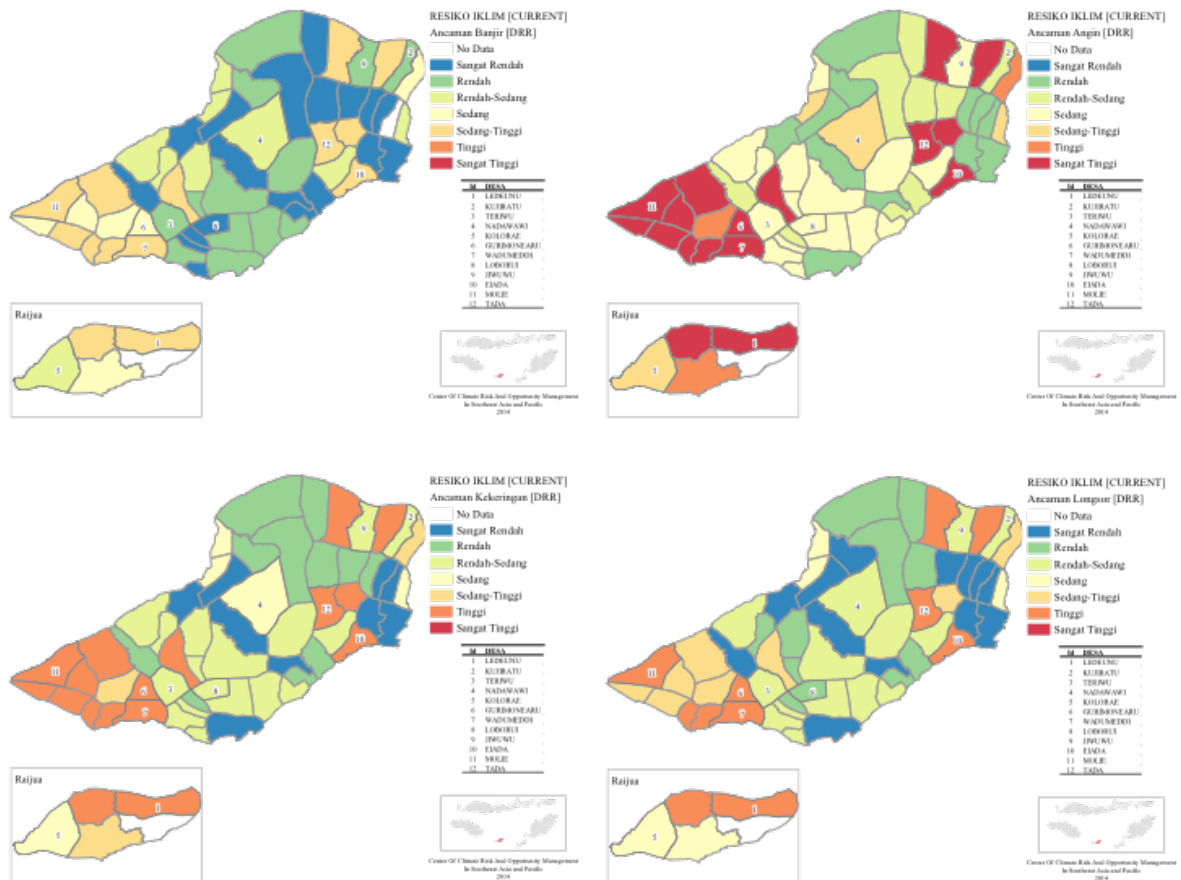
Kriteria Resiko Iklim	Tingkat Resiko Saat ini			
	Banjir	Kekeringan	Longsor	Angin
Sangat Rendah	13	23	26	17
Rendah	23	28	21	25
Rendah-Sedang	20	16	19	15
Sedang	16	9	15	15
Sedang-Tinggi	7	8	6	9
Tinggi	11	15	10	12
Sangat Tinggi	11	0	3	6



Gambar 3-22 Persentase desa di Kabupaten Sumba Timur menurut tingkat risiko banjir dan kekeringan pada kondisi saat ini dan masa depan untuk scenario RCP4.5



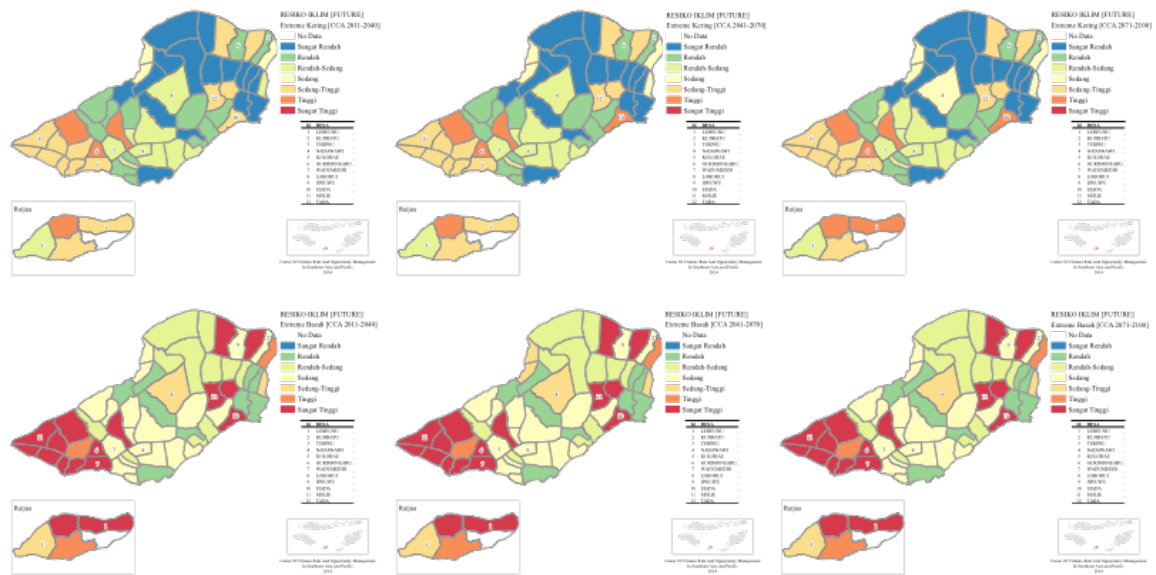
Gambar 3-23 Tingkat risiko banjir (atas) dan risiko kekeringan (bawah) di masa depan di Kabupaten Sumba Timur untuk scenario RCP4.5



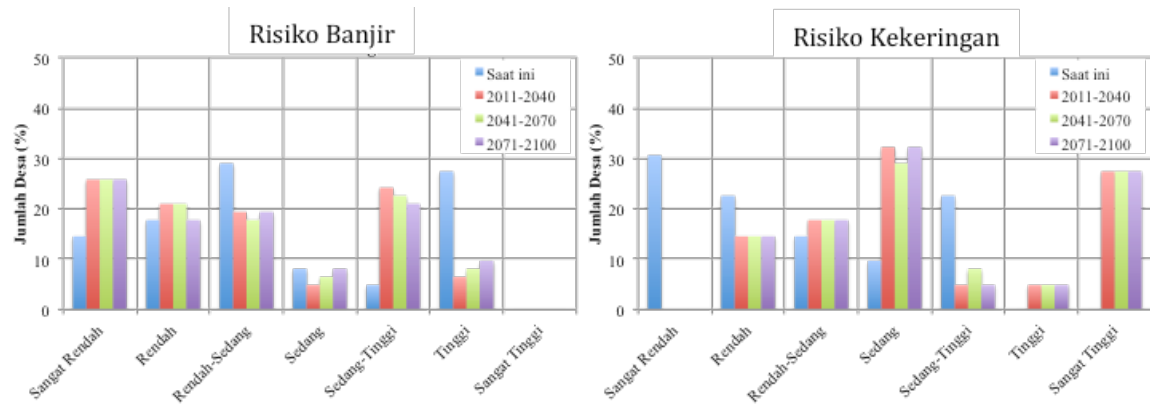
Gambar 3-24 Risiko iklim saat ini di Kabupaten Sabu Raijua

Tabel 3-10 Jumlah desa menurut tingkat risiko iklim di Kabupaten Sabu Raijua

Kriteria Risiko Iklim	Tingkat Risiko Saat Ini			
	Banjir	Kekeringan	Longsor	Angin
Sangat Rendah	31	15	21	0
Rendah	23	18	18	19
Rendah-Sedang	15	29	24	15
Sedang	10	8	8	29
Sedang-Tinggi	23	5	13	6
Tinggi	0	27	18	5
Sangat Tinggi	0	0	0	27



Gambar 3-25 Tingkat risiko banjir (atas) dan risiko kekeringan (bawah) di masa depan di Kabupaten Sabu Raijua untuk scenario RCP4.5



Gambar 3-26 Persentase desa di Kabupaten Sabu Raijua menurut tingkat risiko banjir dan kekeringan pada kondisi saat ini dan masa depan untuk scenario RCP4.5

4 PRIORITISASI PROGRAM DAN AKSI ADAPTASI PERUBAHAN IKLIM

Prioritisasi program dan aksi adaptasi perubahan iklim secara umum dilakukan melalui tiga tahap, yaitu:

1. Penetapan prioritas lokasi sasaran pelaksanaan aksi adaptasi
2. Penetapan prioritisasi bentuk aksi adaptasi
3. Penetapan jangka waktu pelaksanaan langkah aksi adaptasi

4.1 PRIORITISASI LOKASI PELAKSANAAN PROGRAM/AKSI ADAPTASI

Terlambatnya pelaksanaan program dan aksi adaptasi dalam mengatasi dampak dari keragaman dan perubahan iklim akan berimplikasi pada semakin tingginya biaya yang harus dikeluarkan di kemudian hari. Desa yang saat ini sudah memiliki risiko iklim yang tinggi dan di masa depan tingkat risiko yang dihadapi semakin tinggi perlu mendapat prioritas. Desa yang berisiko tinggi memiliki peluang tinggi untuk terpapar terhadap ancaman dan dampak yang ditimbulkan akan besar, karena tingginya tingkat kerentanan. Keterlambatan pelaksanaan aksi akan membuat kondisi indikator kerentanan akan semakin memburuk dan akhirnya membawa desa semakin rentan. Jadi penentuan prioritas lokasi untuk pelaksanaan program dan aksi adaptasi dapat dilakukan dengan melihat tingkat risiko iklim saat ini dan perubahannya di masa depan seperti yang disajikan pada Tabel 4.1.

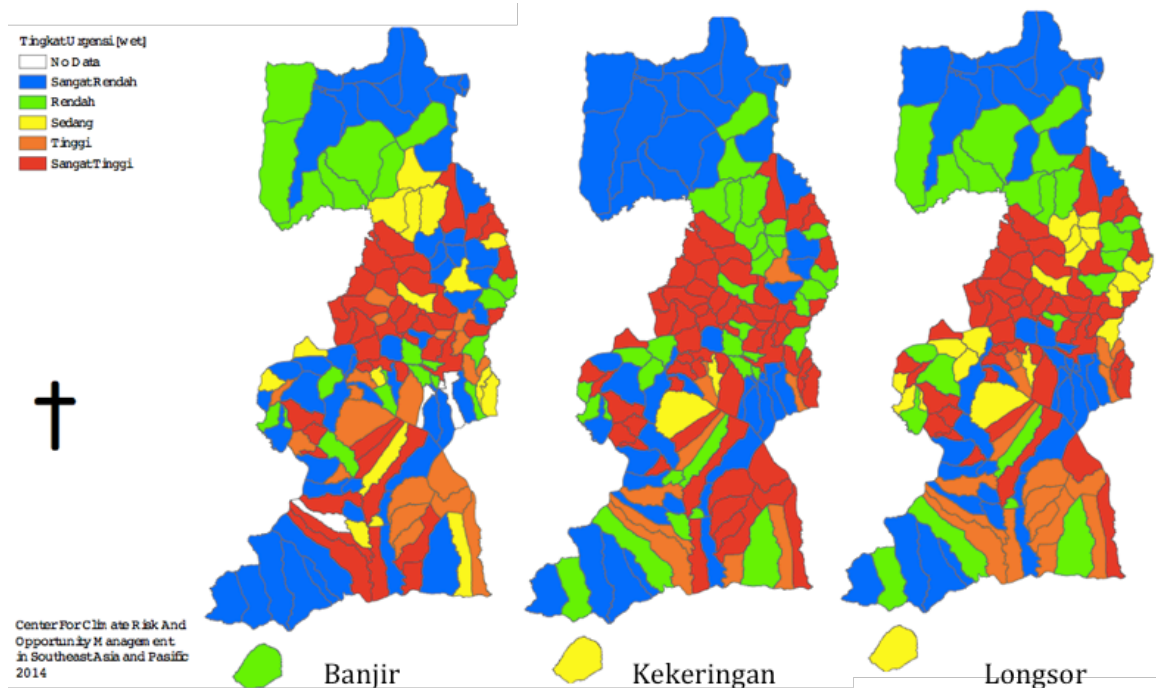
Merujuk pada Tabel 4.1, penetapan prioritas lokasi untuk pelaksanaan program/kegiatan adaptasi penanganan dampak perubahan iklim diarahkan untuk tiga jenis ancaman yaitu banjir, kekeringan dan longsor. Perubahan peluang kejadian bencana longsor di masa datang diasumsikan mengikuti pola perubahan peluang kejadian bencana banjir. Jadi apabila peluang kejadian bencana banjir di masa depan meningkat, maka peluang kejadian longsor juga akan meningkat karena kedua kejadian ini dipicu oleh kejadian hujan ekstrim tinggi.

Tabel 4-1 Penetapan prioritas desa untuk pelaksanaan program dan aksi adaptasi berdasarkan tingkat risiko iklim saat ini dan mendatang

Prioritas Pelaksanaan Aksi Adaptasi	Risiko iklim saat ini	Risiko iklim kedepan	Catatan
Prioritas 1 (Sangat Tinggi)	T, SNT	S, S-T, T atau SNT	Tingkat risiko iklim saat ini tinggi atau sangat tinggi dan di masa depan berubah menjadi Sedang-Tinggi, tinggi atau sangat tinggi. Pada desa ini perlu dilakukan program dan aksi yang sifatnya segera, khususnya untuk memperbaiki kondisi indikator yang paling berpengaruh terhadap kerentanan desa. Secara umum sebagian besar indikator kerentanan desa perlu perbaikan, sehingga bentuk program aksi akan melibatkan banyak sektor. Pelaksanaan program perlu dilakukan secara terintegrasi, sehingga perbaikan indikator dapat tercapai dengan cepat
Prioritas 2 (Tinggi)	S-T	S-R, S, S-T, T atau ST	Tingkat risiko iklim saat ini sedang-tinggi, dan di masa depan tetap sedang-tinggi atau meningkat menjadi tinggi atau sangat tinggi. Desa ini juga harus mendapatkan prioritas untuk pelaksanaan aksi. Indikator kerentanan yang perlu perbaikan juga relatif masih banyak sehingga bentuk program aksi akan melibatkan banyak sektor.
Prioritas 3 (Sedang)	S	S-R, S, S_T atau T	Tingkat risiko iklim saat ini Sedang, dan di masa depan menjadi Rendah-Sedang, Sedang, Sedang-Tinggi atau Tinggi. Indikator kerentanan yang perlu perbaikan tidak banyak, sehingga sektor lebih terbatas.
Prioritas 4 (Rendah)	S-R	R, S-R, S dan S-T	Tingkat risiko iklim saat ini rendah-sedang, dan di masa depan menjadi rendah, rendah-sedang atau meningkat jadi sedang atau sedang-tinggi. Indikator yang perlu perbaikan pada desa sudah semakin berkurang sehingga banyak sektor yang terlibat lebih terbatas. Pelaksanaan aksi lebih diarahkan pada penguatan
Prioritas 5 (Sangat Rendah)	SR & R	SR, R, R-S dan S	Tingkat risiko iklim saat ini sangat rendah atau rendah dan di masa depan tetap sangat rendah atau rendah atau meningkat jadi rendah-sedang atau sedang. Sama seperti desa prioritas 4, Pelaksanaan aksi lebih diarahkan pada penguatan

4.1.1 Kabupaten Manggarai

Desa yang perlu mendapat prioritas 1 untuk penanganan dampak perubahan iklim di Kabupaten Manggarai mencapai 64 desa. Dari 64 desa ini, sekitar 50% mengalami ke tiga jenis bencana (banjir, kekeringan dan tanah longsor), sekitar 30% dua jenis bencana dan 20% satu jenis bencana. Sebaran desa pelaksanaan program/aksi adaptasi berdasarkan tingkat urgensinya (prioritas sangat tinggi sampai sangat rendah) dapat dilihat pada Gambar 4-1 sedangkan nama-nama desa prioritas 1 pada Lampiran 1.



Gambar 4-1 Sebaran desa menurut tingkat urgensi (prioritas) pelaksanaan program dan aksi adaptasi di Kabupaten Manggarai

Berdasarkan hasil survei ke 10 desa di Kabupaten Manggarai (lihat Tabel 3-3), jenis bencana iklim yang sering dihadapi masyarakat di desa ini ialah bencana banjir, longsor, kekeringan, dan angin pusing beliung. Selain itu ledakan hama penyakit juga sering terjadi yang diduga masyarakat sebagai akibat ada perubahan iklim (Tabel 4-2). Merujuk ke Gambar 4-1, desa survey yang mendapat prioritas 1 untuk pelaksanaan program/aksi adaptasi perubahan iklim ialah desa *Wewo, Golo Worok, Papang, Liang bua, Ndehes, Beo rahong, Ranaka, dan Wae mantan*.

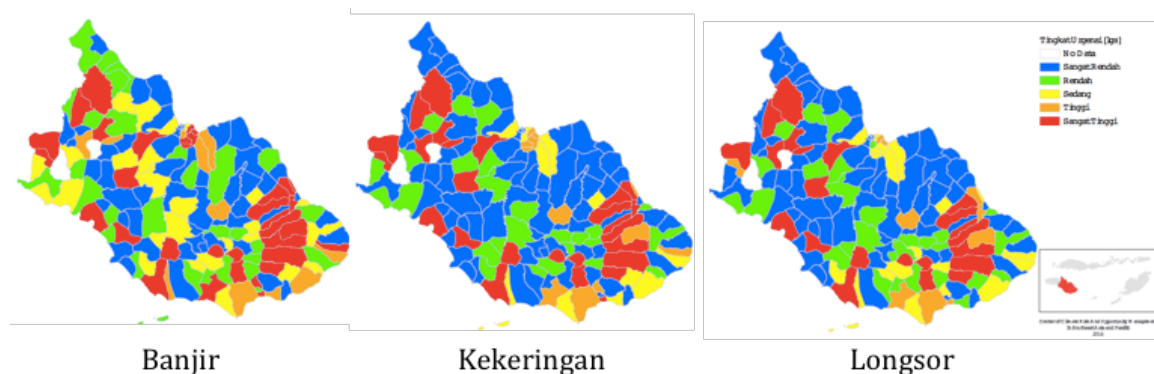
Berdasarkan laporan Badan Pengendalian Bencana Daerah Kabupaten Manggarai, jenis bencana yang sering menimbulkan korban jiwa dan kerusakan pada asset masyarakat ialah bencana hujan yang disertai angin kencang (pusing beliung), tanah longsor dan banjir di wilayah pertanian. Dari bencana ini, korban jiwa terbesar ialah akibat bencana hujan yang disertai angin kencang (pusing beliung), kemudian diikuti bencana banjir dan tanah longsor. Data kejadian dari tahun 2012 sampai 2014, korban jiwa akibat bencana hujan lebat disertai angin pusing beliung masing-masing mencapai 7.275, 2.128 dan 1.048 jiwa dan asset yang rusak masing-masing mencapai 1.863, 786 dan 232 unit.

Tabel 4-2 Jenis bencana yang sering terjadi di desa survey Kabupaten Manggarai

Nama desa	Kekeringan	Banjir	Longsor	Angin Kencang	Ledakan HPT
Beo Rahong	X		X	X	X
Gapong	X		X		X
Golo Watu	X			X	X
Golo Worok	X		X	X	X
Ladur	X				
Liang Bua	X	X	X	X	X
Ndehes	X		X	X	X
Papang	X		X		
Ranaka	X	X	X	X	X
Wewo	X			X	X

4.1.2 Kabupaten Sumba Timur

Desa prioritas 1 untuk penanganan dampak perubahan iklim di Kabupaten Sumba Timur mencapai 36 desa. Sekitar 55% dari desa ini mengalami ke tiga jenis bencana (banjir, kekeringan dan tanah longsor), sekitar 17% untuk dua jenis bencana dan 28% saju jenis bencana. Sebaran desa pelaksanaan program/aksi adaptasi berdasarkan tingkat urgensinya (prioritas sangat tinggi sampai sangat rendah) dapat dilihat pada Gambar 4-2 sedangkan nama-nama desa prioritas 1 pada Lampiran 2.



Gambar 4-2 Sebaran desa menurut tingkat urgensi (prioritas) pelaksanaan program dan aksi adaptasi di Kabupaten Sumba Timur

Berdasarkan hasil survei ke 11 desa di Kabupaten Sumba Timur (lihat table 3-4), jenis bencana iklim yang sering dihadapi masyarakat di desa ini ialah kekeringan, banjir, ledakan hama dan penyakit tanaman dan angin pusing beliung (Tabel 4-3). Ledakan hama penyakit diduga masyarakat sebagai akibat ada peningkatan suhu dan perubahan pola hujan. Di 11 desa yang disurvei tidak ada yang melaporkan bencana longsor. Merujuk ke Gambar 4.2, desa survey yang mendapat prioritas 1 untuk pelaksanaan

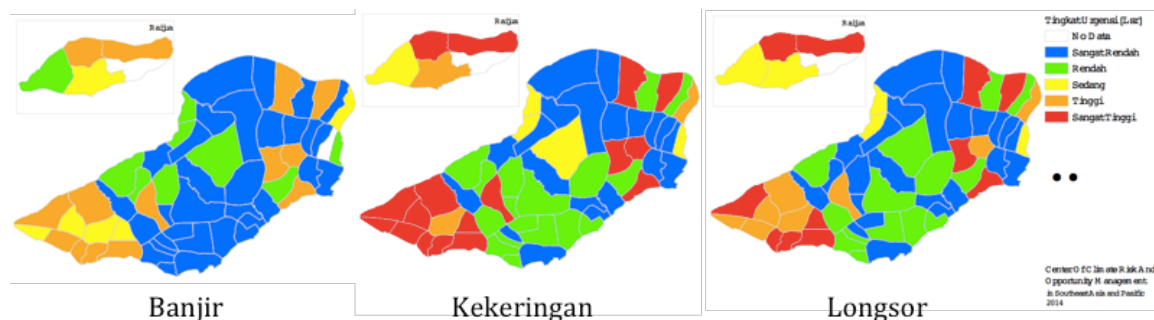
program/aksi adaptasi perubahan iklim ialah desa *Lai Janji*, *Praimadita*, *Rakawatu*, *Katikuwai*, *Palanggai*, *Tarimbang*, *Ngadu*, dan *Tamma*.

Tabel 4-3 Jenis bencana yang sering terjadi di desa survey Kabupaten Sumba Timur

Nama desa	Kekeringan	Banjir	Longsor	Angin Kencang	Ledakan HPT
Kataka	X				X
Katikuwai					X
Kiritana	X	X			X
Lainjanji	X	X			X
Napu	X	X		X	X
Praimadita	X	X			X
Rakawatu	X			X	X
Tarimbang	X	X			X
Palakahembi	X	X			
Wanga	X	X		X	X
Palanggai	X			X	

4.1.3 Kabupaten Sabu Raijua

Desa prioritas 1 untuk penanganan dampak perubahan iklim di Kabupaten Sabu Raijua mencapai 17 desa. Di Kabupaten Sabu Raijua, desa dengan prioritas 1 untuk penanganan bencana banjir tidak ada. Dari 17 desa ini, sekitar 65% mengalami ke dua jenis bencana (kekeringan dan tanah longsor), dan sekitar 35% satu jenis bencana. Sebaran desa pelaksanaan program/aksi adaptasi berdasarkan tingkat urgensinya (prioritas sangat tinggi sampai sangat rendah) dapat dilihat pada Gambar 4-3 sedangkan nama-nama desa prioritas 1 pada Lampiran 3. Berdasarkan hasil survei ke 9 desa di Kabupaten Sabu Raijua (lihat Tabel 3-5), jenis bencana iklim yang sering dihadapi masyarakat di desa ini umumnya kekeringan. Desa yang mengalami hampir semua jenis bencana iklim hanya desa Labourui (Tabel 4-4). Merujuk Gambar 4-3 dan Lampiran 3, desa Ledeunu, Gurimonearu, Wadumeddi, Eiada, Molie dan Tada.



Gambar 4-3 Sebaran desa menurut tingkat urgensi (prioritas) pelaksanaan program dan aksi adaptasi di Kabupaten Sabu Raijua

Tabel 4-4 Jenis bencana yang sering terjadi di desa survey Kabupaten Sabu Raijua

Nama desa	Kekeringan	Banjir	Longsor	Angin Kencang	Ledakan HPT
Wadumaddi	X				
Teriwu	X			X	X
Kolorae	X				
Ledeunu	X				
Gurimoneanu	X				
Jiwuwu	X				
Kujiratu	X				
Eiada					X
Laborui	X	X	X	X	X

4.2 PENETAPAN PRIORITISASI BENTUK AKSI ADAPTASI

Bentuk program/aksi adaptasi seperti yang dijelaskan sebelumnya harus diarahkan untuk memperbaiki indikator yang berkontribusi besar terhadap kerentanan desa. Dampak pelaksanaan program/aksi di desa prioritas dalam memperbaiki indikator kerentanan harus dapat diukur. Indikator yang dinilai berkontribusi besar terhadap tingkat kerentanan desa survey (lihat sub-Bab 3.3) untuk ke tiga Kabupaten dapat dilihat pada Tabel 4-5 sampai 4-7.

Tabel 4-5 Identifikasi indikator berkontribusi besar terhadap kerentanan desa potensi target SPARC di kabupaten Manggarai

Aspek Pembangunan	Indikator Kerentanan	Kontributor Kerentanan Desa										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Ekosistem	Lokasi Desa (IKS)											
	Kemiringan Desa (IKS)	X		X	X						X	
Kemiskinan	Tempat Buang Sampah (IKS)	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Kepadatan Penduduk (IKS)		X	X		X		X			X	
	Angka Ketergantungan (IKS)		X				X	X	X	X		X
	Ratio Penduduk Miskin (IKS)		X		X	X		X	X	X		X
	Jumlah KK menurut Jenis Sumber Air (IKS)											
	Jumlah KK menurut Sumber Bahan Bakar (IKS)		X	X	X	X	X		X	X	X	
	Jumlah KK memiliki jamban sendiri (IKA)	X			X			X				X
Pendidikan	Fasilitas Listrik (IKA)	X	X		X	X	X	X	X		X	
	Fasilitas Pendidikan (IKA)				X	X	X	X			X	X
Kesehatan	Fasilitas dan Tenaga Kesehatan (IKA)				X		X		X	X	X	
Infrastruktur	Infrastruktur Jalan (IKA)	X		X		X		X		X		
Mata Pencaharian	Lahan Sawah (IKS)		X	X			X		X	X	X	X
	Lahan Pertanian (IKS)	X	X	X		X		X	X	X		X

Aspek Pembangunan	Indikator Kerentanan	Kontributor Kerentanan Desa										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Governance	Kelompok Tani (IKA)											

Keterangan: 1) Ladur; 2) Golowatu; 3) Gapong; 4) Wewo; 5) Golo Worok; 6) Papang; 7) Liang Bua; 8) Ndehes; 9) Beo Rahong; 10) Ranaka; 11) Wae Matang

Tabel 4-6 Identifikasi indikator berkontribusi besar terhadap kerentanan desa potensi target SPARC di kabupaten Sumba Timur

Aspek Pembangunan	Indikator Kerentanan	Kontributor Kerentanan Desa											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ekosistem	Lokasi Desa			X					X			X	
	Kemiringan Desa			X				X	X		X	X	
	Keberadaan Desa Pesisir	X	X			X	X			X	X		
Kemiskinan	Kepadatan Penduduk	X		X				X			X	X	
	Angka Ketergantungan		X	X		X	X	X	X	X	X	X	X
	Ratio_Penduduk Miskin	X	X	X		X			X	X	X		X
	Jumlah KK Berdasarkan Jenis Sumber Air						X		X			X	X
	Jumlah KK berdasarkan Sumber Penerangan		X				X	X		X	X	X	X
	Pendapatan Asli Daerah		X		X	X			X		X	X	X
	Pendidikan	X			X			X		X	X		
Kesehatan	Fasilitas dan Tenaga Kesehatan	X	X			X	X	X	X	X		X	
	Infrastruktur Jalan		X		X	X	X	X		X		X	X
Pekerjaan	Lahan Sawah							X		X		X	X
Alternatif	Lahan Pertanian			X							X		
Governance	Kelompok Tani	X			X	X			X		X		X

Keterangan: 1) Palakehemi; 2) Napu; 3) Kiritana; 4) Kataka; 5) Lainjanji; 6) Praimadita 7) Rakawatu; 8) Katikuwai; 9) Palangai; 10) Tarimbang; 11) Ngadu Langgi; 12) Tamma

Tabel 4-7 Identifikasi indikator berkontribusi besar terhadap kerentanan desa potensi target SPARC di kabupaten Sabu Raijua

Aspek Pembangunan	Indikator Kerentanan	Kontributor Kerentanan Desa											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ekosistem	Lokasi Desa (IKS)			X				X					
	Kemiringan Desa (IKS)			X					X				
	Keberadaan Desa Pesisir (IKS)	X	X			X		X		X	X	X	
	Kepadatan Penduduk (IKS)	X					X	X			X	X	
Kemiskinan	Angka Ketergantungan (IKS)	X		X		X		X	X	X	X		
	Ratio_Penduduk Miskin (IKS)		X	X					X	X	X		X
	Jumlah KK Berdasarkan Jenis Sumber Air (IKS)		X		X				X	X		X	X

Aspek Pemba- ngunan	Indikator Kerentanan	Kontributor Kerentanan Desa											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	Jumlah keluarga berdasarkan jenis rumah (IKS)		X	X	X	X	X	X		X		X	X
	Jumlah keluarga pertanian (IKS)			X	X	X	X	X		X		X	X
	Jumlah KK berdasarkan Sumber Penerangan (IKA)	X				X	X	X	X		X		
	Jumlah keluarga berdasarkan kriteria Jamban (IKA)			X	X	X	X					X	X
	Pendapatan Asli Daerah (IKA)	X	X				X			X	X	X	
Pendidikan	Fasilitas Pendidikan (IKA)	X			X		X	X			X	X	
Kesehatan	Fasilitas dan Tenaga Kesehatan (IKA)				X	X	X		X			X	X
Infrastruktur	Infrastruktur Jalan (IKA)	X	X	X		X			X		X		
Mata	Lahan Sawah (IKS)						X		X	X			
Pencapaian	Lahan Pertanian (IKS)	X	X	X	X	X	X	X			X	X	X

Keterangan: 1) Ledeunu; 2) Kujiratu; 3) Teriwu; 4) Nadawawi; 5) Kolorae; 6) Gurimonearu; 7) Wadumedi; 8) Lobarui; 9) Jiwuwu; 10) Eiada; 11) Molie; 12) Tada

Berdasarkan acuan hasil analisis kerentanan, bentuk program aksi adaptasi yang dipilih harus dapat dilihat hubungannya dengan indikator kerentanan dan memahami bagaimana keragaman dan perubahan iklim mempengaruhi kondisi indikator tersebut. Selain itu, pemilihan program aksi juga perlu memperhatikan keterkaitannya dengan program aksi lainnya untuk menghindari terjadinya *maladaptation*. Sebagai contoh, budidaya rumput laut merupakan salah satu alternative sumber mata pencaharian yang potensial bagi masyarakat di Sumba Timur dan Sabu Raijua. Keberhasilan pelaksanaan kegiatan ini akan dapat meningkatkan penghasilan masyarakat dan akhirnya dapat mengurangi tingkat kemiskinan yang merupakan salah satu indikator penting yang berkontribusi terhadap kerentanan desa. Apabila pelaksanaan program rumput laut tidak memperhatikan daya dukung yang ada, pengembangan program secara tidak terkontrol akan dampak berdampak buruk pada ekosistem, karena bahan dan sarana yang diperlukan untuk budidaya ini memerlukan kayu. Pemenuhan kebutuhan kayu untuk pengembangan rumput laut apabila tidak dipikirkan sumbernya akan dapat berdampak negative kepada keberadaan hutan di sekitar wilayah. Pada akhirnya keberhasilan pengembangan rumput laut sebagai upaya adaptasi akan bersifat '*maladaptive*' karena program ini memberikan dampak negative terhadap ekosistem dan akhirnya akan meningkatkan kerentanan.

Selain itu, pemilihan program aksi adaptasi juga perlu memperhatikan keterkaitannya dengan program adaptasi lainnya. Pemilihan program pelaksanaan yang sifatnya saling memperkuat sangat diperlukan. Pelaksanaan program aksi adaptasi pengembangan irigasi untuk mengatasi masalah kekeringan perlu disertai dengan program adaptasi perbaikan atau rehabilitasi wilayah tangkapan hujan agar keberlanjutan ketersediaan air

irigasi terjamin. Dengan demikian pemilihan dan pengembangan program aksi adaptasi harus berbasis kawasan. Pengetahuan tentang kawasan dan interaksinya dengan dinamika sosial masyarakat serta hubungannya dengan keragaman dan perubahan iklim diperlukan.

Bentuk kegiatan aksi adaptasi sudah banyak diidentifikasi oleh berbagai hasil penelitian, demikian juga praktek-praktek yang sudah dilakukan oleh masyarakat juga merupakan opsi adaptasi yang penting untuk dikembangkan. Pemilihan dan pengembangan aksi adaptasi seyogyanya didasarkan kepada praktek dan kearifan lokal yang sudah ada. Hal penting untuk dilakukan ialah bagaimana praktek dan kearifan lokal yang ada dapat dikembangkan atau direvitalisasi atau disesuaikan dengan perubahan lingkungan dan tingkat ancaman yang terjadi saat ini dan ke depan. Diskusi dan konsultasi dengan berbagai pihak dalam merancang kegiatan adaptasi menjadi penting untuk memastikan tidak dipilihnya aksi yang bersifat '*maladaptive*'.

Salah satu pendekatan awal untuk memilih aksi adaptasi ialah dengan memperhatikan besar kontribusinya atau potensi dampaknya terhadap aspek pembangunan seperti *perbaikan ekosistem, kemiskinan, pendidikan, kesehatan, infrastruktur, pekerjaan alternative atau sumber mata pencaharian, dan governance*. Terbagunnya pemahaman yang baik tentang hal ini akan dapat membantu dalam pengembangan aksi adaptasi yang efektif dan sekaligus mengembangkan indikator pengukur keberhasilan program aksi dalam menurunkan tingkat kerentanan. Setiap program aksi yang telah diidentifikasi dievaluasi sejauh mana ia akan berdampak terhadap perbaikan indikator kerentanan dan aspek pembangunan tersebut diatas. Penggunaan sistem skor untuk menilai setiap pilihan program aksi dapat diterapkan baik melalui diskusi atau konsultasi dengan pelaksana kegiatan pembangunan (praktisi/penyuluh dll) serta pengetahuan pakar.

Skor yang diberikan untuk opsi adaptasi sesuai dengan potensi dampaknya terhadap aspek pembangunan ialah: (i) 0 kalau dinilai tidak ada hubungannya dengan aspek pembangunan, dan (ii) skor 1 sampai 3 kalau dinilai ada hubungannya dan pelaksanaan kegiatan tersebut akan memberikan dampak **positif** terhadap aspek pembangunan. Skor 1, 2 dan 3 diberikan masing untuk potensi dampak positif 'rendah', 'sedang' dan 'tinggi'. Seperti yang dijelaskan sebelumnya kegiatan aksi adaptasi bisa bersifat '*maladaptive*'. Apabila suatu opsi adaptasi berpotensi bersifat *maladaptive* maka dalam pelaksanaan kegiatan adaptasi tersebut perlu disiapkan upaya pengelolaannya sehingga potensi dampak positif dari pelaksanaan kegiatan adaptasi tersebut bisa optimal. Dalam kaitan ini, nilai skor untuk opsi adaptasi yang memiliki potensi '*maladaptive*' ialah -1, -2 dan -3, masing-masing mewakili potensi *maladaptive* rendah, sedang dan tinggi. Sebagai contoh hasil evaluasi terhadap beberapa opsi adaptasi terkait potensi dampaknya terhadap aspek pembangunan dapat dilihat pada Tabel 4-8.

Merujuk kepada Tabel 4-8 kegiatan aksi adaptasi penggunaan varietas unggul untuk mengatasi masalah cekaman iklim dinilai memiliki dampak terhadap kemiskinan dan governance. Besar dampak dinilai sedang untuk kemiskinan dan rendah untuk governance. Pelaksanaan kegiatan ini diperkirakan akan dapat meningkatkan pendapatan petani karena tingkat kerugian akibat bencana iklim dapat berkurang dengan digunakannya varietas unggul tersebut. Adanya peningkatan pendapatan akan berdampak pada menurunnya angka kemiskinan yang merupakan salah satu indikator kerentanan. Untuk menjamin keberhasilan pelaksanaan opsi ini perlu adanya dukungan penyuluh dari pemerintah, tanpa adanya program ini efektivitas program akan berkurang. Oleh karena itu pelaksanaan aksi ini akan mendorong pemerintah untuk memperbaiki kelembagaan penyuluhan dan ketersediaan tenaga penyuluh. Penambahan tenaga penyuluh pada lokasi target pelaksanaan aksi akan sangat diperlukan. Opsi adaptasi yang memiliki skor tinggi akan memperoleh prioritas.

Disamping dampak positif, beberapa opsi adaptasi yang diuraikan pada Tabel 4-8 juga berpotensi untuk bersifat ‘maladaptive’. Diantaranya ialah kegiatan pengembangan masyarakat pesisir dan kelembagaannya untuk usaha rumput laut, peningkatan indeks panen, pengembangan daerah peternakan, perbaikan sarana transportasi dan usaha-usaha ekonomi bernilai tambah produk pertanian/industri rumah tangga. Usaha pengembangan rumput laut pada saat ini merupakan salah satu alternative kegiatan ekonomi masyarakat pesisir yang cukup menjanjikan. Adanya dukungan dari pemerintah terhadap petani, khususnya di Sumba Timur dan Sabu Raijua, pertumbuhan usaha ini relatif cukup pesat. Sejak 2006 sampai sekarang, sekitar 30% dari petani sudah mengusahakan rumput laut. Seperti yang dijelaskan di atas, untuk memulai usaha ini masyarakat untuk mendapatkan kayu sebagai bahan pembuatan media rumput laut mengambilnya dari hutan yang akan berdampak negative pada ekosistem. Oleh karena itu, implementasi opsi ini perlu disertai dengan program lain, seperti pengembangan hutan tanaman oleh masyarakat yang ditujukan untuk mendukung penyediaan kayu.

Opsi peningkatan indeks panen sebagai upaya untuk meningkatkan pendapatan petani dan mengatasi masalah kemiskinan juga dapat berpotensi maladaptive karena keberhasilan peningkatan indeks penanaman sangat tergantung pada ketersediaan air. Apabila upaya pengadaaan air irigasi dilakukan melalui upaya yang tidak tepat, misalnya dari air bawah tanah, maka hal tersebut akan berpotensi mengganggu ekosistem dan penurunan muka tanah yang dapat berakibat pada meningkatkan kerentanan. Oleh karena itu kegiatan peningkatan indeks penanaman perlu disinergikan dengan kegiatan penghijauan kawasan hulu (tangkapan hujan) dan teknologi pemanenan air hujan. Melalui upaya ini pengambilan air tanah dapat dikurangi dan ketersediaan air juga akan lebih terjamin.

Tabel 4-8 Daftar pilihan opsi aksi adaptasi berdasarkan hasil survey, diskusi, dan analisis kerentanan dan penilaian potensi dampaknya terhadap aspek pembangunan

Pilihan Adaptasi	Dampak Terhadap Aspek Pembangunan							Skor	
	EKS	MSN	PND	KSN	INF	PKJ	GOV	+	-
1. Penggunaan varietas unggul	0	2	0	0	0	0	1	3	0
2. Pelaksanaan Sekolah Lapang Iklim/Sekolah Lapang Penyakit dan Hama Terpadu: meningkatkan pemanfaatan informasi iklim & penggunaan pestisida	0	2	3	0	0	2	3	10	0
3. Sosialisasi kalender tanam	0	2	2	0	0	1	3	8	0
4. Pengembangan sistem agroforestri dan tanaman pekarangan/tahunan lokal	3	2	1	0	0	2	0	8	0
5. Pengembangan masyarakat pesisir dan kelembagaannya (e.g. usaha rumput laut)*	0	3	2	0	0	3	2	10	-2
6. Konservasi daerah dataran tinggi dengan tanaman tahunan lokal/agroforestri	3	2	2	0	0	2	1	10	0
7. Peningkatan index panen	0	3	0	0	0	3	1	7	-1
8. Penghijauan daerah pesisir*	3	1	1	1	0	2	0	8	0
9. Pengembangan daerah perternakan (savanna)	1	3	0	0	0	3	1	8	-2
10. Pengembangan sistem inventori atau kesediaan bibit padi dan palawija lokal (seed center)	0	2	1	0	1	2	3	9	0
11. Teknologi hemat/panen air	1	2	0	0	0	0	1	4	0
12. Penghijauan untuk kawasan konservasi air/perluasan penampungan air hujan	3	1	1	0	0	0	1	6	0
13. Perbaikan sarana transportasi untuk mendukung pertanian	2	1	0	0	3	2	1	9	-1
14. Usaha-usaha ekonomi bernilai tambah produk pertanian/industri rumah tangga	0	3	2	0	0	3	1	9	-1
15. Sistem peringatan dini dan stasiun iklim	0	2	2	0	0	1	3	8	0
16. Pengembangan kelembagaan petani (diseminasi informasi, mekanisme pembiayaan, kelembagaan keuangan)	0	2	2	0	0	1	3	8	0
17. Perbaikan saluran air/irigasi	1	0	0	1	3	2	0	7	
18. Pengembangan jaringan atau instalasi stasiun iklim untuk mendukung Sekolah Lapang Iklim	0	0	1	0	2	1	2	6	0
19. Sistem integrasi adaptasi untuk konservasi pada daerah hulu dan kawasan penangkapan air daerah hilir	3	1	1	0	0	0	2	7	0

Keterangan: * pilihan adaptasi diusulkan terutama untuk Kabupaten dengan target pengembangan wilayah pesisir seperti Sumba Timur dan Sabu Raijua. EKS: Ekosistem, MSN: Kemiskinan, PND: Pendidikan, KSN: Kesehatan, INF: Infrastruktur, PKJ: Pekerjaan Alternatif, GOV: Governance. Dampak adaptasi: tidak ada (0), Rendah (1), Sedang (2), Tinggi (3). Penilaian dilakukan berdasarkan justifikasi tim ahli. Total skor tertinggi terkait potensi dampak suatu opsi adaptasi terhadap pembangunan ialah mencapai 21. Potensi Maladaptif: tidak ada (0), Rendah (-1), Sedang (-2), Tinggi (-3)

Berdasarkan penelusuran terhadap literature, hasil survey dan diskusi dengan para pemangku kepentingan yang ada di tiga Kabupaten, teridentifikasi 64 opsi program aksi adaptasi yang dapat dikembangkan di tiga Kabupaten (Tabel 4-9). Daftar opsi adaptasi untuk masing-masing kelompok tersebut dapat dijadikan referensi untuk penyusunan adaptasi yang lebih spesifik ataupun pengembangan suatu *usulan adaptasi, dengan mempertimbangan pelaksanaan aksi adaptasi dalam proyek SPARC akan dilakukan oleh komunitas sejalan dengan usulan mereka*. Evaluasi terkait potensi dampaknya terhadap aspek pembangunan dan relevansinya dalam mengatasi potensi dampak perubahan iklim di desa perlu dilakukan lebih lanjut.

Tabel 4-9 Opsi program aksi adaptasi perubahan iklim yang dapat dikembangkan di propinsi NTT

Pilihan Adaptasi	Aksi Adaptasi
Praktek masyarakat (hasil survey desa)	1. Sosialisasi kalender tanam 2. Peningkatan indeks panen 3. Perbaikan saluran air/irigasi 4. Penggunaan varietas unggul 5. Reboisasi daerah pesisir 6. Pengembangan masyarakat pesisir dan kelembagaannya (e.g. usaha rumput laut) 7. Teknologi hemat/panen air (e.g., pengembangan teknologi panen hujan dan efisiensi penggunaan air, mulsa jerami atau plastik) 8. Pelaksanaan SLI/SLPHT untuk meningkatkan pemanfaatan informasi iklim dan penggunaan pestisida 9. Sistem peringatan dini dan stasiun iklim 10. Pengembangan jaringan atau instalasi stasiun iklim untuk mendukung SLI 11. Reboisasi untuk kawasan konservasi air/perluasan penampungan air hujan 12. Pengembangan daerah perternakan (savanna) 13. Pengembangan sistem agroforestri dan tanaman pekarangan/tahunan lokal 14. Pengembangan sistem inventori atau kesediaan bibit padi dan palawija lokal (<i>seed center</i>) 15. Pengembangan kelembagaan petani (diseminasi informasi, mekanisme pembiayaan, kelembagaan keuangan) 16. Sistem integrasi adaptasi untuk konservasi pada daerah hulu dan kawasan penangkapan air daerah hilir 17. Konservasi daerah dataran tinggi dengan tanaman tahunan lokal/agroforestri 18. Perbaikan sarana transportasi untuk mendukung pertanian 19. Usaha-usaha ekonomi bernilai tambah produk pertanian/industri rumah tangga
Manajemen dan Pemanfaatan Sumber Daya Air	20. Prioritas penanaman ke lahan tegalan 21. Penciptaan teknologi pengolahan tanah tanpa bakar (Herbisida atau TOT) 22. Pembuatan model prediksi dinamika tinggi genangan pada berbagai kondisi iklim pada lahan rawa 23. Penciptaan teknologi tata air yang mampu mengendalikan muka air sawah dan mencegah keracunan besi 24. Pembuatan kalender tanam (katam) lahan rawa terpadu. 25. Mendorong praktek kearifan lokal untuk penggunaan air yang berkelanjutan 26. Peningkatan kawasan hutan lindung 27. Rehabilitasi atau pembangunan infrastruktur irigasi 28. Ketersediaan fasilitas air bersih 29. Pembuatan sumur resapan atau kolam resapan, budaya embung dan panen

		air dari air hujan sebagai salah satu alternatif penyediaan air, misalnya, sangat sesuai diaplikasikan melalui peran serta masyarakat. 30. Evaluasi dan penataan kembali tata ruang dengan pertimbangan potensi dampak perubahan iklim 31. Rehabilitasi dan peningkatan kapasitas drainase pemukiman untuk pencegahan banjir 32. Rehabilitasi drainase infrastruktur jalan raya dan pembangunan infrastruktur pengelak banjir teknologi madya
Nilai Pertanian	Tambah	33. Proses pengolahan pasca panen produk pertanian (added value) dan sistem pergudangan 34. Pengembangan kawasan rumah pangan lestari (KRPL), merupakan model pemanfaatan pekarangan yang ramah lingkungan untuk pemenuhan kebutuhan pangan dan gizi keluarga, serta peningkatan pendapatan dan kesejahteraan petani melalui partisipasi masyarakat 35. Perlindungan, proteksi, dan bantuan bagi petani berupa subsidi, asuransi, permodalan, PUAP, dll 36. Pengembangan wisata agro, industri rumah tangga berbahan baku hasil pertanian, dan industri rumah tangga yang dapat menghasilkan peralatan pertanian sederhana
Pengembangan kelembagaan petani		37. Mengembangkan pola kerjasama kemitraan tertutup antara Perbankan, Pemerintah Daerah (Dinas Teknis), Penjamin Pasar (Off-Taker) dan Penjamin Kredit (Avalis) dalam rangka mengatasi keterbatasan agunan yang dimiliki petani 38. Menumbuhkan Lembaga Keuangan Mikro Agribisnis (LKM-A) di perdesaan sebagai jejaring lembaga pembiayaan formal 39. Memfasilitasi pembiayaan bagi petani dan Gapoktan melalui program Pengembangan Usaha Agribisnis Perdesaan (PUAP), sesuai potensi wilayah 40. Mengembangkan skim perlindungan usaha petani dan mitigasi risiko usaha melalui asuransi pertanian 41. Pengembangan insentif bagi tumbuhnya industri hulu dan hilir pertanian
Teknologi pengelolaan peternakan	adaptasi	42. Pengembangan ternak yang adaptif pada lingkungan dan iklim ekstrim (kekeringan, suhu tinggi, genangan) 43. Pengembangan teknologi silase untuk mengatasi kelangkaan pakan musiman 44. Pengembangan sistem integrasi tanaman-ternak (crop livestock system, CLS) untuk mengurangi risiko dan optimalisasi penggunaan sumberdaya lahan) 45. Penggunaan pakan murah berbasis lokal 46. Penggunaan limbah pertanian sebagai pakan murah yang berkualitas
Teknologi menghadapi kelangkaan air dan kekeringan	adaptasi ancaman air dan	47. Penyesuaian waktu dan pola tanam berdasarkan atlas kalender tanam 48. Teknologi panen hujan (water harvesting) 49. Teknologi irigasi ((a) sumur renteng, (b) irigasi kapiler, (c) irigasi tetes, (d) irigasi semprot, (e) irigasi parit, (f) irigasi macak-macak di lahan sawah, (g) irigasi bergilir, dan (h) irigasi berselang) 50. Teknologi pengelolaan lahan dan air, pengolahan tanah, sistem irigasi intermitten, pengelolaan lahan gambut secara berkelanjutan, dan pengomposan 51. Teknologi zero waste dan pemanfaatan limbah (organik) pertanian, pupuk organik, pakan ternak, teknologi biogas dan bioenergy (kompor arang sekam)

Respons Terhadap Pola Musim	52. Peningkatan kemampuan prediksi pola hujan dan musim 53. Percepatan budidaya (olah tanah, tanam dan panen) dengan alsintan. 54. Perbaikan pasca panen dan susut hasil 55. Sosialisasi gilir varietas untuk mengurangi intensitas OPT 56. Mempelajari tanda-tanda kearifan local untuk estimasi berubahnya pola hujan 57. Menanam varietas sayuran yang toleran terhadap genangan air dan pengembangan teknologi sistem drainase dan pengelolaannya 58. Pembuatan kalender tanam (katam) lahan rawa terpadu dan kondisi kekeringan 59. Upaya mekanis dengan penyiapan pompa drainase/pengelolaan air lebih/sumur dangkal
Perubahan pola iklim ekstrim (Kekeringan) Untuk Pertanian	60. Pembuatan model prediksi dinamika tinggi genangan pada berbagai kondisi iklim pada lahan rawa 61. Penciptaan teknologi pengolahan tanah tanpa bakar (Herbisida atau TOT)
Peningkatan suhu udara	62. Integrasi dan diversifikasi tanaman dan ternak 63. Pengembangan sistem informasi serangan OPT untuk monitoring dan pengendalian 64. Perbaikan ekosistem mikro dengan pola tanam ganda dan meningkatkan penggunaan bahan organik

Perlu digarisbawahi opsi adaptasi pada Tabel 4-9 bersifat *aksi atau kegiatan yang dampak dari pelaksanaannya terhadap perbaikan kondisi indikator kerentanan (Tabel 4-5 sampai 4-7) dapat bersifat tidak langsung*. Misalnya kegiatan aksi yang masuk kelompok *nilai tambah pertanian* (Tabel 4-9) akan berdampak secara tidak langsung terhadap peningkatan pendapatan petani dan diharapkan akan berkontribusi terhadap pengetasan kemiskinan sehingga indikator-indikator terkait dengan kemiskinan dapat menjadi lebih baik. Meningkatnya tingkat kesejahteraan petani berarti akan menurunkan ratio kemiskinan dan mungkin juga akan berpengaruh terhadap pada beberapa indikator kemiskinan lainnya seperti kondisi fasilitas jamban, jenis rumah dan lainnya. Di lain pihak, aksi adaptasi yang dilakukan memiliki dampak yang sifatnya langsung memperbaiki kondisi indikator, misalnya peningkatan layanan kesehatan melalui pembangunan rumah sakit dan lain-lain.

4.3 PENETAPAN JANGKA WAKTU PELAKSANAAN PROGRAM/AKSI ADAPTASI

Setelah diperolehnya prioritas program aksi adaptasi berdasarkan hasil skoring, opsi yang memiliki prioritas tinggi belum tentu dapat dengan mudah dilaksanakan karena setiap opsi memerlukan biaya dan kemungkinan adanya kendala dalam pelaksanaannya. Opsi yang proritas tapi membutuhkan biaya tinggi dan adanya kendala yang besar, pelaksanaannya akan membutuhakn waktu yang panjang. Sebaliknya opsi dengan prioritas tinggi, tetapi biaya rendah dan relatif kendala pelaksanaannya rendah, akan dapat segera dilaksanakan sebagai program aksi yang sifatnya jangka pendek. Dengan

pendekatan ini, opsi-opsi adaptasi akan dapat dikelompokkan berdasarkan biaya dan kendala pelaksanaannya seperti yang ditunjukkan oleh Tabel 4-10

Tabel 4-10 Matrik penetapan jangka waktu pelaksanaan opsi adaptasi

		Kendala		
		Rendah	Sedang	Tinggi
Biaya	Rendah	SD-S	D-JPdk	D-JM
	Sedang	D-JPdk	D-JM	D-JPjg
	Tinggi	D-JM	D-JPjg	D-JSP

Keterangan: SD-S:Sangat direkomendasikan-Segera; D-JPdk:Direkomendasikan-Jangka pendek; D-JM: Direkomendasikan-Jangka Menengah; D-JPjg:Direkomendasikan-Jangka Panjang; D-JSP:Direkomendasikan-Jangka Sangat Panjang

Sebagai contoh Tabel 4-11 menyajikan hasil evaluasi terhadap opsi adaptasi yang disajikan pada Table 4-8. Penilaian dilakukan melalui penilaian yang subjektif. Idealnya, data dan informasi terkait dengan kebutuhan biaya investasi untuk setiap opsi perlu dikumpulkan sehingga hasil evaluasi akan lebih efektif dalam penyusunan perencanaan program aksi adaptasi. Pada Tabel 4-11 dapat dilihat hasil pemetaan opsi adaptasi berdasarkan besar biaya dan kendala pelaksanaannya. Opsi adaptasi dengan biaya rendah dan kendala rendah serta dampak pada aspek pembangunan tinggi sangat direkomendasikan untuk segera dilaksanakan (SD-S). Opsi adaptasi yang berpotensi bersifat *maladaptive* memerlukan aktivitas pendukung atau pelaksanaannya diintegrasikan dengan opsi adaptasi lain yang sejalan sehingga dampaknya dalam menurunkan tingkat kerentanan optimal.

Tabel 4-11 Potensi kendala dan biaya pelaksanaan pilihan adaptasi

		Kendala		
		Rendah	Sedang	Tinggi
Biaya	Rendah	1. Varietas Unggul (3) 2. SLI/SLPHT (10)	3. Kalendar Tanam (8) 6. Konservasi (10)	
	Sedang	5. Kehidupan Pesisir (10); <i>berpotensi maladaptive</i> 4. Agroforestri (8)	7. Index Panen (7); <i>berpotensi maladaptive</i> 8. Reboisasi Pesisir (8)	11. Hemat Air Panen Air (4) 12. Penghijauan untuk konservasi air (6)
	Tinggi	9. Wilayah Peternakan (8); <i>berpotensi maladaptive</i> 10. Bibit Lokal (9) 13. Sarana Transportasi (9); <i>berpotensi maladaptive</i> 14. Nilai Tambah Ekonomi (9); <i>berpotensi maladaptive</i>	15. Sistem Peringatan Dini (8) 16. Kelembagaan Petani (8)	17. Saluran air irigasi (7) 18. Jaringan Stasiun Iklim (6) 19. Integrasi Hulu-Hilir (7)

Catatan: angka dalam kurung menunjukkan skor potensi dampak positif terhadap aspek pembangunan (lihat Tabel 4.8).

DAFTAR PUSTAKA

- ADB (2010). Addressing Climate Change in Asia and the Pacific: Priorities for Action. Asian Development Bank, Manila.
- Adger, W.N. 2006. Vulnerability Global Environmental Change, Vol.16, no.3, pp. 268-281.
- Barnett, J. and S. O'Neill, 2010: Maladaptation. *Global Environmental Change*, **20(2)**, 211-213.
- Boer, R., Rakhman, A., Faqih, A., Perdinan, Situmorang, A.P., 2015. Indeks Kerentanan dan Risiko Iklim Desa di Propinsi Nusa Tenggara Timur. *Center of Climate Risk and Opportunity Management in Southeast Asia Pasific, Institut Pertanian Bogor (CCROM SEAP IPB). Strategic Planning and Action to Strengthen Climate Resilience (SPARC)*. Kementrian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. Republik Indonesia
- Boyd, E. and S. Juhola, 2009: Stepping up to the climate change: Opportunities in re-conceptualising development futures. *Journal of International Development*, **21(6)**, 792-804.
- Elsner, J.B., Kossin, J.P., & Jagger, T.H. 2008. The increasing intensity of the strongest tropical cyclones. *Nature* **455**, 92-95
- Emanuel, K. A., 2005: Increasing destructiveness of tropical cyclones over the past 30 years. *Nature*, 436: 686–688.
- Gergis, J.L. and Fowler, A.M. 2009. A history of ENSO events since A.D. 1525: implications for future climate change. *Climate Change* 92: 343–387
- Hansen, J., Sato, M., Ruedy, R., Lo, K., Lea, D.W., and Medina-Elizade, M. (2006). Global temperature change. *Proceeding of National Academy of Science* 103: 14288-14293.
- IPCC, 2007. *Climate change 2007: Impacts, adaptation and vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Parry, M.L., O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden, and C.E. Hanson (eds.)]*. Cambridge University Press, Cambridge, UK, pp. 992.
- Jerneck, A. and L. Olsson, 2008: Adaptation and the poor: development, resilience and transition. *Climate Policy*, **8(2)**, 170-182.
- Kasperson, J., R. Kasperson, B.L. Turner, W. Hsieh and A. Schiller. 2005. Vulnerability to Global Environmental Change, in J. Kasperson and R. Kasperson, eds, *The Social Contours of Risk. Volume II: Risk Analysis, Corporations & the Globalization of Risk*, London: Earthscan, pp. 245–285.

- Knutson, R.R., McBride, J.L., Chan, J., Emanuel, K., Holland, G., Landsea, C., Held, I., Kossin, J.P., Srivastava, A.K., & Sugi, M. (2011). Tropical cyclones and climate change. *Nature Geoscience* 3, 157 - 163
- Li, J., Xie, S-P., Cook, E.R., Morales, M.S., Christie, D.A., Johnson, N.C., Chen, F., D'Arrigo, R., Fowler, A.M., Gou, X., and Fang, K., 2013. El Niño modulations over the past seven centuries. *Nature Climate Change* 3:822-826.
- McGregor, S., Timmermann, A., England, M. H., Elison Timm, O., and Wittenberg, A. T. 2013: Inferred changes in El Niño–Southern Oscillation variance over the past six centuries, *Climate Past* 9:2269-2284, DOI:10.5194/cp-9-2269-2013, 2013.
- Ogallo, L., 2010: The Mainstreaming of Climate Change and Variability Information into Planning and Policy Development for Africa. *Procedia Environmental Sciences*, 1, 405-410.
- Timmerman, A, Oberhuber, J., Bacher, A., Esch, M., Latif, M. & Roeckner, E. (1999). Increased El Nino frequency in climate model forced by future greenhouse warming. *Nature* 398: 694-697

LAMPIRAN

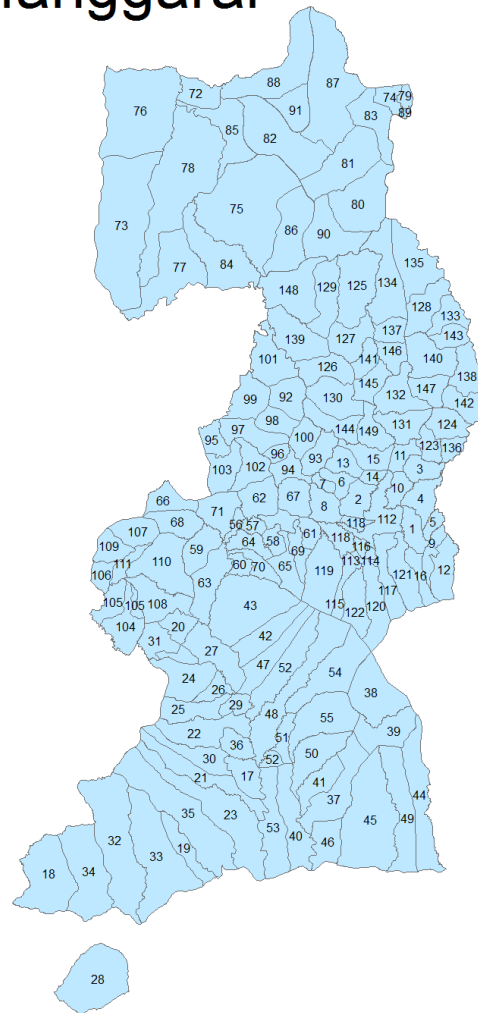
Lampiran 1 Datfar nama desa prioritas 1 untuk pelaksanaan program dan aksi adaptasi di Kabupaten Manggarai

Kecamatan	Desa	Banjir	Kekeringan	Tanah Longsor
Cibal	Golo Ncuang	1	1	1
	Golo Woi	1	1	1
	Lando	1	1	1
	Langkas	1	1	1
	Lenda	1	1	1
	Pagal			1
	Pinggang	1	1	1
	Rado	1	1	1
	Riung	1	1	1
	Wae Codi	1	1	1
Kec. Lelak	Bangka Dese		1	1
	Gelong		1	1
	Ketang	1	1	1
Langkerembong	Golo Dukal		1	1
	Karot	1	1	1
Rahongutara	Bangka Ajang	1	1	1
	Bangka Ruang	1	1	1
	Benteng Tubi		1	1
	Buar	1	1	1
	Compang Dari		1	1
	Dimpong	1	1	1
	Golo Langkok	1	1	1
	Liang Bua	1	1	1
	Manong	1	1	1
	Pong Lengor	1	1	1
	Tengku Lese	1	1	1
	Wae Mantang	1	1	1
Ruteng	Bangka Jong		1	
	Bangka Kenda	1	1	1
	Benteng Kuwu	1	1	1
	Beo Rahong	1	1	1
	Compang Dalo		1	1
	Compang Ndehes	1	1	1
	Golo Mendo		1	
	Golo Worok		1	1
	Golo Wua	1	1	1

Kecamatan	Desa	Banjir	Kekeringan	Tanah Longsor
Satarmese	Longko		1	1
	Ndehes		1	1
	Poco		1	1
	Pong Lao		1	1
	Pong Murung		1	
	Rai	1	1	1
	Ranaka		1	1
	Ranggi	1	1	1
	Satar Ngkeling		1	1
	Gara		1	
	Golo Lambo	1	1	1
	Golo Muntas	1	1	
	Koak		1	1
	Legu	1		
	Lungar		1	1
	Mocok		1	
	Ngkaer	1		
	Papang	1	1	1
	Tal	1	1	
	Wae Ajang		1	
Satarmese Barat	Wewo		1	
	Cireng	1	1	1
	Golo Ropong	1		
	Gulung	1		
	Hilihintir	1		
Waerii	Ling		1	1
	Ruang		1	1
	Wae Mulu	1	1	1

Daftar Desa di Kab. Manggarai

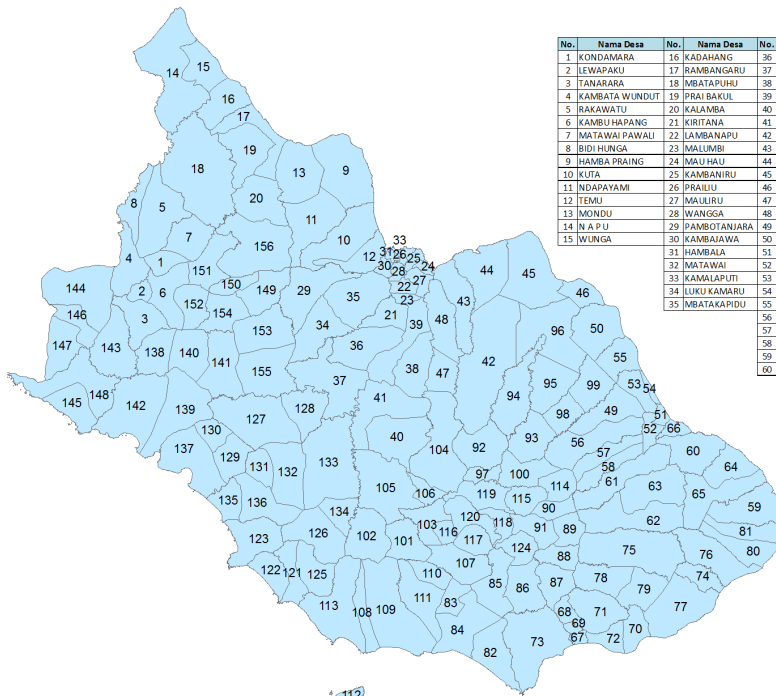
No.	Nama Desa	No.	Nama Desa	No.	Nama Desa
1	BANGKA JONG	51	PONGGEOK	101	WAE MANTANG
2	BANGKA KENDA	52	PONGKOR	102	TENGKU LESE
3	COMPANG NDEHES	53	TAL	103	PONG LENGOR
4	GOLO CADOR	54	UMUNG	104	URANG
5	GOLO MENDO	55	WEWO	105	PONG UMPU
6	GOLO WATU	56	WAE BELANG	106	NDIWAR
7	GOLO WUA	57	RAI	107	NATI
8	LALONG	58	PONG MURUNG	108	LAMBA KETANG
9	LONGKO	59	PONG LEKO	109	GELONG
10	NDEHES	60	PONG LAO	110	BANGKA LELAK
11	POCO	61	BENTENG KUWU	111	BANGKA DESE
12	RANAKA	62	BEO RAHONG	112	KAROT
13	RANGGI	63	BULAN	113	LAWIR
14	SATAR NGKELING	64	COMPANG DALO	114	MBAUMUKU
15	WAE MULU	65	CUMBI	115	PAU
16	WAE RII	66	GOLOWOROK	116	PITAK
17	BEA KONDO	67	KAKOR	117	TENDA
18	BORIK	68	BELANG TURI	118	WALI
19	CEKA LUJU	69	POCO UKANG	119	GOLO DUKAL
20	CIRENG	70	BANGKA LAO	120	WATU
21	GOLO ROPONG	71	MELER	121	CAREP
22	GULUNG	72	PARA LANDO	122	WASO
23	HILIHINTIR	73	NGGALAK	123	WUDI
24	KOLE	74	MATA AIR	124	WELU
25	LIA	75	LOCE	125	WAE RENCA
26	LING	76	LEMARANG	126	WAE CODI
27	NAO	77	LANTE	127	TIMBU
28	NUCA MOLAS	78	WAE KAJONG	128	LANGKAS
29	POPO	79	BARU	129	LATUNG
30	RENDI	80	BAJAK	130	LENDA
31	RUANG	81	RUIS	131	NENU
32	SATAR LENDA	82	RURA	132	PAGAL
33	SATAR LUJU	83	SALAMA	133	LANDO
34	SATAR RUWUK	84	SAMBI	134	RIUNG
35	TERONG	85	TOE	135	LADUR
36	TODO	86	TORONG KOE	136	RADO
37	GOLO MUNTAS	87	WANGKUNG	137	KENTOL
38	LUNGAR	88	ROBEK	138	PINGGANG
39	MOCOK	89	REO	139	GOLO WOI
40	PAKA	90	WATU TANGO	140	PERAK
41	GARA	91	WATU BAUR	141	BANGKA ARA
42	GOLO LAMBO	92	MANONG	142	BARANG
43	JAONG	93	LIANG BUA	143	BEA MESE
44	KOAK	94	GOLO LANGKOK	144	BERE
45	LANGGO	95	DIMPONG	145	COMPANG CIBAL
46	LEGU	96	COMPANG DARI	146	GAPONG
47	NGKAER	97	BUAR	147	GOLO
48	PAPANG	98	BENTENG TUBI	148	GOLO LANAK
49	TADO	99	BANGKA RUANG	149	GOLO NCUANG
50	WAE AJANG	100	BANGKA AJANG		



Lampiran 2 Datfar nama desa prioritas 1 untuk pelaksanaan program dan aksi adaptasi di Kabupaten Sumba Timur

Kecamatan	Desa	Banjir	Kekeringan	Tanah Longsor
Haharu	Mbatapuhu	1	1	1
Kambera	Kambaniru	1		
	Lambanapu	1		
	Malumbi	1		
	Mauhau	1		
	Mauliru	1		
Karera	Praimadita	1	1	1
Kota Waingapu	Pambotanjara	1	1	1
Lewa	Kambu Hapang		1	1
	Rakawatu	1	1	1
Lewatidahu	Bidi Praing	1	1	
	Kangeli	1	1	1
Mahu	La Hiru	1	1	1
Matawai La Pawu	Katikuwai	1	1	1
Ngadu Ngala	Kabanda	1	1	1
	Kakaha	1		
Nggaha Ori Angu	Ngadu Langgi	1	1	1
	Prai Karang		1	1
	Prai Paha	1	1	1
Paberiwai	Karera Jangga	1	1	1
Pahungalodu	Kuruwaki	1	1	1
	Palanggai	1		
	Tamma	1	1	1
Rindi	Hanggaroru	1		
	Lai Lanjang	1	1	1
	Tamburi	1	1	1
Tabundung	Praing Kareha	1	1	1
	Tarimbang	1	1	1
Umalulu	Lairuru	1	1	1
	Matawai Atu	1		
	Mutu Nggeding	1	1	
	Ngaru Kanoru	1	1	1
	Watu Hadang	1	1	
	Watu Puda	1	1	1
Wulawaijelu	Lai Pandak	1		
	Lumbu Menggit	1	1	

Daftar Desa di Kab. Sumba Timur



No.	Nama Desa	No.	Nama Desa	No.	Nama Desa	No.	Nama Desa	No.	Nama Desa
1	KONDAMARA	16	KADAHANG	36	MARADA MUNDI	61	TAMBURI	86	KABANDA
2	LEWAPAKU	17	RAMBANGARU	37	MAIDANG	62	LAI LANJANG	87	HARAY
3	TANARARA	18	MBATAPOHU	38	WAIMIDI	63	HANGGARORU	88	ULUJUNDU
4	KAMBATA WUNDUT	19	PRAI BAKUL	39	LUKU WINGIR	64	TANASAINING	89	WAI RARA
5	RAKAWATU	20	KALAMBA	40	LAI META	65	HEIKATAPU	90	PRAI KALALA
6	KAMBU HAPANG	21	KIRITANA	41	MAHU BOKUL	66	KAYURI	91	PATAMAWAI
7	MATAWAI PAWALI	22	LAMBANAPU	42	MAU BOKUL	67	LUMBU MANGGIT	92	MEO RUMBA
8	BIDI HUNGA	23	MALUMBI	43	KAWANGU	68	LAI PANDAK	93	KAMANGGIGH
9	HAMBA PRAING	24	MAUWAU	44	WATURAKA	69	LA TENA	94	LAI MBONGA
10	KUTA	25	KAMBIANIRU	45	PALAKAHEMBI	70	W U LA	95	MATAWAI KATINGGA
11	NDAPAYAMI	26	PRAILU	46	KADUMBUL	71	PARANDA	96	KOTAK KAWAU
12	TEMU	27	MAULURU	47	LAINDEHA	72	HADAKAMALI	97	MAU RAMBA
13	MONDU	28	WANGGA	48	KAMBIATA TANA	73	LAINJANJI	98	KATAKA
14	N A P U	29	PAMBOTANJARA	49	LAIURU	74	TANAMANANG	99	MATAWAI MARINGU
15	WUNGA	30	KAMBAJAWA	50	WANGA	75	TAMMA	100	KAMBATA BUNDUNG
31	HAMBALA	51	LUMBUKORE	76	LAMBAKARA	101	WANGGAMETI	136	PRAING KAREHA
32	MATAWAI	52	WATU HADANG	77	KALUDA	102	KATIKUWAI	137	TARIMBIANG
33	KAMALAPUTI	53	MUTUNGGEDING	78	KURUWAKI	103	KARIPI	138	MATAWAI AMAHU
34	LUKU KAMARU	54	MATAWAI ATU	79	PAMBURU	104	KATIKU LUKU	139	LAI LARA
35	MBATAKAPIDU	55	PATAWANG	80	MBURURUKULU	105	KATIKUTANA	140	KOMBAPARI
56	WATU PUDA	81	PALANGGAI	106	PRAI BOKUL	141	MANDAHU		
57	UMALULU	82	HAMBA WUTANG	107	JANGGA MANGU	142	PRAI BAKUL		
58	NGARU KANORU	83	PRAI WITU	108	ANANJAKI	143	LAI HAWU		
59	KABARU	84	KAKAHL	109	NGGONGI	144	KANGU		
60	RINDI	85	PRAU RAMING	110	NANGGA	145	MONDU LAMBI		
111	TANDULA JANGGA	146	BIDI PRAING						
112	PRAI SALURA	147	WATUMBELAR						
113	PRAIMADITA	148	UMAMANU						
114	PABERA MANERA	149	MAKAMENGGIT						
115	PRAI MBANA	150	PRAI KARANG						
116	WINU MURU	151	PRAI PAHA						
117	KARERA JANGGA	152	KAHRI						
118	LAI TAKU	153	PULU PANIANG						
119	MEHANG MATA	154	TANATUKU						
120	KANANGGAR	155	NGADU JANGGA						
		156	TANDULA JANGGA						

Lampiran 3 Daftar nama desa prioritas 1 untuk pelaksanaan program dan aksi adaptasi di Kabupaten Sabu Raijua

Kecamatan	Desa	Banjir	Kekeringan	Tanah Longsor
Hawu Mehara	Daieko		1	
	Gurimonearu		1	1
	Ledeae		1	1
	Lederaga		1	
	Lobohede		1	
	Molie		1	1
	Ramedue		1	1
	Tanajawa		1	
	Wadumeddi		1	1
Raijua	Ballu		1	1
	Ledeunu		1	1
Sabu Barat	Raenalulu		1	
Sabu Tengah	Eilode		1	1
	Matei		1	
	Tada		1	1
Sabu Timur	Eiada		1	1
	Keliha		1	1

Daftar Desa di Kab. Sabu Raijua

No.	Nama Desa	No.	Nama Desa	No.	Nama Desa	No.	Nama Desa
1	LOBOAJU	21	LOBODEI	41	JADU	61	RAEMADIA
2	EILODE	22	LIMAGGU	42	TERIWU	62	EIMAU
3	EIMMADAKE	23	BODAE	43	RAEDEWA	63	EIADA
4	JIWUWU	24	KUJIRATU	44	NADAWAWI		
5	RAEROBO	25	BOLOU	45	RAENYALE		
6	LEDEKE	26	PEDARRO	46	RAEKORE		
7	DEME	27	RAMEDUE	47	LEDEANA		
8	LEDETALO	28	LOBOHEDE	48	TITINALEDE		
9	DAINAO	29	MOLIE	49	DELO		
10	WADUWALA	30	LEDERAGA	50	LEDEKEPAKA		
11	EILOGO	31	DAIEKO	51	MEBBA		
12	MEHONA	32	TANAJAWA	52	KOLORAE		
13	EIKARE	33	LEDEAE	53	LEDEUNU		
14	LOBORUI	34	WADUMEDDI	54	BALLU		
15	HALAPAJI	35	GURIMONEARU	55	BOLUA		
16	KOTAHAWU	36	ROBOABA	56	LEDEKE		
17	KELIHA	37	RAELORO	57	MATEI		
18	KEDURU	38	RAEMUDE	58	BEBAE		
19	HUWAGA	39	DEPE	59	TADA		
20	LOBORAI	40	RAENALULU	60	MENIA		

