



**USAID**  
FROM THE AMERICAN PEOPLE

# LAPORAN KAJIAN KERENTANAN DAN RISIKO IKLIM PROVINSI JAWA TIMUR

USAID ADAPTASI PERUBAHAN IKLIM DAN KETANGGUHAN (APIK)



**MARET 2018**

Laporan ini dibuat untuk dikaji oleh Badan Pembangunan Internasional Amerika Serikat (USAID). Dokumen ini disiapkan oleh DAI.

# LAPORAN KAJIAN KERENTANAN DAN RISIKO IKLIM PROVINSI JAWA TIMUR

**USAID ADAPTASI PERUBAHAN IKLIM DAN KETANGGUHAN (APIK)**

**Program Title** : USAID Adaptasi Perubahan Iklim dan Ketangguhan  
**Sponsoring USAID Office** : USAID/Indonesia Office of Environment  
**Contract Number** : AID-497-C-16-00003  
**Contractor** : DAI  
**Date of Publication** : MARET 2018  
**Author** : DAI

Foto cover:

© Oscar Siagian/ USAID APIK

Kiri: Seorang ibu sedang pemerah susu di Desa Ngabab, Kabupaten Malang. Sektor peternakan merupakan salah satu sektor utama yang rentan di Provinsi Jawa Timur.

Kanan: Seorang ibu memanen jagung di Kabupaten Malang. Sektor pertanian di Jawa Timur rentan penurunan produktivitas karena cuaca ekstrem.

## **DISCLAIMER**

Dokumen Kajian Kerentanan Iklim Provinsi Jawa Timur ini dibuat dengan dukungan Rakyat Amerika melalui Badan Pembangunan Internasional Amerika Serikat (USAID). Konten dari dokumen ini sepenuhnya merupakan tanggung jawab penulis dan tidak mencerminkan pandangan dari USAID atau Pemerintah Amerika Serikat.

# KATA PENGANTAR

Sesuai dengan amanah Undang-Undang Nomor 16 Tahun 2016 tentang Pengesahan *Paris Agreement To The United Nations Framework Convention On Climate Change* (Peretujuan Paris Atas Konvensi Kerangka Kerja Perserikatan Bangsa-Bangsa Mengenai Perubahan Iklim), Indonesia telah bertekad untuk melakukan adaptasi pada perubahan iklim.

Perubahan iklim merupakan fenomena global yang saling terkait dan saling mempengaruhi antar wilayah di dunia, termasuk di Indonesia dan Provinsi Jawa Timur. Sebagai wilayah yang sebagian masyarakatnya bekerja pada lapangan usaha di bidang pertanian, perikanan, dan peternakan, Jawa Timur memiliki potensi terpapar dampak negatif perubahan iklim. Demikian pula dengan potensi bencana, yang berdasarkan data Tahun 2007- 2017, 95% bencana disebabkan karena faktor iklim dan cuaca. Oleh karena itu, dipandang perlu melakukan langkah-langkah adaptasi terhadap perubahan iklim.

Kajian ini merupakan hulu dalam tahapan penyusunan aksi adaptasi perubahan iklim, sehingga masih perlu ditindaklanjuti dengan kajian-kajian di sektor-sektor lainnya dan diperluas wilayah kajiannya. Untuk itu dukungan dan kerja bersama antara pemerintah, swasta, masyarakat, akademisi dan lembaga non pemerintah sangat diharapkan.

Atas nama Pemerintah Provinsi Jawa Timur, Saya mengucapkan terima kasih pada Program USAID APIK dan berbagai pihak yang telah mendukung penyusunan ***Kajian Kerentanan dan Risiko Iklim Provinsi Jawa Timur***. Semoga kajian ini dapat digunakan menjadi salah satu acuan dalam perencanaan pembangunan daerah Provinsi Jawa Timur.

Surabaya, 17 September 2018

**KEPALA BADAN  
PERENCANAAN DAN PEMBANGUNAN DAERAH  
PROVINSI JAWA TIMUR**

**Dr. BOBBY SOEMARSONO, SH, MSI**

Pemimpin Utama Madya

NIP. 19661031 199011 1 001

# DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	II
DAFTAR ISI.....	III
DAFTAR GAMBAR.....	V
DAFTAR TABEL.....	VI
DAFTAR SINGKATAN.....	VII
RINGKASAN EKSEKUTIF.....	VIII
EXECUTIVE SUMMARY.....	IX
<b>BAB 1. PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1. LATAR BELAKANG.....	1
1.2. TUJUAN.....	1
1.3. METODOLOGI.....	2
1.4. KONSEP DASAR KERENTANAN DAN RISIKO.....	3
1.5. PROSES DAN PARA PIHAK YANG TERLIBAT DALAM KAJIAN.....	4
<b>BAB 2. KONDISI UMUM DAERAH KAJIAN.....</b>	<b>5</b>
2.1. KONDISI GEOGRAFIS DAN ALAM.....	5
2.2. KONDISI EKONOMI DAERAH.....	6
<b>BAB 3. DATA HISTORIS DAN PROYEKSI IKLIM.....</b>	<b>8</b>
3.1. POLA MUSIM DAN IKLIM.....	8
3.2. PROYEKSI SUHU, CURAH HUJAN DAN KEKERINGAN 30 TAHUN MENDATANG.....	9
3.2.1. Perubahan Suhu Jawa Timur.....	10
3.2.2. Perubahan Curah Hujan Efektif Jawa Timur.....	11
3.2.3. Hujan Efektif Jawa Timur.....	12
3.2.4. Hari-hari Tanpa Hujan Jawa Timur.....	13
<b>BAB 4. PEMILIHAN BIDANG YANG DIKAJI.....</b>	<b>15</b>
4.1. BIDANG PERTANIAN PADI.....	17
4.2. BIDANG PETERNAKAN SAPI, KERBAU DAN KAMBING (RUMINANSIA).....	17
4.3. BIDANG PERIKANAN TANGKAP.....	19
4.4. BIDANG AIR BERSIH.....	19
4.5. BIDANG PENANGGULANGAN BENCANA LONGSOR DAN BANJIR.....	20
<b>BAB 5. ANALISIS ANCAMAN, KERENTANAN, DAN RISIKO BIDANG PERTANIAN PADI.....</b>	<b>21</b>
5.1. ANALISIS ANCAMAN.....	21
5.2. ANALISIS KERENTANAN.....	25
5.2.1. Keterpaparan.....	25
5.2.2. Sensitivitas.....	25
5.2.3. Kapasitas Adaptif.....	25
5.3. ANALISIS RISIKO.....	27
<b>BAB 6. ANALISIS ANCAMAN, KERENTANAN DAN RISIKO UNTUK BIDANG PETERNAKAN.....</b>	<b>29</b>
6.1. ANALISIS ANCAMAN.....	29
6.2. ANALISIS KERENTANAN.....	31
6.3. ANALISIS RISIKO PETERNAKAN.....	33

<b>BAB 7. ANALISIS ANCAMAN, KERENTANAN, DAN RISIKO UNTUK BIDANG PERIKANAN TANGKAP .....</b>	<b>35</b>
7.1. ANALISIS ANCAMAN BIDANG PERIKANAN TANGKAP.....	35
7.1.1. Gelombang Ekstrem .....	37
7.1.2. Banjir Rob .....	38
7.1.3. Penurunan Potensi Ikan .....	38
7.1.4. Perbandingan Ancaman Antar Wilayah.....	40
7.2 ANALISIS KERENTANAN SEKTOR PERIKANAN TANGKAP.....	41
<b>BAB 8. ANALISIS ANCAMAN, KERENTANAN, DAN RISIKO UNTUK BIDANG AIR BERSIH .....</b>	<b>44</b>
8.1. PEMETAAN ANCAMAN KEKURANGAN AIR BERSIH .....	44
8.1.1. Metodologi.....	44
8.1.2. Elevasi Lahan.....	45
8.1.3. Curah Hujan .....	46
8.1.4. Evapotranspirasi.....	46
8.1.5. Cekungan Air Tanah.....	47
8.1.6. Jumlah Penduduk.....	47
8.1.7. Peta Ancaman.....	47
8.2. ANALISIS KERENTANAN .....	48
8.2.1. Kepadatan Penduduk.....	48
8.2.2. Tutupan Lahan .....	48
8.2.3. Tingkat Kemiskinan.....	49
8.2.4. Sumber Air.....	49
8.2.5. Pendidikan.....	49
8.3 ANALISIS RISIKO.....	50
<b>BAB 9. ANALISIS ANCAMAN, KERENTANAN DAN RISIKO UNTUK BIDANG PENANGGULANGAN BENCANA HIDROMETEOROLOGI .....</b>	<b>53</b>
9.1. BANJIR.....	53
9.1.1. Analisis Ancaman Banjir.....	53
9.1.2. Analisis Kerentanan terhadap Banjir.....	58
9.1.3. Analisis Risiko .....	60
9.2. LONGSOR.....	61
9.2.1. Ancaman Longsor .....	61
9.2.2. Kerentanan terhadap Longsor .....	62
<b>BAB 10. GABUNGAN PETA RISIKO DARI SEMUA BIDANG.....</b>	<b>65</b>
10.1. GABUNGAN PETA ANCAMAN DARI SEMUA BIDANG .....	65
10.2. GABUNGAN PETA KERENTANAN DARI SEMUA BIDANG.....	67
10.3. GABUNGAN PETA RISIKO DARI SEMUA BIDANG.....	69
<b>BAB 11. PILIHAN ADAPTASI UNTUK SETIAP BIDANG.....</b>	<b>71</b>
11.1. ADAPTASI BIDANG PERTANIAN PADI .....	71
11.2. BIDANG PENANGGULANGAN BENCANA BANJIR DAN LONGSOR .....	71
11.3. BIDANG AIR BERSIH.....	72
11.4. BIDANG PETERNAKAN .....	72
11.5. BIDANG PERIKANAN TANGKAP.....	73
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>74</b>

# DAFTAR GAMBAR

Gambar 1: Bagan Alur Kajian .....	2
Gambar 2: Peta Zona Iklim di Indonesia .....	9
Gambar 3: Proyeksi Perubahan Suhu Rata-rata di Jawa Timur .....	10
Gambar 4: Perubahan Curah Hujan Musiman .....	12
Gambar 5: Hujan Efektif di Jawa Timur .....	13
Gambar 6: Proyeksi Perubahan Hari-hari Berurutan Tanpa Hujan .....	13
Gambar 7: Proyeksi Penurunan Produktivitas Pertanian Padi dan Jagung di Malang Raya sampai dengan 2030 .....	22
Gambar 8: Alur Analisis Ancaman Bidang Pertanian .....	22
Gambar 9: Peta Ancaman pada Pertanian Padi Periode 2006-2014 .....	23
Gambar 10: Peta Proyeksi Ancaman Musiman untuk Pertanian Padi Jawa Timur Periode 2030-2040 .....	24
Gambar 11: Peta Kerentanan Bidang Pertanian Padi Jawa Timur Periode 2006-2014 .....	26
Gambar 12: Peta Risiko Pertanian Padi Jawa Timur Periode 2006-2014 .....	27
Gambar 13: Peta Risiko Pertanian Padi Proyeksi Periode 2030-2040 .....	28
Gambar 14: Alur Analisis Proyeksi Ancaman Bidang Peternakan 2030-2040 .....	29
Gambar 15: Peta Ancaman Pada Bidang Peternakan Jawa Timur Periode 2006-2014 .....	30
Gambar 16: Peta Proyeksi Ancaman Bidang Peternakan Periode 2030-2040 .....	31
Gambar 17: Peta Kerentanan Bidang Peternakan Jawa Timur Periode 2006-2014 .....	32
Gambar 18: Peta Risiko Bidang Peternakan Jawa Timur Periode 2006-2014 .....	33
Gambar 19: Peta Proyeksi Risiko Bidang Peternakan Jawa Timur Periode 2030-2040 .....	34
Gambar 20: Perubahan Suhu Laut, Salinitas dan Tinggi Permukaan Laut dan Kejadian El Nino-La Nina dari 1960-2010 di Indonesia .....	35
Gambar 21: Rantai Dampak Perubahan Iklim di Bidang Perikanan .....	36
Gambar 22: Contoh Peta Gelombang Tinggi yang Terjadi pada Bulan Juli 2013 .....	37
Gambar 23: Peta Proyeksi Perubahan Tinggi Gelombang pada Periode 2040 .....	38
Gambar 24: Proyeksi Kenaikan Suhu Air Laut di Selatan Jawa dari 2010 hingga 2040 .....	39
Gambar 25: Peta Proyeksi Kenaikan Suhu Permukaan Laut 2010-2040 .....	40
Gambar 26: Peta Kerentanan Bidang Perikanan Tangkap Jawa Timur Periode 2006-2014 .....	43
Gambar 27: Bagan Alir Proses Pemetaan Ancaman Kekurangan Air Bersih .....	45
Gambar 28: Peta Ancaman Bencana Kekeringan di Jawa Timur 2015 .....	47
Gambar 29: Peta Kerentanan Bencana Kekeringan Jawa Timur Periode 2015 .....	50
Gambar 30: Peta Risiko Bencana Kekeringan di Provinsi Jawa Timur 2015 .....	51
Gambar 31: Peta Proyeksi Risiko Bencana Kekeringan Periode 2030-2040 .....	52
Gambar 32: Bagan Alir Proses Pemetaan Ancaman Banjir .....	54
Gambar 33: Peta Tutupan Lahan Jawa Timur .....	55
Gambar 34: Peta Ancaman Banjir Jawa Timur Periode 2006-2016 .....	57
Gambar 35: Peta Proyeksi Ancaman Banjir Jawa Timur Periode 2030-2040 .....	57
Gambar 36: Peta Kerentanan terhadap Banjir Jawa Timur Periode 2006-2014 .....	59
Gambar 37: Peta Kerentanan Banjir Periode Proyeksi 2030-2040 .....	59
Gambar 38: Peta Risiko Bencana Banjir Jawa Timur Periode 2015 .....	60
Gambar 39: Peta Proyeksi Risiko Banjir Jawa Timur Periode 2030-2040 .....	61
Gambar 40: Peta Ancaman Wilayah Potensi Gerakan Tanah Provinsi Jawa Timur 2016 .....	62
Gambar 41: Peta Kerentanan terhadap Longsor Periode 2006-2014 .....	63
Gambar 42: Peta Proyeksi Kerentanan terhadap Longsor Jawa Timur Periode 2030-2040 .....	63
Gambar 43: Peta Gabungan Ancaman Iklim Provinsi Jawa Timur Periode 2006-2014 .....	65
Gambar 44: Peta Gabungan Proyeksi Ancaman Iklim Provinsi Jawa Timur Periode 2030 - 2040 .....	66
Gambar 45: Peta Gabungan Kerentanan terhadap Iklim Provinsi Jawa Timur Periode 2006 – 2016 .....	67
Gambar 46: Peta Gabungan Proyeksi Kerentanan terhadap Iklim Provinsi Jawa Timur Periode 2030-2040 .....	68
Gambar 47: Peta Gabungan Risiko Terhadap Iklim Jawa Timur Periode 2006-2016 .....	69
Gambar 48: Peta Gabungan Proyeksi Risiko Terhadap Iklim Jawa Timur 2030-2040 .....	70

# DAFTAR TABEL

Tabel 1: Penggunaan Lahan Provinsi Jawa Timur .....	6
Tabel 2: Indeks Kualitas Lingkungan Hidup Provinsi Jawa Timur.....	6
Tabel 3: Struktur PDRB Jawa Timur Menurut Lapangan Usaha Tahun 2016 .....	6
Tabel 4: Tabel Kinerja Ekonomi dan Kesejahteraan Rakyat Provinsi Jawa Timur .....	7
Tabel 5: Proyeksi Kenaikan Suhu Rata-rata, Maksimum dan Minimum di Jawa Timur periode 2006-2014 terhadap periode 2032-2040.....	10
Tabel 6: Potensi Dampak Iklim pada Bidang-Bidang Strategis di Provinsi Jawa Timur .....	16
Tabel 7: Produksi Padi Provinsi Jawa Timur terhadap Produksi Nasional 2010-2014 .....	17
Tabel 8: Luas Lahan Padi (ha) Periode 2010 – 2014 .....	17
Tabel 9: Populasi Ternak Sapi dan Jumlah Tenaga Kerja Sektor Peternakan .....	18
Tabel 10: Persentase Produksi Perikanan Tangkap terhadap Produksi Perikanan Total .....	19
Tabel 11: Persentase Rumah Tangga Menggunakan Air Bersih di Jawa Timur 2009-2012.....	20
Tabel 12: Kejadian bencana Jawa Timur 2000 – Februari 2017 .....	20
Tabel 13: Indikator Kerentanan Pertanian Padi.....	26
Tabel 14: Indikator Kerentanan Peternakan .....	32
Tabel 15: Perbandingan Ancaman Perikanan Tangkap di Jawa Timur.....	40
Tabel 16: Indikator Kerentanan Sektor Perikanan Tangkap.....	41
Tabel 17: Indikator Kerentanan terhadap Air Bersih.....	49
Tabel 18: Proses Analisis Kerentanan.....	58
Tabel 19: Analisis Risiko.....	60
Tabel 20: Analisis Kerentanan terhadap Longsor .....	62

# DAFTAR SINGKATAN

API	Adaptasi Perubahan Iklim
APIK	Adaptasi Perubahan Iklim dan Ketangguhan
Bappeda	Badan Perencanaan Pembangunan Daerah
BBWS	Balai Besar Wilayah Sungai
BMKG	Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika
BNPB	Badan Nasional Penanggulangan Bencana
BPBD	Badan Penanggulangan Bencana Daerah
BPS	Badan Pusat Statistik
CDD	Consecutive Dry Days
CWD	Continuous Wave Doppler
DAS	Daerah Aliran Sungai
DJF	Desember, Januari, Februari (musim)
ESDM	Energi dan Sumber Daya Mineral
EWS	Early Warning System
GIS	Geographic Information System
GLDAS	Global Land Data Assimilation System
IPCC	Intergovernmental Panel for Climate Change
IPM	Indeks Pembangunan Manusia
Jatim	Jawa Timur
JJA	Juni, Juli, Agustus
Kab.	Kabupaten
KLHK	Kementrian Lingkungan Hidup dan Kehutanan
KRAPI	Kajian Risiko dan Adaptasi Perubahan Iklim
MAM	Maret, April, Mei
NASA	National Aeronautics and Space Administration
NTN	Nilai Tukar Nelayan
OPD	Organisasi Perangkat Daerah
OPT	Organisme Pengganggu Tanaman
PDB	Produk Domestik Bruto
PPI	Pangkalan Pendaratan Ikan
PPN	Pelabuhan Perikanan Nusantara
PPP	Pelabuhan Perikanan Pantai
PRB	Pengurangan Risiko Bencana
PU	Pekerjaan Umum
RTRW	Rencana Tata Ruang Wilayah
SDA	Sumber Daya Alam
SLI	Sekolah Lapang Iklim
SLPHT	Sekolah Lapang Pengendalian Hama Tanaman
SLPTT	Sekolah Lapang Pengelolaan Tanaman Terpadu
SON	September, Oktober, November
SPAM	Sistem Penyediaan Air Minum
SRTM	<i>Shuttle Radar Topography Mission</i>
TNP2K	Tim Nasional Percepatan Penanggulangan Kemiskinan
TPI	Tempat Pelelangan Ikan
USAID	United States Agency for International Development
WS	Wilayah Sungai

# RINGKASAN EKSEKUTIF

Tahun 2015 dan 2016 tercatat oleh Organisasi Meteorologi Dunia sebagai tahun terpanas dalam seratus tahun terakhir. Kejadian cuaca ekstrem, bencana banjir dan longsor semakin sering terjadi. Risiko perubahan iklim dan bencana dihadapi oleh semua lapisan masyarakat di Jawa Timur; namun kelompok masyarakat yang akan paling merasakan dampaknya adalah petani, nelayan, dan penduduk miskin perkotaan. Dampak dari perubahan iklim dapat mengurangi hasil-hasil pembangunan, mengancam ketahanan pangan, dan menambah angka kemiskinan. Sebagian besar bencana yang terjadi di Provinsi Jawa Timur terkait dengan iklim dan cuaca (bencana hidrometeorologis).

Untuk dapat mengurangi risiko bencana dan kerugian karena variabilitas iklim, perlu ditemukan apa saja yang menjadi faktor risiko di Provinsi Jawa Timur. Karena perubahan iklim terjadi secara perlahan dalam jangka waktu yang lama maka perlu ada gambaran tentang risiko yang ada pada masa kini dan proyeksi risiko yang akan muncul 30 tahun mendatang.

Hasil kajian ini akan menjadi informasi untuk dasar penyusunan strategi adaptasi dan ketangguhan. Hasil kajian ini juga sebagai dasar membuat perkiraan potensi kerugian dari perubahan iklim dan bencana terkait iklim. Kajian kerentanan ini bertujuan untuk: 1) mengidentifikasi bidang-bidang apa yang perlu diprioritaskan dalam adaptasi terhadap perubahan iklim dan pengurangan risiko bencana di Provinsi Jawa Timur; 2) memetakan perbandingan risiko iklim pada beberapa sektor tertentu; 3) membangun kapasitas para pemangku kepentingan di Jawa Timur dalam melakukan kajian kerentanan iklim.

Metodologi yang digunakan dalam kajian ini adalah: 1) analisis risiko dinamis yang melihat risiko saat ini dan masa 30 tahun kedepan ; 2) konsultasi dengan para pemangku kepentingan dan tenaga ahli melalui lokakarya; dan 3) analisis Sistem Informasi Geografis (SIG) berbasis lanskap dengan unit analisis di tingkat Kecamatan (alur proses dapat dilihat pada Gambar 1).

Hasil dari kajian ini adalah: 1) tabel perkiraan dampak perubahan iklim pada bidang-bidang strategis; 2) kesepakatan tentang bidang strategis yang perlu diprioritaskan dalam adaptasi di Jawa Timur (pertanian, peternakan, perikanan, air bersih dan penanggulangan bencana); 3) penentuan indikator, data dan bobot dari tiap faktor kerentanan pada tiap bidang; dan 4) peta-peta perbandingan risiko antara Kecamatan, dan daftar Kecamatan yang berisiko tinggi untuk bidang pertanian, peternakan, penanggulangan bencana banjir dan longsor.

Rekomendasi yang dihasilkan adalah: 1) perlu adanya penyusunan strategi adaptasi dan ketangguhan jangka panjang; 2) pengarusutamaan adaptasi perubahan iklim (API) dan pengurangan risiko bencana (PRB) ke dalam program-program sektoral seperti prasarana, kesehatan, pendidikan, perumahan, air bersih, pemberdayaan masyarakat, dll.; 3) Pemantauan dampak iklim dan perbaikan dalam pengelolaan data kebencanaan; dan 4) peningkatan kerja sama antar daerah untuk pengurangan risiko iklim lintas batas.

# EXECUTIVE SUMMARY

The World Meteorological Organization listed 2015 and 2016 as the hottest in the last hundred years. Extreme weather events, floods, and landslides are becoming more frequent. The risks of climate change and disasters are faced by all levels of society in East Java, but the communities that will most strongly feel the impact are farmers, fishermen, and the urban poor. The impacts of climate change can reduce development outcomes, threaten food security, and increase poverty. Most of the disasters that occur in East Java are related to climate and weather (hydro-meteorological disasters).

In order to reduce disaster risks and losses due to climate change, it is necessary to identify the risk factors in East Java Province. As climate change occurs slowly over long periods of time, it is necessary to have a map of the present risks and the risks projected to emerge in 30 years.

The results of this assessment will be used as the basis of developing adaptation and resilience strategies in East Java. They will also serve as inputs for estimating potential losses from climate change and climate-related disasters. This vulnerability study aims to: 1) identify the sectors to prioritize in adaptation to climate change and disaster risk reduction; 2) map the risk index of each subdistrict; and 3) build the capacity of stakeholders in East Java in conducting climate vulnerability assessments.

The methodologies used in this study are: 1) dynamic risk analyses that look at current and future risks in 30 years; 2) consultations with stakeholders and experts through workshops; and 3) Geographical Information System (GIS)-based landscape analysis with analysis units at the subdistrict level (the process flow can be seen in Figure 1).

The results of this study are: 1) tables of estimates of the climate change impacts on strategic sectors; 2) agreement on the strategic sectors that need to be prioritized for adaptation in East Java (agriculture, livestock, fisheries, clean water, and disaster management); 3) determination of indicators, data, and weightings of each vulnerability factor in each field; and 4) risk comparison maps among subdistricts and a list of high-risk subdistricts for agriculture, livestock, flood, and landslide prevention.

The resulting recommendations are: 1) formulating long-term adaptation and resilience strategies; 2) mainstreaming climate change adaptation and disaster risk reduction (DRR) into sectoral programs such as infrastructure, health, education, housing, clean water, community empowerment, etc.; 3) monitoring of climate impacts and improvements in disaster data management; and 4) enhancement of inter-regional cooperation for cross-border climate risk reduction.

# BAB I. PENDAHULUAN

## I.1. LATAR BELAKANG

Emisi gas CO<sub>2</sub> yang dihasilkan dari pembakaran minyak, batubara dan juga pembukaan hutan, telah menyebabkan pemanasan global dan perubahan iklim. Dampak dari perubahan iklim ini sangat luas, mencakup banyak sektor dalam kehidupan manusia dan dapat disaksikan di semua daerah. Suhu rata-rata global terus meningkat. Tahun 2015 dan 2016 tercatat oleh Organisasi Meteorologi Dunia sebagai tahun terpanas dalam seratus tahun terakhir. Kejadian cuaca ekstrem semakin sering terjadi dan pola musim semakin sulit diperkirakan. Perubahan iklim akan meningkatkan frekuensi cuaca ekstrem, kekeringan, banjir dan longsor. Sektor yang akan terdampak antara lain adalah sektor: pertanian, perikanan, lingkungan hidup, air bersih-sanitasi, infrastruktur, kesehatan, dan penanggulangan bencana. Risiko perubahan iklim dihadapi oleh semua lapisan masyarakat, namun kelompok masyarakat yang akan paling merasakan dampak perubahan iklim adalah petani, nelayan, dan penduduk miskin perkotaan. Penghasilan mereka akan menurun sementara ancaman bencana akan semakin tinggi. Dari sudut pandang gender, ibu-ibu rumah tangga juga akan merasakan beban yang lebih berat jika terjadi cuaca ekstrem, banjir atau kekeringan. Provinsi Jawa Timur juga tidak terlepas dari dampak perubahan iklim ini (BMKG, 2016). Dampak dari perubahan iklim dapat mengurangi hasil-hasil pembangunan, mengancam ketahanan pangan, dan menambah angka kemiskinan.

Untuk mengurangi dampak tersebut perlu dilakukan upaya adaptasi terhadap perubahan iklim. Adaptasi terhadap perubahan iklim adalah serangkaian upaya transformatif untuk mengurangi risiko dari stresor iklim dan mengambil manfaat dari peluang baru yang muncul. Namun, sebelum itu untuk membuat adaptasi yang benar perlu dibuat kajian kerentanan dan risiko iklim. Kajian kerentanan dan risiko iklim adalah serangkaian analisis yang didasari informasi proyeksi iklim yang ilmiah untuk memperkirakan dan memetakan risiko iklim.

## I.2. TUJUAN

Kajian ini dibuat sebagai dasar untuk penyusunan strategi adaptasi perubahan iklim dan ketangguhan daerah. Selain itu kajian ini juga ditujukan sebagai masukan untuk perencanaan pembangunan daerah yang lebih adaptif terhadap perubahan iklim. Hasil yang diharapkan dari kajian ini adalah:

- a. Penentuan bidang-bidang yang perlu diprioritaskan dalam adaptasi di daerah ini;
- b. Perkiraan kerentanan dan risiko perubahan iklim dalam bidang yang dipilih;
- c. Pilihan adaptasi untuk bidang yang dikaji.

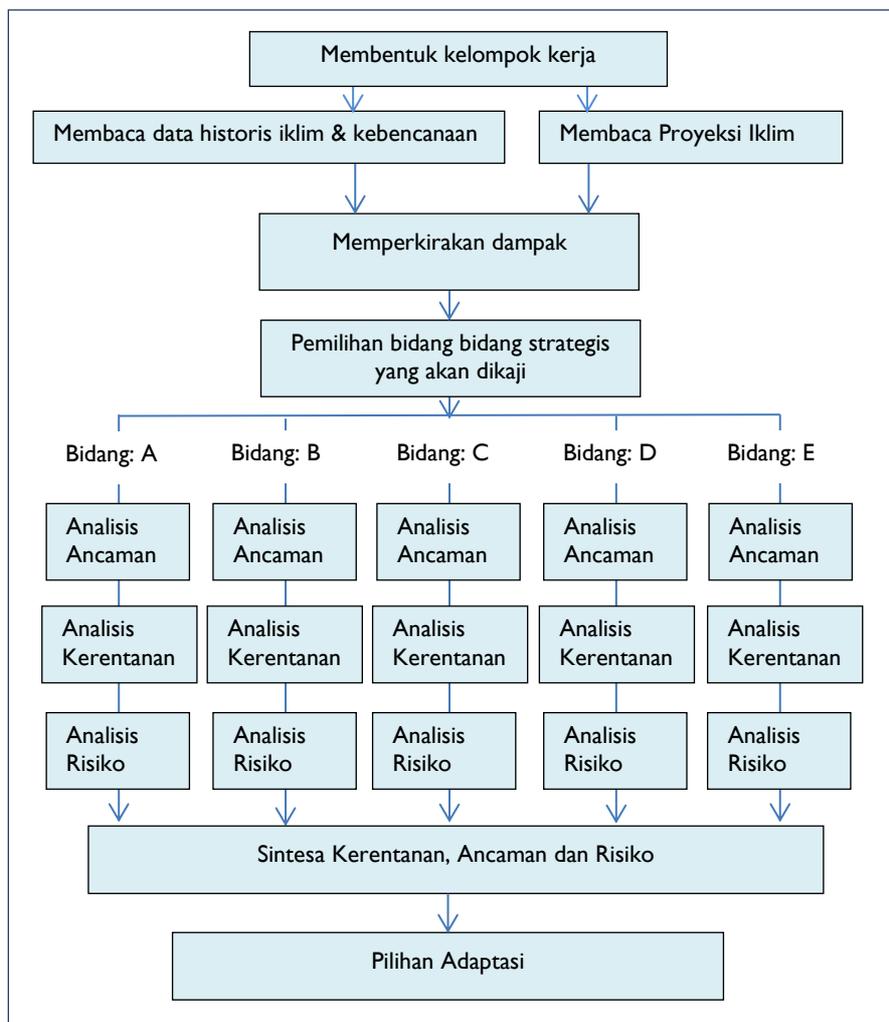
Selain untuk masukan dalam perencanaan pembangunan daerah, hasil kajian risiko ini juga akan menjadi pertimbangan dalam penentuan desa prioritas, yang dianggap paling rentan yang perlu didampingi oleh pemerintah daerah dan program USAID APIK. Hasil kajian ini dapat pula digunakan untuk evaluasi upaya adaptasi pada 5 sampai 10 tahun mendatang.

### I.3. METODOLOGI

Kajian kerentanan dan risiko iklim ini mengacu pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan (LHK) Nomor 33 Tahun 2016 tentang Pedoman Penyusunan Aksi Adaptasi Perubahan Iklim, dan juga pada Peraturan Kepala Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) Nomor 2 Tahun 2012 tentang Pedoman Umum Pengkajian Risiko Bencana. Selain itu kajian ini juga mengadaptasi metodologi yang digunakan Kementerian Lingkungan Hidup (KLH) dalam Kajian Risiko dan Adaptasi Perubahan Iklim (KRAPI) 2012.

Kajian ini menggunakan metode analisis risiko dinamis pada beberapa bidang strategis daerah. Analisis risiko dinamis adalah perbandingan antara risiko yang ada masa sekarang dengan risiko pada masa 30 tahun mendatang. Kajian ini dilakukan melalui konsultasi dengan para pemangku kepentingan lokal dan tenaga ahli pada masing-masing bidang. Pada setiap bidang digunakan perangkat yang sesuai untuk membuat analisis risiko di bidang itu. Ada sembilan langkah yang dilakukan dalam kajian ini seperti dapat dilihat dalam bagan di bawah ini:

**Gambar 1: Bagan Alur Kajian**



Penjelasan tentang langkah-langkah yang terdapat dalam bagan di atas adalah sebagai berikut:

1. **Membentuk kelompok kerja:** Untuk adaptasi perubahan iklim yang melibatkan SKPD terkait iklim; Perguruan Tinggi Lokal; LSM dan Sektor Swasta.
2. **Membaca data historis iklim dan kebencanaan:** Untuk melihat tren dan kejadian bencana meteorologis apa yang sering terjadi. Data kehilangan dan kerugian akibat bencana meteorologis juga perlu dilihat.
3. **Membaca proyeksi iklim:** BMKG telah menyiapkan proyeksi iklim untuk 30 tahun ke depan, dari proyeksi ini dapat dilihat berapa banyak perubahan suhu, curah hujan dan pola musim yang akan terjadi.
4. **Perkiraan dampak perubahan pada ekosistem:** Dampak langsung perubahan iklim akan dialami oleh lingkungan hidup. Untuk beberapa ekosistem darat dan laut yang ada di daerah ini dianalisis peluang dampak yang akan terjadi.
5. **Pemilihan bidang-bidang strategis yang perlu melakukan adaptasi:** Banyak bidang yang perlu melakukan adaptasi, namun karena keterbatasan sumberdaya diperlukan adanya prioritas. Empat sampai lima bidang dipilih untuk dibuat kajian kerentanannya.
6. **Analisis Ancaman:** Untuk setiap bidang dibuat analisis ancaman berdasarkan kondisi sekarang dan proyeksi iklim 30 tahun ke depan. Ancaman ini dapat dinyatakan dengan besaran, intensitas, frekuensi dan probabilitas. Informasi ancaman juga disajikan dalam bentuk peta ancaman.
7. **Analisis Kerentanan:** Untuk setiap bidang dibuat analisis kerentanan periode sekarang dan 30 tahun ke depan berdasarkan faktor utama yang menyebabkan keterpaparan, sensitivitas dan kapasitas adaptif. Informasi kerentanan ini disajikan dalam bentuk petadengan unit analisis kecamatan/desa.
8. **Analisis Risiko:** Untuk setiap bidang dibuat analisis risiko periode sekarang dan 30 tahun ke depan. Analisis ini menghasilkan perbandingan indeks risiko dari setiap kecamatan/desa melalui tumpang susun peta kerentanan dan peta ancaman menggunakan fungsi kondisional.
9. **Sintesa ancaman dan risiko:** Menggabungkan peta ancaman dari semua bidang dalam satu peta; dan juga menggabungkan peta-peta risiko dalam satu peta.
10. **Pilihan Adaptasi:** Ditetapkan melalui diskusi curah pendapat dikumpulkan solusi alternatif untuk mengurangi risiko disetiap bidang dan solusi lintas bidang untuk jangka pendek dan jangka panjang.

#### 1.4. KONSEP DASAR KERENTANAN DAN RISIKO

Dalam kajian ini definisi kerentanan dan risiko yang digunakan adalah sebagai berikut:

**Risiko** terkait perubahan iklim adalah potensi kerugian yang ditimbulkan akibat ancaman pada suatu wilayah dan kurun waktu tertentu yang dapat berupa kehilangan atau kerusakan (*loss and damage*). Indeks risiko adalah fungsi dari kerentanan dan ancaman.

**Ancaman** yang dimaksud adalah stresor iklim yang dapat menimbulkan kerusakan atau kehilangan pada lingkungan, sistem sosial ekonomi, maupun pada kehidupan manusia.

**Kerentanan (*vulnerability*)** adalah kecenderungan suatu wilayah mengalami dampak negatif dari suatu bencana; kerentanan ditentukan oleh keterpaparan sensitivitas dan kurangnya kapasitas adaptasi.

**Keterpaparan (*exposure*)** adalah keberadaan manusia, mata pencaharian, spesies/ekosistem, fungsi lingkungan hidup, infrastruktur atau aset ekonomi sosial dan budaya, di dalam wilayah yang terlanda ancaman bencana.

**Sensitivitas (*sensitivity*)** adalah potensi tingkat kerusakan dan kehilangan suatu sistem bila mengalami bencana tertentu. Sensitivitas tergantung pada jenis ancamannya, daerah yang sensitif terhadap banjir belum tentu sensitif terhadap kekeringan.

**Kapasitas Adaptasi (*adaptive capacity*)** adalah potensi atau kemampuan suatu sistem untuk menyesuaikan diri dengan perubahan iklim termasuk variabilitas iklim dan iklim ekstrem, sehingga potensi kerusakannya dapat dikurangi atau dicegah.

Kajian ini pada akhirnya akan memperlihatkan perbandingan risiko yang dimiliki masing-masing kabupaten/kota di propinsi Jawa Timur . Pendekatan yang digunakan untuk melakukan analisis risiko adalah:

$$\text{Risiko} = \text{Ancaman} \times \text{Kerentanan}$$

Dimana:

$$\text{Kerentanan} = \frac{\text{Keterpaparan} \times \text{Sensitivitas}}{\text{Kapasitas Adaptasi}}$$

Konsep ini bukanlah rumus matematika, tapi hanya pendekatan yang menjelaskan hubungan antar faktor risiko. Pendekatan ini dapat dipakai untuk melihat perbandingan risiko antarwilayah.

## I.5. PROSES DAN PARA PIHAK YANG TERLIBAT DALAM KAJIAN

Kajian kerentanan ini dilaksanakan oleh Kelompok Kerja (Pokja) API PRB dalam tiga lokakarya antara bulan Desember 2016 sampai dengan Maret 2017. Lokakarya ini melibatkan elemen dari Dewan Perwakilan Rakyat Daerah (DPRD), lembaga swadaya masyarakat, kelompok perempuan, perguruan tinggi, sektor swasta, dan tokoh masyarakat di Provinsi Jawa Timur. Dalam lokakarya tersebut dibahas risiko iklim secara partisipatif. Jumlah peserta dalam lokakarya ini rata-rata adalah 70 orang. Data dan informasi tentang kerentanan dan ancaman diperoleh dari para peserta, sementara data terkait cuaca dan iklim didapatkan dari BMKG. Tenaga ahli yang bertindak selaku narasumber memberikan masukan tentang metodologi dan pandangan ahli mereka. Waktu sela di antara lokakarya digunakan untuk melakukan analisis data *geographic information system* (GIS) dan pembuatan peta, serta mengadakan diskusi antar tenaga ahli.

Di antara tahapan lokakarya, dilakukan seri diskusi dengan tenaga ahli termasuk tenaga GIS untuk merumuskan hasil-hasil dari setiap lokakarya dan persiapan materi atau bahan untuk lokakarya selanjutnya. Peta-peta tematik dibuat oleh tim GIS dan dikonsultasikan dengan para peserta pada setiap lokakarya. Tim GIS ini terdiri dari tenaga ahli dari perguruan tinggi, konsultan dan aparat Pemerintah Daerah. Bobot dari tiap faktor kerentanan ditentukan melalui *Analytical Hierarchy Process* yang melibatkan para ahli di bidang masing-masing.

# BAB 2. KONDISI UMUM DAERAH KAJIAN

## 2.1. KONDISI GEOGRAFIS DAN ALAM

Wilayah Provinsi Jawa Timur memiliki luas 48.039,14 Km<sup>2</sup> dengan batas-batas: sebelah utara Laut Jawa, sebelah timur Selat Bali, sebelah selatan Samudera Hindia, dan sebelah barat berbatasan dengan Provinsi Jawa Tengah. Secara astronomis terletak antara 111°0'-114°4' Bujur Timur dan 7°12'-8°48' Lintang Selatan. Secara administratif, Jawa Timur terdiri dari 38 Kabupaten/Kota (29 Kabupaten dan 9 Kota) dengan 664 Kecamatan dengan 783 Kelurahan dan 7.722 Desa.

Berdasarkan struktur fisik dan kondisi geografis, Jawa Timur dikelompokkan sebagai berikut: (1) Bagian utara dan Madura merupakan daerah yang relatif kurang subur yang berupa pantai, dataran rendah dan pegunungan; (2) Bagian tengah merupakan daerah yang relatif subur; (3) Bagian selatan barat merupakan pegunungan yang memiliki potensi tambang cukup besar; (4) Bagian timur pegunungan dan perbukitan yang memiliki potensi perkebunan hutan dan tambang.

Secara topografi, wilayah daratan Jawa Timur dibedakan menjadi beberapa wilayah ketinggian, yaitu: (1) ketinggian 0 – 100 meter dari permukaan laut meliputi 41,39 % dari seluruh luas wilayah dengan topografi relatif datar dan bergelombang; (2) ketinggian 100 – 500 meter dari permukaan laut meliputi 36,58 % dari luas wilayah dengan topografi bergelombang dan bergunung; (3) ketinggian 500 – 1000 meter dari permukaan laut meliputi 9,49 % dari luas wilayah dengan kondisi berbukit; dan (4) ketinggian lebih dari 1.000 meter dari permukaan laut meliputi 12,55 % dari seluruh luas wilayah dengan topografi bergunung dan terjal.

Secara umum wilayah Provinsi Jawa Timur merupakan kawasan subur dengan berbagai jenis tanah seperti halosen, pleistosen, pliosen, miosen, dan kwarter yang dipengaruhi adanya gunung berapi. Sebagian besar mempunyai kemiringan tanah 0-15 %, sekitar 65,49 % dari luas wilayah yaitu wilayah dataran aluvial antar gunung api sampai delta sungai dan wilayah pesisir yang mempunyai tingkat kesuburan tinggi dan dataran aluvial di lajur Kendeng yang subur, sedang dataran aluvial di daerah gamping lajur Rembang dan lajur Pegunungan Selatan cukup subur.

Provinsi Jawa Timur dapat dibagi menjadi dua bagian besar, tutupan lahan lindung dan lahan budidaya. Kawasan lindung memiliki luas kurang lebih 578.374 Ha atau sekitar 12,10% dari luas wilayah Provinsi Jawa Timur, termasuk di dalamnya kawasan lindung mutlak di mana terdapat cagar alam seluas kurang lebih 10.958 Ha, suaka margasatwa seluas kurang lebih 18.009 Ha, taman nasional seluas kurang lebih 176.696 Ha, taman hutan raya seluas kurang lebih 27.868,3 Ha serta taman wisata alam seluas kurang lebih 298 Ha (SK Menteri Kehutanan Nomor 395/Menhut-II/2011).

**Tabel 1: Penggunaan Lahan Provinsi Jawa Timur**

No	Penggunaan Lahan	Luas (Ha)	Persentase (%)
1	KAWASAN LINDUNG Hutan Lindung dan Kawasan suaka alam (Suaka Margasatwa, cagar alam, taman nasional, taman hutan raya, taman wisata alam)	578.374	12,10
2	KAWASAN BUDIDAYA Hutan produksi, hutan rakyat, kawasan pertanian, perkebunan, industri, permukiman dan lainnya	4.201.430,70	87,89
	TOTAL	4.779.975,00	100,00

Indeks Kualitas Lingkungan Hidup (IKLH) semakin tahun semakin membaik. Jika pada tahun 2012 IKLH Jawa Timur berada pada posisi sangat kurang dengan nilai 57.61, maka pada tahun 2016, indeksnya meningkat pada nilai 66.81. Perbaikan terjadi pada tutupan lahan dan peningkatan kualitas udara.

**Tabel 2: Indeks Kualitas Lingkungan Hidup Provinsi Jawa Timur**

Parameter	2016	2015	2014	2013	2012
Kualitas air	50.75	52.51	49.11	49.10	57.09
Kualitas udara	90.09	91.09	73.20	72.45	68.88
Tutupan lahan	64.01	--	49.47	49.47	49.54
<b>IKLH</b>	<b>66.81</b>	<b>--</b>	<b>56.48</b>	<b>56.25</b>	<b>57.61</b>

## 2.2. KONDISI EKONOMI DAERAH

Pada tahun 2016, struktur Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) Jawa Timur didominasi industri pengolahan dan perdagangan yang hampir mencapai 48%, dengan kontribusi yang semakin meningkat setiap tahunnya. Adapun sektor pertanian, kehutanan, dan perikanan hanya berkontribusi 13,3% dan terus menurun. Walaupun demikian jumlah penduduk yang bergantung pada sektor ini masih tinggi.

**Tabel 3: Struktur PDRB Jawa Timur Menurut Lapangan Usaha Tahun 2016**

Lapangan Usaha	Kontribusi
Industri pengolahan	28.9%
Perdagangan Besar dan Eceran	18.0%
Pertanian, Kehutanan dan Perikanan	13.3%
Konstruksi	9.7%
Penyediaan akomodasi dan makan, minum	5.6%
Lain-lain	24.4%

Menurut Data Proyeksi Penduduk Indonesia oleh Badan Pusat Statistik (BPS), pada tahun 2016, jumlah penduduk Jawa Timur sebesar 39,08 juta jiwa dengan laju pertumbuhan penduduk sebesar 0,59% atau mengalami perlambatan dibandingkan tahun-tahun sebelumnya. Tahun

2011 misalnya, laju pertumbuhan penduduk masih 0,73%. Penurunan laju pertumbuhan penduduk ini akan terus terjadi di tahun-tahun mendatang.

Pendapatan Domestik Bruto di tahun 2016 sebesar Rp 1.855 triliun meningkat dari Rp 1.248 triliun di tahun 2012.

Indeks Pembangunan Manusia (IPM) Provinsi Jawa Timur mengalami peningkatan perlahan, walaupun masih berada di bawah rata-rata nasional. Pada tahun 2016, IPM Jawa Timur berada pada level 69,74 berada di bawah IPM nasional sebesar 69,55. Tahun 2015, Kota Malang mencapai IPM tertinggi pada level 80,05 dan Kabupaten Sampang adalah yang terendah pada level 58,18.

Tingkat kemiskinan Jawa Timur juga mengalami penurunan dari 13,40% penduduk miskin di tahun 2012 menjadi 12,05% di tahun 2016. Wilayah Kabupaten Madura diketahui memiliki persentase penduduk miskin yang lebih besar dibandingkan daerah lain.

**Tabel 4: Tabel Kinerja Ekonomi dan Kesejahteraan Rakyat Provinsi Jawa Timur**

Provinsi	Tahun				
	2012	2013	2014	2015	2016
Jumlah Penduduk (juta)	38,11	38,36	38,61	38,85	<b>39,08</b>
PDRB atas dasar harga berlaku (Milyar Rupiah)	1.248.767,29	1.382.501,5	1.540.696,53	1.692.903,00	1.855.042,70
IPM	<b>66,74</b>	<b>67,55</b>	<b>68,14</b>	<b>68,95</b>	<b>69,74</b>
Kemiskinan (%)	13,40	12,55	12,42	12,34	12,05

Sumber: BPS, 2017

# BAB 3. DATA HISTORIS DAN PROYEKSI IKLIM

## 3.1. POLA MUSIM DAN IKLIM

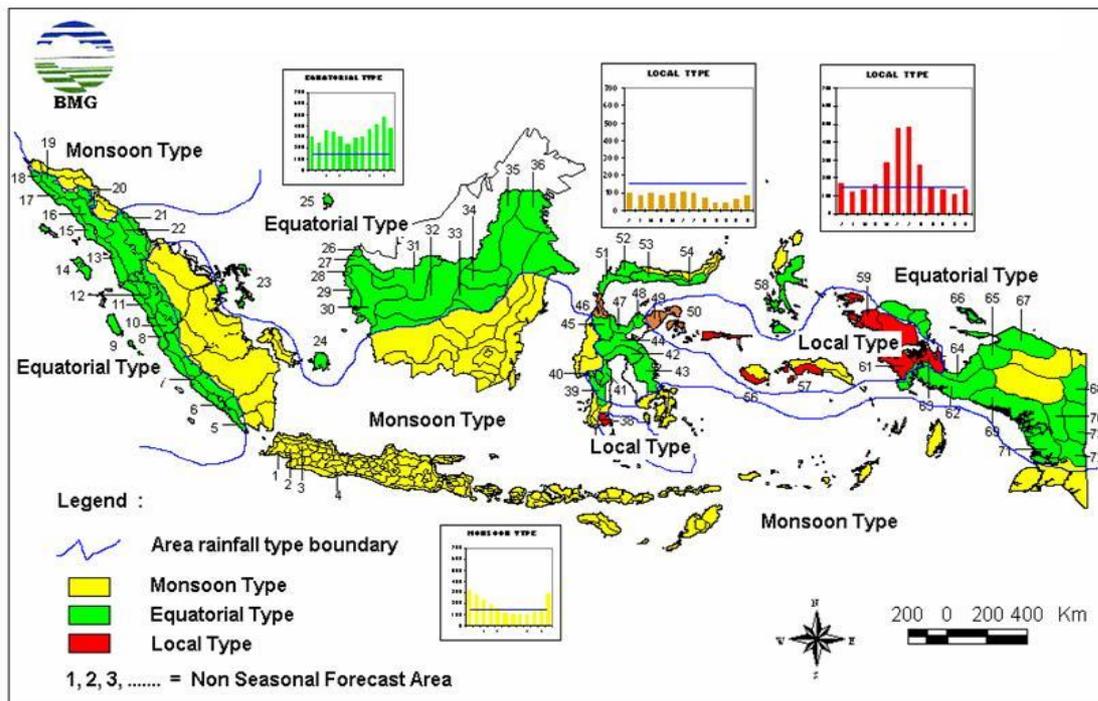
Jawa Timur memiliki iklim tropis basah dan pada umumnya memiliki curah hujan yang lebih sedikit dibandingkan dengan wilayah Jawa Barat. Curah hujan rata-rata 1.900 mm per tahun dengan suhu rata-rata berkisar antara 21-34°C. Jawa Timur juga memiliki pola musim monsun, dengan enam bulan musim hujan dan enam bulan musim kering. Iklim dan musim di Jawa Timur juga dipengaruhi oleh fenomena global dan regional. Fenomena global yang dimaksud adalah El Nino dan La Nina, Dipole Mode dan Madden Julian Oscillation. El Nino ditandai dengan naiknya suhu muka laut di Ekuator Pasifik Tengah, yang jika pada saat bersamaan kondisi suhu perairan di wilayah Indonesia cukup rendah, maka akan mengakibatkan curah hujan menurun secara drastis sedangkan La Nina menyebabkan peningkatan curah hujan akibat menghangatnya suhu muka laut di perairan Indonesia dibandingkan dengan Ekuator Pasifik Tengah.

Adapun fenomena regional yang ikut mempengaruhi iklim/ musim di Jawa Timur adalah:

1. Sirkulasi Monsun Asia – Australia. Sirkulasi angin Indonesia mengikuti pola perbedaan tekanan udara di Australia dan Asia, yang juga dipengaruhi oleh peredaran matahari dalam setahun sehingga membentuk pola monsun. Pola angin baratan terjadi karena adanya tekanan tinggi yang terjadi di Asia yang berkaitan dengan berlangsungnya musim hujan di Indonesia.
2. Daerah Pertemuan Angin Antar Tropis (Inter Tropical Convergence Zone/ ITCZ), merupakan daerah tekanan rendah yang memanjang dari barat ke timur dengan posisi selalu berubah mengikuti pergerakan matahari ke utara dan selatan khatulistiwa.
3. Suhu Permukaan Laut di wilayah perairan Indonesia. Kondisi ini digunakan sebagai salah satu indikator banyak sedikitnya kandungan uap air di atmosfer yang erat kaitannya dengan proses pembentukan awan di atas wilayah Indonesia. Jika suhu permukaan laut panas, berpotensi menambah kandungan uap air di atmosfer dan sebaliknya.

Selama ini kejadian cuaca ekstrem telah menyebabkan banyak bencana banjir dan longsor di Provinsi Jawa Timur. 90% dari bencana yang terjadi di Jawa Timur terkait dengan iklim dan cuaca. Sepanjang 2016 terjadi sebanyak 213 bencana banjir dan 273 longsor di wilayah tersebut (BPBD Jawa Timur). Ada peningkatan jumlah kejadian dibandingkan tahun sebelumnya. Kerugian yang diakibatkan oleh satu kali bencana banjir di Bojonegoro pada bulan Desember 2016 diperkirakan sebesar 30 miliar Rupiah (BPBD Bojonegoro). Risiko ini akan semakin besar pada masa mendatang.

**Gambar 2: Peta Zona Iklim di Indonesia**



Sumber: Aldrian dan Susanto, 2003

### 3.2. PROYEKSI SUHU, CURAH HUJAN DAN KEKERINGAN 30 TAHUN MENDATANG

Perubahan iklim dan variabilitas iklim adalah fenomena berubahnya rata-rata suhu dan curah hujan dan pola musim yang terukur dalam jangka panjang. Proyeksi di masa mendatang menggunakan proyeksi yang dikeluarkan oleh BMKG, yang dihasilkan dari pengolahan data curah hujan dan suhu udara antara periode mendatang (2032-2040) terhadap periode saat ini (2006-2014). Proyeksi ini menggunakan skenario iklim RCP 4.5 karena dianggap moderat, dan mendekati kondisi yang ada sekarang.

Adapun proyeksi tersebut meliputi informasi perubahan curah hujan musiman, perubahan frekuensi hujan lebat (>50 mm) musiman, perubahan hari tanpa hujan musiman, perubahan hari tanpa hujan berturut-turut atau *Consecutive Dry Days* (CDD) musiman, perubahan hari hujan berturut-turut atau *Consecutive Wet Days* (CWD) musiman, perubahan suhu rata-rata tahunan, perubahan suhu maksimum tahunan, dan perubahan suhu minimum.

### 3.2.1. PERUBAHAN SUHU JAWA TIMUR

Gambar 3: Proyeksi Perubahan Suhu Rata-rata di Jawa Timur



Sumber: Atlas Proyeksi Iklim Pulau Jawa, BMKG 2016

Dari proyeksi tersebut, kenaikan suhu rata-rata di Jawa Timur berada dalam kisaran 0.6° – 1° C pada tahun 2032-2040 dibandingkan dengan kondisi tahun 2006 – 2014. Kenaikan tertinggi antara 0.8° – 1°C terjadi di pesisir utara dan Madura, seperti Tuban, Gresik, Lamongan, Surabaya, Sidoarjo, Mojokerto, Jombang, Bangkalan, dan Sampang. Kenaikan yang tinggi juga terjadi di wilayah Pegunungan seperti Semeru dan Bromo.

Tabel 5: Proyeksi Kenaikan Suhu Rata-rata, Maksimum dan Minimum di Jawa Timur periode 2006-2014 terhadap periode 2032-2040

No.	Kabupaten/ Kota	Suhu Rerata 'C		
		Rerata	Maks.	Min.
1	Kab. Bangkalan	0.89	0.94	0.83
2	Kab. Banyuwangi	0.69	0.89	0.59
3	Kab. Blitar	0.72	0.86	0.65
4	Kab. Bojonegoro	0.86	0.91	0.80
5	Kab. Bondowoso	0.77	0.90	0.69
6	Kab. Gresik	0.93	0.97	0.86
7	Kab. Jember	0.70	0.89	0.60

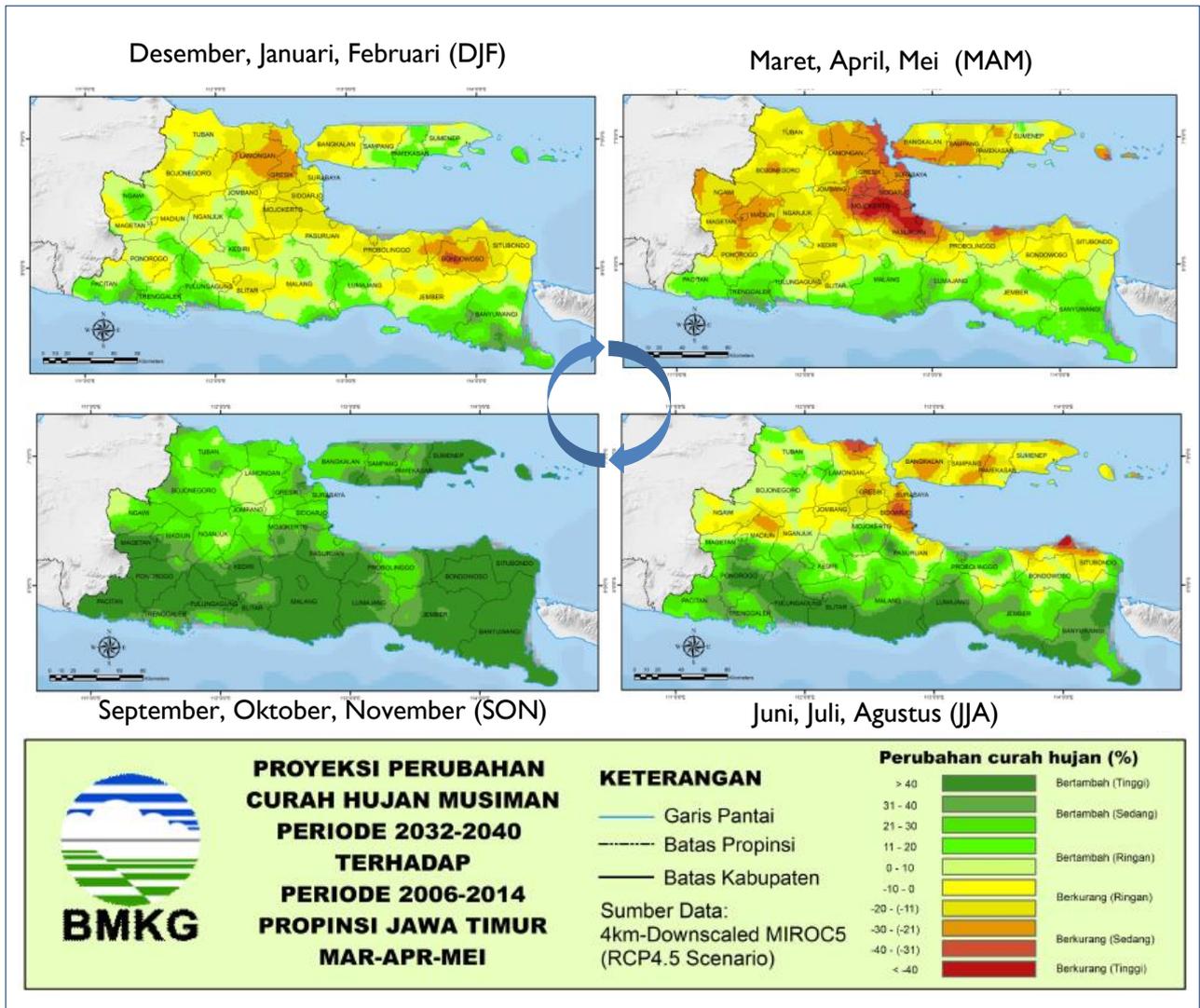
No.	Kabupaten/ Kota	Suhu Rerata 'C		
		Rerata	Maks.	Min.
8	Kab. Jombang	0.83	0.92	0.76
9	Kab. Kediri	0.74	0.80	0.64
10	Kab. Lamongan	0.93	0.99	0.84
11	Kab. Lumajang	0.70	0.96	0.58
12	Kab. Madiun	0.81	0.89	0.67
13	Kab. Magetan	0.74	0.84	0.66
14	Kab. Malang	0.71	0.95	0.59
15	Kab. Mojokerto	0.87	0.95	0.77
16	Kab. Nganjuk	0.79	0.82	0.74
17	Kab. Ngawi	0.86	0.91	0.79
18	Kab. Pacitan	0.68	0.75	0.62
19	Kab. Pamekasan	0.83	0.87	0.79
20	Kab. Pasuruan	0.80	0.93	0.66
21	Kab. Ponorogo	0.71	0.85	0.66
22	Kab. Probolinggo	0.80	0.94	0.74
23	Kab. Sampang	0.86	0.91	0.83
24	Kab. Sidoarjo	0.92	0.96	0.89
25	Kab. Situbondo	0.78	0.87	0.69
26	Kab. Sumenep	0.83	0.88	0.78
27	Kab. Trenggalek	0.67	0.73	0.62
28	Kab. Tuban	0.86	0.93	0.79
29	Kab. Tulungagung	0.67	0.82	0.60
30	Kota Batu	0.75	0.85	0.65
31	Kota Blitar	0.72	0.72	0.72
32	Kota Kediri	0.71	0.72	0.70
33	Kota Madiun	0.82	0.83	0.80
34	Kota Malang	0.68	0.69	0.66
35	Kota Mojokerto	0.92	0.92	0.92
36	Kota Pasuruan	0.88	0.90	0.84
37	Kota Probolinggo	0.79	0.84	0.75
38	Kota Surabaya	0.93	0.96	0.91

Sumber: BMKG Karangploso

### 3.2.2. PERUBAHAN CURAH HUJAN EFEKTIF JAWA TIMUR

Perubahan curah hujan pada masa proyeksi dapat dilihat dalam gambar 4. Dalam proyeksi tersebut, pada bulan September, Oktober, dan November akan terjadi peningkatan curah hujan rata-rata di seluruh wilayah Jawa Timur mulai sebesar 17 – 79%. Peningkatan paling besar terjadi di Banyuwangi, Bondowoso, dan Batu.

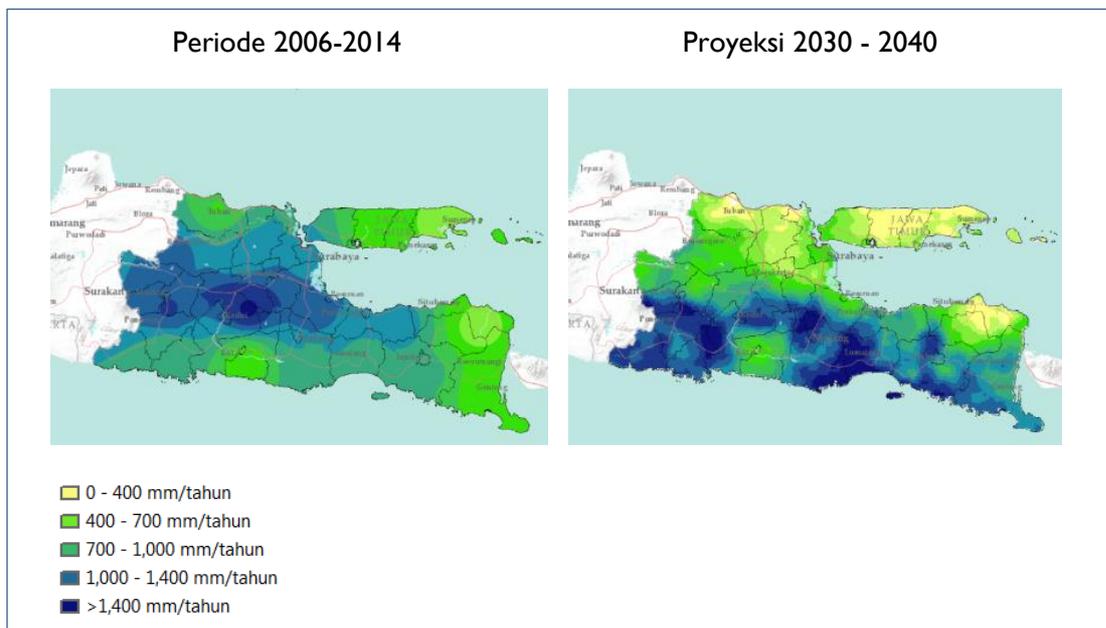
**Gambar 4: Perubahan Curah Hujan Musiman**



### 3.2.3. HUJAN EFEKTIF JAWA TIMUR

Dari data proyeksi curah hujan dan kenaikan suhu ini dapat dibuat peta curah hujan efektif, yaitu jumlah hujan yang turun selama satu tahun dikurangi oleh jumlah penguapan. Peta curah hujan efektif ini dapat menunjukkan daerah mana yang akan semakin kering dan yang semakin basah. Angka hujan efektif akan mempengaruhi imbuhan air tanah, kekeringan di hutan atau perkebunan dan potensi perikanan.

**Gambar 5: Hujan Efektif di Jawa Timur**

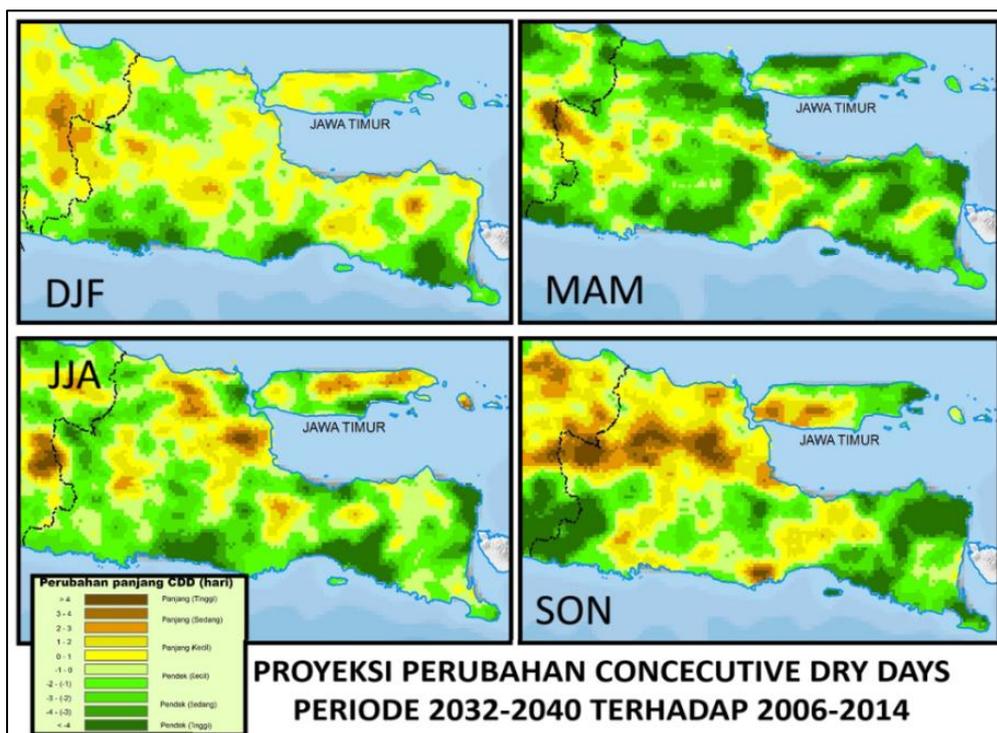


Sumber: data dari BMKG diolah oleh David Ginting, 2017

Dari informasi di atas dapat dianalisis bahwa daerah utara seperti Ngawi, Jombang, Mojokerto sampai Sidoarjo berpeluang mengalami penurunan curah hujan efektif sedangkan daerah selatan seperti Malang dan Lumajang mengalami kenaikan.

### 3.2.4. HARI-HARI TANPA HUJAN JAWA TIMUR

**Gambar 6: Proyeksi Perubahan Hari-hari Berurutan Tanpa Hujan**



Sumber: BMKG, 2016.

Catatan: DJF = Desember, Januari, Februari; MAM= Maret, April, Mei; JJA = Juni, Juli, Agustus; SON = September, October, November.

Pada peta di atas dapat dilihat bahwa pada 30 tahun lagi akan ada daerah yang bertambah jumlah hari tanpa hujannya dan ada yang tidak. Hal ini akan besar pengaruhnya pada sawah tadah hujan dan pertanian tanpa irigasi. Rumput untuk pakan ternak juga dapat terganggu produktivitasnya. Pada daerah yang tidak punya cekungan air tanah, dapat mengalami kesulitan air bersih terutama pada bulan September, Oktober, November.

Selain kenaikan suhu dan curah hujan, Panel Internasional untuk Perubahan Iklim (IPCC) juga memproyeksikan akan adanya kenaikan permukaan laut (*sea level rise*) dan juga kenaikan frekuensi dan intensitas cuaca ekstrem di seluruh dunia. Dampak lain dari perubahan iklim adalah berubahnya pola musim, bergesernya periode musim hujan dan kering, terjadinya El Nino dan La Nina. Hal ini menyebabkan semakin sulitnya memperkirakan kapan musim tanam akan mulai. Dampak dari semua ini akan mempengaruhi lingkungan hidup dan manusia secara langsung maupun tidak langsung.

## BAB 4. PEMILIHAN BIDANG YANG DIKAJI

Perubahan iklim berdampak pada banyak bidang di Jawa Timur. Dampaknya dapat dirasakan di darat maupun di lautan. Karena keterbatasan waktu dan sumber daya, maka dalam kajian ini hanya lima bidang yang akan diprioritaskan untuk dikaji. Bidang yang lain dapat dikaji pada kesempatan berikutnya.

Pemilihan bidang yang akan dikaji dilakukan dalam lokakarya pertama pada Desember 2016 di Hotel Santika Surabaya, yang dihadiri oleh Organisasi Perangkat Daerah (OPD) tingkat provinsi. OPD yang hadir terdiri dari Badan Perencanaan Pembangunan Daerah (Bappeda), Biro Kerjasama Kesekretariatan Daerah, BPBD, Badan Lingkungan Hidup, Dinas Pertanian, Dinas Peternakan, Dinas Perikanan dan Kelautan, Dinas Pekerjaan Umum (PU) Pengairan, Dinas PU Cipta Karya, Dinas Perhubungan, Dinas Kehutanan, dan Dinas Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM). Lembaga vertikal di daerah yang juga hadir antara lain Badan Pengelola Daerah Aliran Sungai (BPDAS) Brantas, Perusahaan Umum (Perum) Jasa Tirta I, dan Perum Perhutani.

Proses pemilihan bidang dalam lokakarya ini adalah pertama dengan membuat daftar panjang kemudian dianalisis potensi dampaknya seperti dalam tabel 6 berikut. Kemudian, dari daftar ini dibuat kesepakatan daftar pendek, dan terakhir dipilih lima bidang yang dianggap paling penting. Hasil analisis lalu dipresentasikan dalam bentuk peta-peta di dalam laporan ini. Seluruh peta yang lebih detil dapat dilihat dalam Buku 2: Album Peta.

Tabel 6: Potensi Dampak Iklim pada Bidang-Bidang Strategis di Provinsi Jawa Timur

Stresor Iklim	Bidang Strategis Provinsi Jawa Timur yang Terkait Iklim									
	Pertanian	Penanggulangan Bencana	Perikanan	Pariwisata	Air bersih	Peternakan	Pertambangan	Kehutanan	Perhubungan	Infrastruktur
Kenaikan suhu udara dan laut	Penurunan produktivitas	Kebakaran	Berubahnya ruaya ikan	---	---	Penurunan produktivitas	---	Perubahan Keanekaragaman Hayati	--	---
Kekeringan	Gagal panen	Krisis air bersih Kebakaran	---	Peningkatan biaya oprasional	Krisis air bersih	Pakan berkurang	Biaya produksi naik	Penurunan biomasa Naiknya risiko kebakaran	---	Bendungan tidak berfungsi
Hujan ekstrem	Gagal panen	Banjir Banjir bandang	Banjir pada tambak	Pengunjung berkurang	Pencemaran sumber air	Ternak mati karena banjir	Kerusakan karena banjir	Pohon tertentu gagal berbunga	Gangguan banjir dan longsor	Kerusakan
Perubahan pola musim (ENSO)	Penurunan produktivitas	---	Penurunan produktivitas	---	---	Pakan berkurang	---	Penurunan produktivitas	---	---
Kenaikan permukaan laut	Berkurangnya area produksi	Abrasi	Kerusakan tambak	Objek wisata pantai berubah	Intrusi air asin	--	---	Bakau berkurang	Abrasi	Rusaknya infrastruktur pesisir
Angin kencang	Penurunan produktivitas	Kerusakan rumah	Kerusakan alat tangkap	Rusaknya objek wisata	---	--	--	Pohon tumbang	Gelombang tinggi	Gelombang tinggi

Sumber: Hasil diskusi dalam lokakarya kajian kerentanan di Surabaya, Desember 2016

Peserta lokakarya memilih dan menyepakati lima bidang strategis yang dikaji yaitu:

- bidang pertanian padi,
- bidang peternakan ruminansia,
- bidang perikanan tangkap,
- bidang air bersih, dan
- bidang penanggulangan bencana banjir dan longsor.

Justifikasi dari pemilihan bidang ini adalah sebagai berikut:

#### 4.1. BIDANG PERTANIAN PADI

Nasi merupakan makanan pokok di Jawa Timur. Pertanian tanaman pangan padi di Jawa Timur memiliki posisi yang strategis terhadap kebutuhan padi nasional. Pada periode 2010-2014, Provinsi Jawa Timur rata-rata menyumbang 17% produksi padi nasional. Tahun 2014 misalnya, produksi padi Jawa Timur adalah sebesar 12 juta ton dari hampir 70 juta ton padi di tingkat nasional (BPS 2015).

**Tabel 7: Produksi Padi Provinsi Jawa Timur terhadap Produksi Nasional 2010-2014**

Produksi	2010	2011	2012	2013	2014
Jawa Timur	11,643,773	10,576,543	12,198,707	12,049,342	12,101,747
Nasional	66,469,394	65,756,904	69,056,126	71,279,709	69,870,950
	17.51%	16.08%	17.65%	16.90%	17.32%

Sumber: BPS, 2015

Demikian juga dari 13,5 juta hektar lahan pertanian padi di Indonesia, sekitar 16% atau seluas 2 juta hektar ada di Jawa Timur.

**Tabel 8: Luas Lahan Padi (ha) Periode 2010 – 2014**

Luas Lahan	2010	2011	2012	2013	2014
Provinsi	1,963,983	1,926,796	1,975,719	2,037,021	2,037,099
Nasional	13,253,450	13,203,643	13,445,524	13,835,252	13,569,941

Sumber: BPS, 2015

Dari sensus pertanian pada tahun 2013, diketahui bahwa 4,98 juta orang masih menggantungkan diri pada sektor pertanian. Jumlah ini menurun sekitar 21% dibandingkan dengan jumlah pada tahun 2003, yakni sebanyak 6,31 juta orang (BPS 2015).

#### 4.2. BIDANG PETERNAKAN SAPI, KERBAU DAN KAMBING (RUMINANSIA)

Data BPS menyebutkan bahwa pada tahun 2014 populasi sapi potong di Jawa Timur adalah 27,8% dari populasi sapi potong nasional. Jumlah ini setara dengan 4,3 juta dari 15,5 juta populasi sapi potong secara nasional. Proporsi yang lebih banyak terjadi pada sapi perah. Hampir 50% populasi sapi perah nasional berada di Provinsi Jawa Timur. Pada tahun 2014, dari 525,171 populasi sapi perah nasional sebanyak 253,830 berasal dari Jawa Timur.

Tingginya populasi ruminansia ini juga berdampak pada banyaknya tenaga kerja yang terlibat. Pada Agustus 2014, dicatat bahwa jumlah penduduk yang terlibat dalam bidang peternakan adalah sebesar 1,8 juta orang.

**Tabel 9: Populasi Ternak Sapi dan Jumlah Tenaga Kerja Sektor Peternakan**

	2010	2011	2012	2013	2014
<b>Populasi sapi potong di Jawa Timur</b>	4.727.298	4.957.478	3.586.709	4.125.333	4.326.261
%	31,9%	31%	28,3%	28%	27,9%
<b>Nasional</b>	14.824.373	15.980.697	12.686.239	14.726.875	15.494.288
<b>Populasi Sapi perah di Jawa Timur</b>	296.350	308.841	222.910	245.246	253.830
%	49,6%	50,5%	50,2%	48,8%	48,3%
<b>Nasional</b>	597.213	611.939	444.266	502.516	525.171
<b>Jumlah tenaga kerja sektor peternakan</b>					
<b>Jawa Timur</b>			Feb=1.748.360 Aug=1.838.339	Feb=1.775.764 Aug=1.986.756	Feb=1.825.329 Aug=1.930.301
<b>Nasional</b>			Feb=4.027.563 Aug=4.341.846	Feb=4.290.535 Aug=4.691.073	Feb=4.169.562 Aug=4.189.721

Sumber: Dinas Peternakan Provinsi Jawa Timur 2015

### 4.3. BIDANG PERIKANAN TANGKAP

Secara nasional, Provinsi Jawa Timur masuk tiga besar Provinsi penghasil perikanan tangkap dengan rata-rata produksi sebesar 379.335 ton per tahun, di bawah Provinsi Maluku dan Sumatera Utara. Dalam kurun waktu 2010-2014, jumlah produksi di Jawa Timur terus mengalami kenaikan dari 352.779 ton di tahun 2010 menjadi 399.371 di tahun 2014.

Dengan jumlah produksi tersebut dan ditambah jumlah fasilitas pelabuhan perikanan yang cukup banyak, Jawa Timur menjadi penyumbang nilai ekspor perikanan tertinggi secara nasional pada tahun 2014, yaitu sebesar 1,4 milyar USD atau 18 triliun Rupiah. Dalam rentang tahun 2010-2014, peranan sektor kelautan dan perikanan dalam penciptaan Produk Domestik Bruto (PDB) nasional terus mengalami peningkatan dari 2,90% di tahun 2010 menjadi 25% di tahun 2014. Secara demografis, jumlah nelayan di Jawa Timur adalah sebanyak 76,854 Kepala Keluarga (KK) di tahun 2013 dari 964,231 KK nelayan di seluruh Indonesia (BPS 2015).

**Tabel 10: Persentase Produksi Perikanan Tangkap terhadap Produksi Perikanan Total**

Tahun	Volume (Ton)		%
	Perikanan Laut	Produksi Total	
2009	395.511,0	914.088,4	43,27
2010	338.915,2	1.113.393,5	30,44
2011	362.621,6	1.218.897,8	29,75
2012	381.802,7	1.310.976,6	29,12
2013	386.217,7	1.356.649,2	28,47

Sumber: Dinas Perikanan Provinsi Jawa Timur

### 4.4. BIDANG AIR BERSIH

Air bersih merupakan kebutuhan pokok masyarakat. Berkurangnya pasokan air bersih akan berdampak luas terutama pada masyarakat miskin. Akses terhadap air bersih di Provinsi Jawa Timur sudah cukup baik hingga di atas 93% pada tahun 2012. Ini didukung oleh adanya rencana pengembangan Potensi Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) Regional di Jawa Timur antara lain: (1) SPAM Regional Pantura memanfaatkan Sungai Bengawan Solo (Kabupaten Bojonegoro, Tuban, Lamongan, Gresik dan Bangkalan); (2) SPAM Regional Lintas Tengah memanfaatkan Sungai Brantas (Kabupaten/Kota Kediri, Kabupaten Nganjuk, dan Jombang); (3) SPAM Regional Malang Raya memanfaatkan mata air Ngepoh, Wendit, Waduk Karangates (Kabupaten/Kota Malang dan Kota Batu); (4) SPAM Regional Umbulan memanfaatkan mata air Umbulan (Kabupaten/Kota Pasuruan, Kabupaten Sidoarjo, Kota Surabaya, dan Kabupaten Gresik); (5) SPAM Regional Lintas Madura memanfaatkan waduk dan sungai (Kabupaten Bangkalan, Sampang, Pamekasan dan Sumenep); (6) SPAM Regional Timur (Kabupaten Situbondo, Bondowoso, Jember dan Banyuwangi); dan (7) SPAM Regional Selatan (Kabupaten Ponorogo, Trenggalek, Tulungagung).

Jawa Timur juga sudah memantapkan diri agar di tahun 2019, akses terhadap air bersih dapat mencapai 100% (RPJMD Jawa Timur). Dengan meningkatnya kejadian kekeringan dan bencana hidrometeorologis lainnya, pencapaian saat ini maupun target ke depan dapat saja menurun. Itu sebabnya penting untuk melakukan penilaian, untuk melihat sejauh mana perubahan iklim ke depan mempengaruhi hal-hal tersebut.

**Tabel 11: Persentase Rumah Tangga Menggunakan Air Bersih di Jawa Timur 2009-2012**

Tahun	Persentase	Jumlah Rumah Tangga
2010	93,7	10.483.105
2011	93,4	10.555.938
2012*	93,5	10.574.332

Sumber: BPS Jawa Timur Susenas (\* angka sementara)

#### 4.5. BIDANG PENANGGULANGAN BENCANA LONGSOR DAN BANJIR

Data historis menunjukkan 95% kejadian bencana di Jawa Timur terkait dengan bencana hidrometeorologis seperti banjir, longsor dan angin kencang (DIBI, BNPB, 2017). Jumlah ini dapat saja meningkat jika mempertimbangkan perubahan iklim ke depan di wilayah Jawa Timur. Kajian ini akan menunjukkan bagaimana tren peningkatan kejadian banjir terkait dengan posisi wilayah daratan rendah di seluruh wilayah sungai (WS).

**Tabel 12: Kejadian bencana Jawa Timur 2000 – Februari 2017**

No	Kejadian	Jumlah	
1	Banjir	1039	<b>2650</b>
2	Banjir dan tanah longsor	61	
3	Tanah longsor	481	
4	Kekeringan	254	= 95%
5	Gelombang pasang	21	
6	Angin	769	
7	Kebakaran hutan	24	
8	Perubahan iklim	1	
9	Gempa bumi	18	<b>131</b>
10	Gunung meletus	17	= 5%
11	Lain-lain	96	
		2781	100%

Sumber: BNPB - DIBI (diakses 15 Maret 2017)

Dari sejumlah WS di Jawa Timur (Bengawan Solo, Kali Brantas, Welang Rejoso, Bondoyudo Bedadu, Baru Bajulmati, Pekalen Sampean, Madura), WS Bengawan Solo adalah yang paling sering terpapar banjir. Dalam tahun 2016, di mana terjadi kemarau basah, wilayah kabupaten di daerah aliran sungai (DAS) Bengawan Solo, seperti Bojonegoro, Gresik dan Lamongan paling banyak menderita kerugian akibat banjir.

# BAB 5. ANALISIS ANCAMAN, KERENTANAN, DAN RISIKO BIDANG PERTANIAN PADI

Analisis ancaman kerentanan dan risiko ini bertujuan untuk melihat perbandingan risiko pertanian padi di antara kecamatan di Jawa Timur. Analisis ini juga untuk melihat faktor apa yang mempengaruhi kerentanan dan ancaman dalam bidang pertanian padi. Padi merupakan komoditas pertanian terbesar di Jawa Timur dan nasi merupakan makanan pokok penduduk Jawa Timur. Bidang ini menyerap tenaga kerja yang sangat banyak, sayangnya kesejahteraan petani masih rendah. Petani merupakan kelompok paling rentan terhadap perubahan iklim.

Merujuk pada KRAPI Malang Raya (KLH, 2012), ancaman untuk sektor pertanian terjadi dalam bentuk penurunan produktivitas, penurunan luas panen dan penurunan luas lahan tanam. Analisis ancaman ini berfokus pada parameter stimulus iklim selama periode pertumbuhan tanaman. Naiknya suhu memberikan pengaruh dalam bentuk peningkatan laju respirasi dan memperpendek umur tanaman, juga meningkatkan potensi evapotranspirasi dan menambah luasan lahan yang memerlukan irigasi. Disebutkan bahwa laju respirasi meningkat 10% setiap kenaikan suhu udara 1 °C. Laju respirasi akibat kenaikan suhu ini selanjutnya akan menurunkan produktivitas. Itu sebabnya, suhu yang lebih tinggi memperpendek periode pertumbuhan tanaman sehingga pembentukan biomassa juga menjadi lebih sedikit yang berakibat berkurangnya produktivitas.

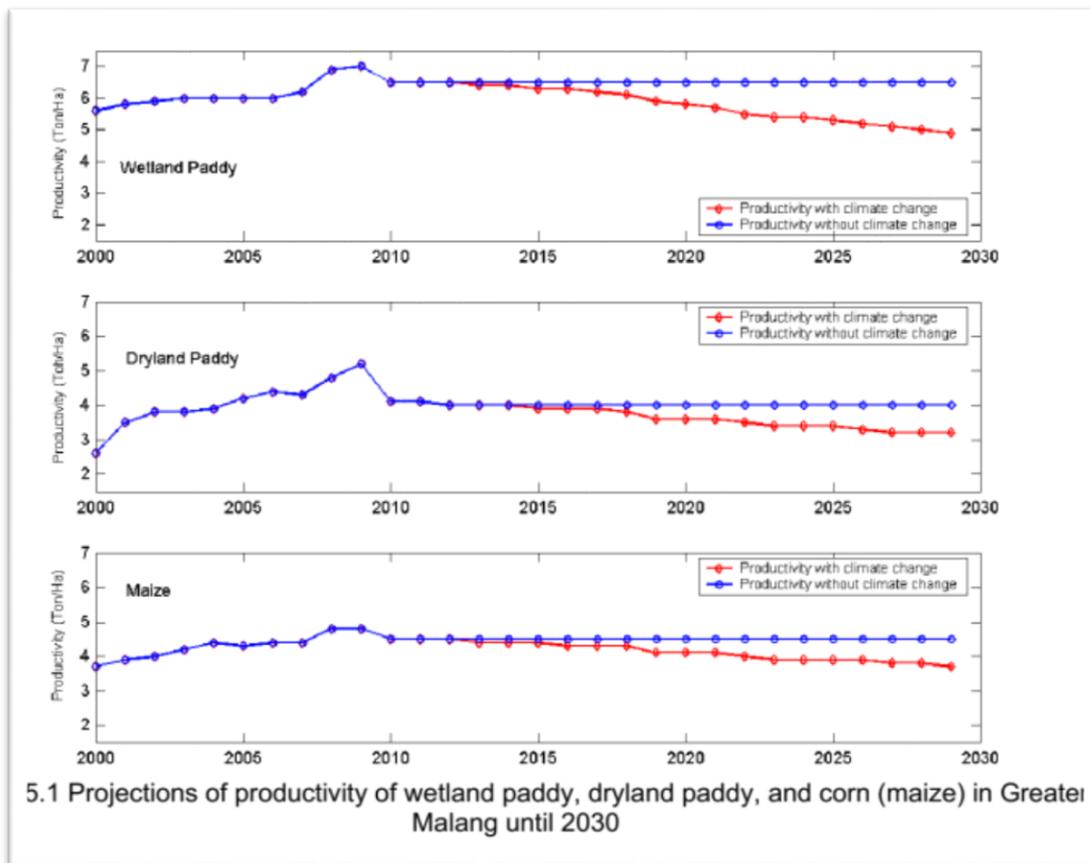
## 5.1. ANALISIS ANCAMAN

Analisis ancaman disini melihat pada aspek penurunan produktivitas. Faktor ancaman yang dilihat adalah: 1) kenaikan suhu minimal; 2) penurunan hujan efektif; dan 3) area genangan banjir.

Faktor kenaikan suhu minimal pada malam hari besar pengaruhnya pada kemampuan tanaman padi untuk berbuah. Bila pada malam hari rata-rata suhu minimalnya naik, maka produksi bulir padi akan berkurang. Faktor hujan efektif juga sangat besar pengaruhnya. Berkurangnya hujan efektif akan mengurangi jumlah air yang dapat digunakan untuk irigasi sawah. Frekuensi penanaman padi akan berkurang dan produktivitas juga akan berkurang. Faktor banjir dapat menyebabkan gagal panen. Padi yang sudah berbuah akan rusak bila terendam banjir. Ada juga beberapa faktor non-iklim yang mengancam pertanian padi seperti hama penyakit, rendahnya harga jual gabah, ketergantungan pada pupuk kimia dan pestisida, dan lain-lain. Namun faktor-faktor tersebut di luar analisis yang akan dibuat disini.

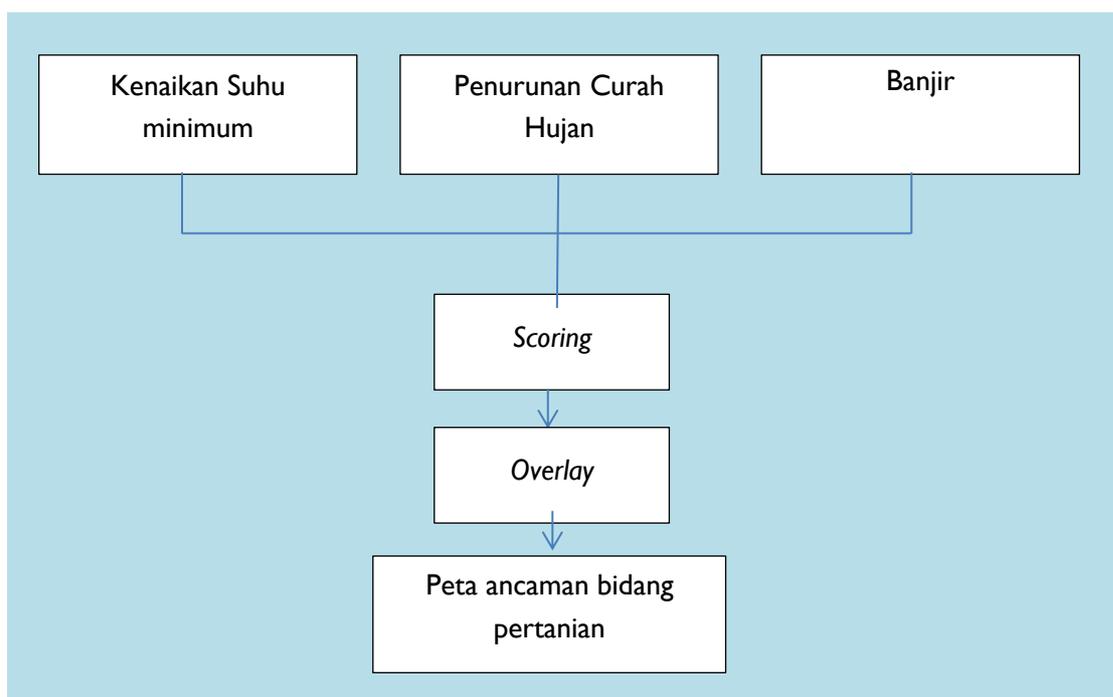
Sebagai acuan, Kajian Risiko dan Adaptasi Perubahan Iklim yang dibuat oleh Kementerian Lingkungan Hidup menyatakan adanya ancaman penurunan produktivitas pertanian padi dan jagung di daerah Malang Raya karena perubahan iklim.

**Gambar 7: Proyeksi Penurunan Produktivitas Pertanian Padi dan Jagung di Malang Raya sampai dengan 2030**



Sumber: KRAPI, Kementerian Lingkungan Hidup 2012

**Gambar 8: Alur Analisis Ancaman Bidang Pertanian**



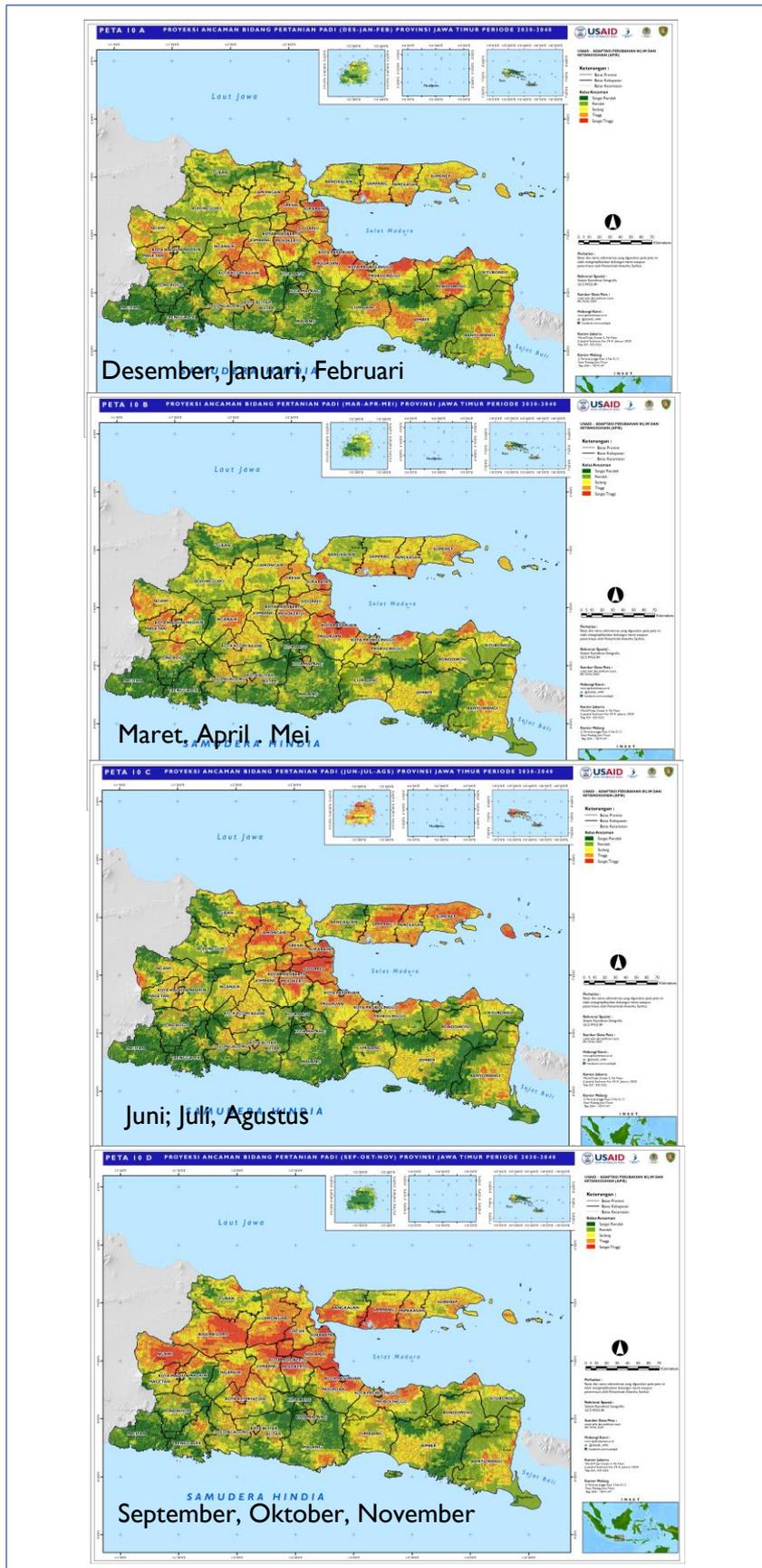
Berdasarkan proyeksi (Bab 3), peningkatan suhu di Jawa Timur berkisar dari  $0,6^{\circ}$  -  $1,0^{\circ}$  C, sementara itu perubahan curah hujan berkisar dari -30% hingga +40% dari kondisi sekarang. Peningkatan suhu terbesar terjadi di Kabupaten Gresik, sedangkan untuk perubahan curah hujan, penurunan terbesar terjadi di Sidoarjo. Dengan mempertimbangkan bahwa pengaruh kenaikan suhu dan perubahan curah hujan terhadap pertanian cukup besar maka perlu dibuat analisis ancaman yang mencakup semua faktor.

Dengan demikian dalam analisis ini, ancaman perubahan iklim bagi sektor pertanian padi berupa kenaikan suhu, penurunan curah hujan, dan banjir. Masing-masing indikator akan dibagi menjadi lima klaster, untuk selanjutnya diolah secara spasial menggunakan sistem informasi geografis. Dari pengolahan SIG, diperoleh dihasilkan peta ancaman sebagaimana dalam gambar berikut.

**Gambar 9: Peta Ancaman pada Pertanian Padi Periode 2006-2014**



**Gambar 10: Peta Proyeksi Ancaman Musiman untuk Pertanian Padi Jawa Timur Periode 2030-2040**



Dari proyeksi di atas diketahui bahwa ada peningkatan ancaman perubahan iklim sebagai akibat meningkatnya suhu dan perubahan pola musim. Ancaman cuaca berupa potensi kekeringan pada awal musim tanam padi, bulan September, Oktober, November meningkat dengan signifikan. Dengan kondisi tersebut, ancaman perubahan iklim akan meningkat pada sektor pertanian di sejumlah wilayah seperti Ngawi, Bojonegoro, Lamongan, Mojokerto, Pesisir Selatan Madura (terutama di Bangkalan, Sampang, dan Pamekasan). Demikian juga di sepanjang perbatasan antara Nganjuk dan Kediri pesisir utara Kabupaten Pasuruan, Pasuruan dan Kabupaten Probolinggo, sebagian pesisir utara di bagian tengah Situbondo.

## 5.2. ANALIS KERENTANAN

Kerentanan perubahan iklim pada sektor pertanian dianalisis dari tiga faktor kerentanan yaitu keterpaparan (*exposure*), kepekaan (*sensitivity*) dan kapasitas adaptif. Masing-masing faktor terdiri dari beberapa indikator. Setiap indikator diberikan nilai bobot sesuai dengan besar pengaruhnya terhadap kerentanan. Penentuan bobot ini dilakukan dengan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) bersama para narasumber/tenaga ahli.

### 5.2.1. KETERPAPARAN

Ada dua indikator yang digunakan dalam menilai keterpaparan yaitu persentase luas sawah dan jumlah petani per hektar. Kedua indikator ini mempunyai bobot 55% dalam membentuk kerentanan. Data tentang luas sawah untuk kondisi saat ini diperoleh dari BPS, sedangkan untuk kondisi proyeksi diperoleh dari Rencana Tata Ruang dan Wilayah (RTRW) Provinsi. Demikian pula untuk jumlah petani, data untuk kondisi saat ini diperoleh dari BPS dan kondisi proyeksi diperoleh dari kalkulasi pertumbuhan penduduk.

### 5.2.2. SENSITIVITAS

Untuk komponen kepekaan (sensitivitas), ada tiga indikator yang dipilih yaitu jenis irigasi, topografi dan tingkat kemiskinan. Kedua indikator ini mempunyai bobot 30% terhadap kerentanan. Untuk jenis irigasi, yang dianggap paling sensitif adalah sawah tadah hujan. Adapun untuk indikator topografi, lahan yang lebih miring yang dianggap lebih rentan. Dari sisi kemiskinan, wilayah yang lebih tinggi tingkat kemiskinannya menjadi lebih peka terhadap kerentanan iklim.

### 5.2.3. KAPASITAS ADAPTIF

Untuk kapasitas adaptif, indikator yang dapat digunakan adalah tingkat pendidikan dan jumlah penyuluh. Tingkat pendidikan Sekolah Menengah Pertama (SMP) dianggap sudah cukup capak untuk membaca informasi iklim dan rekomendasi adaptasi. Demikian pula, keberadaan penyuluh dapat membantu petani meningkatkan kapasitas mereka dalam memanfaatkan perubahan iklim maupun mengurangi dampak buruk yang kemungkinan muncul. Di dalam kajian ini, kurangnya kapasitas adaptif mempunyai bobot 15% terhadap pembentukan kerentanan.

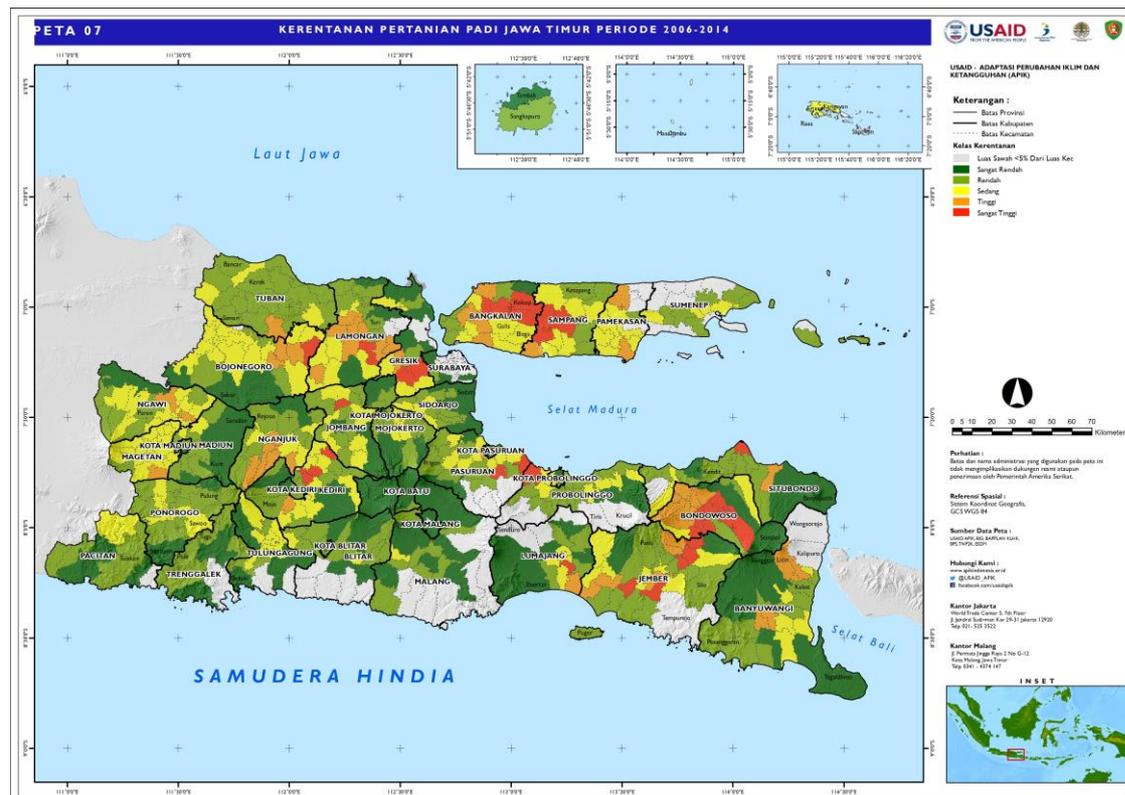
**Tabel 13: Indikator Kerentanan Pertanian Padi**

Kerentanan	Indikator	Keterangan	Sumber Data	Bobot
Keterpaparan	Persentase luas sawah	Luas sawah per luas kecamatan	KLHK	25
	Jumlah petani per hektar	Jumlah petani per luas kecamatan	BPS	20
Sensitivitas	Jenis irigasi	Tipe	PU	15
	Topografi	Tingkat keterlereng	BIG	10
	Tingkat kemiskinan	% penduduk miskin	TNP2K	15
Kapasitas	Tingkat pendidikan	Angka Partisipasi Kasar SMP	BPS	15
	Jumlah Penyuluh	Jumlah penyuluh per kecamatan	Dinas Pertanian	10
				100

Sumber: Hasil Lokakarya Kajian Kerentanan Provinsi Jawa Timur, 2017

Dengan menggunakan seluruh indikator dan bobotnya masing-masing, diperoleh peta sebagaimana dalam gambar 11. Dengan peta tersebut diketahui bahwa ada peningkatan kerentanan di masa mendatang yang diakibatkan oleh perubahan iklim.

**Gambar 11: Peta Kerentanan Bidang Pertanian Padi Jawa Timur Periode 2006-2014**



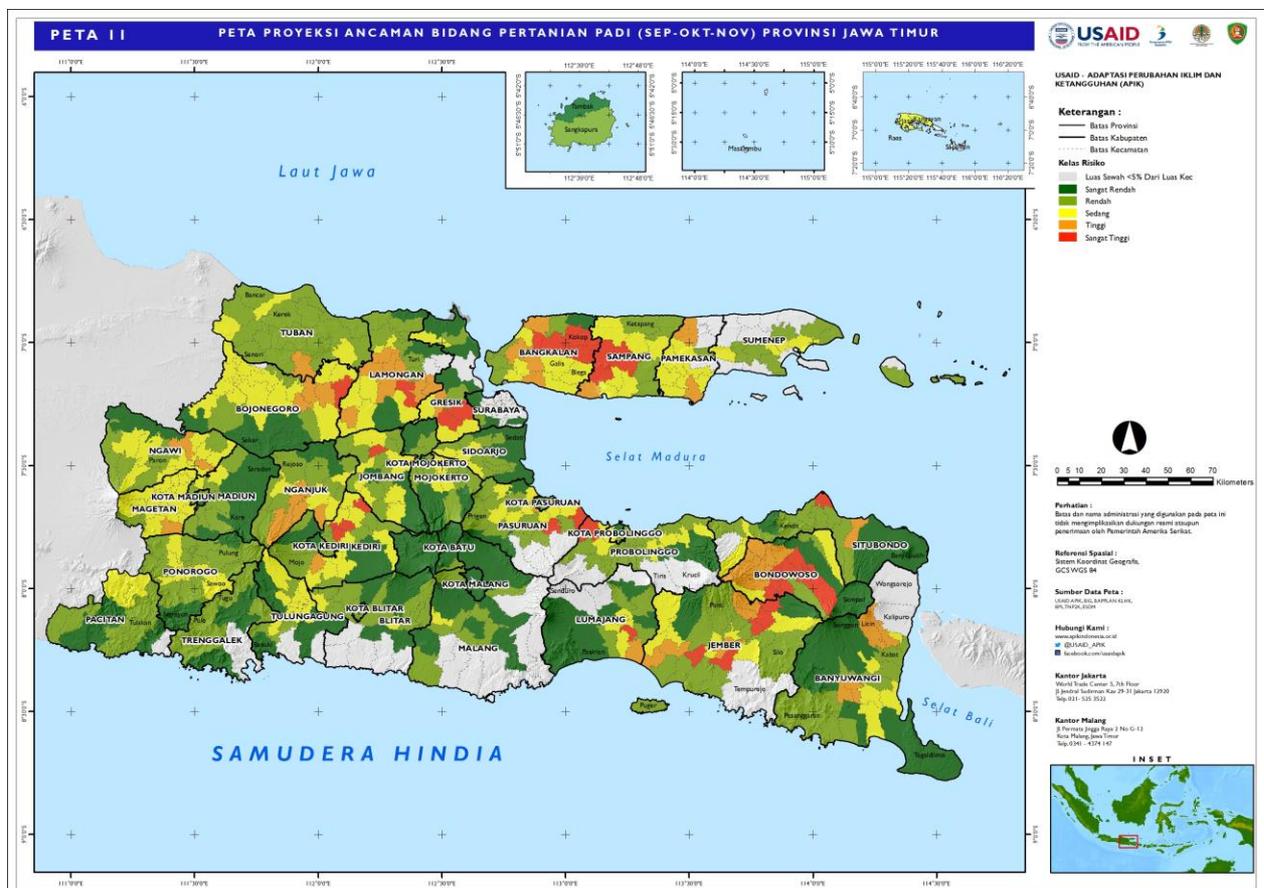
Sumber: Tim GIS-APIK

Wilayah-wilayah seperti Pasuruan, Probolinggo, Jember atau Pamekasan sudah memiliki kerentanan yang tinggi untuk saat ini dan di masa mendatang masih akan tetap tinggi kerentanannya. Namun adapula wilayah-wilayah baru yang akan memiliki kerentanan tinggi seperti Bojonegoro, Jombang atau Kediri. Kerentanan mereka tinggi karena banyak memiliki sawah dan petani, angka kemiskinan yang tinggi dan faktor lain.

### 5.3. ANALISIS RISIKO

Dalam bidang pertanian risiko iklim dapat berupa berkurangnya luas sawah yang layak ditanami, kegagalan panen atau penurunan produktivitas. Risiko perubahan iklim dalam sektor pertanian ditentukan oleh ancaman dan kerentanannya. Peta risiko pertanian padi yang dapat dilihat pada gambar yang dihasilkan melalui pengolahan GIS dengan membuat tumpang susun peta kerentanan dan ancaman pertanian. Peta risiko dibuat untuk kondisi saat ini dan kondisi proyeksi.

**Gambar 12: Peta Risiko Pertanian Padi Jawa Timur Periode 2006-2014**

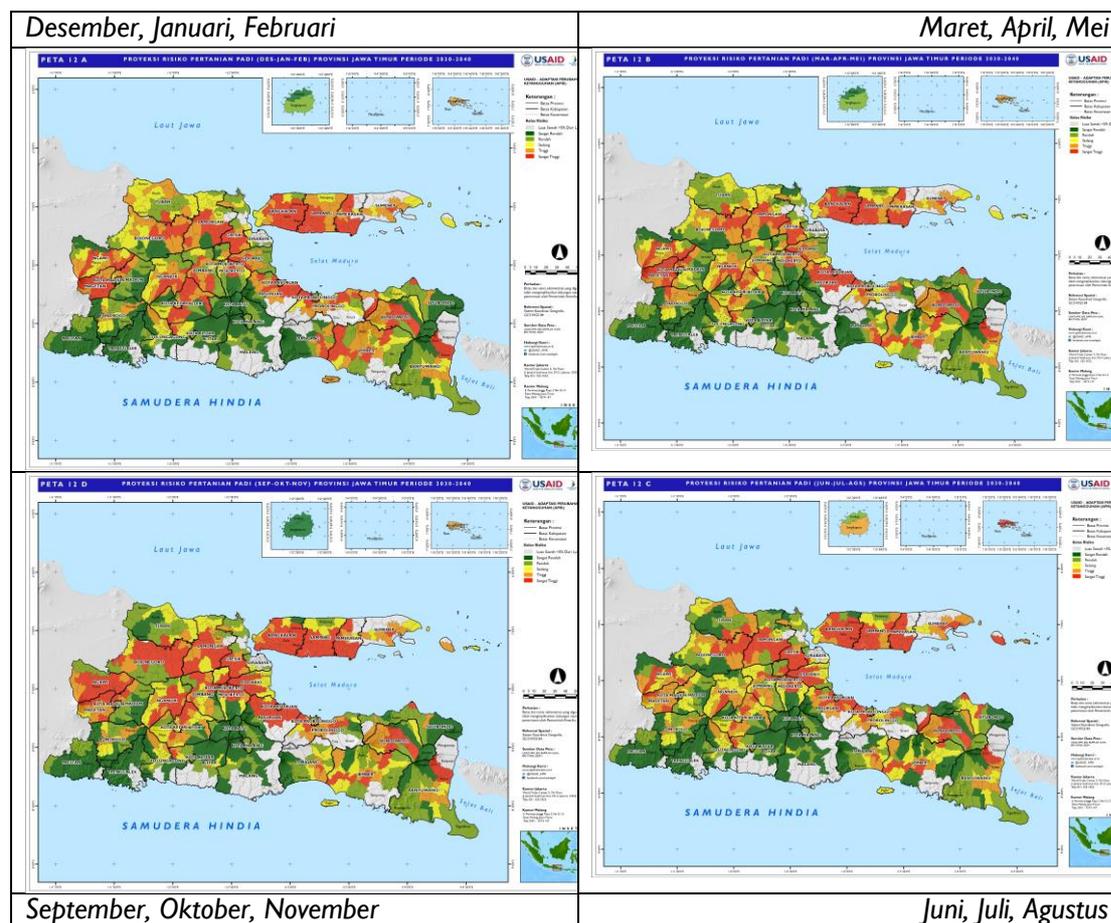


Sumber: Tim GIS-APIK

Dari peta tersebut diketahui bahwa untuk kondisi sekarang, wilayah yang memiliki risiko tinggi dan sangat tinggi adalah Bojonegoro, Tuban, Lamongan, Kabupaten Mojokerto, Jombang, Nganjuk, Ngawi, Ponorogo, Kabupaten Pasuruan, Kabupaten Probolinggo, Lumajang, Jember, dan Bondowoso.

Di antara wilayah tersebut, ada beberapa kabupaten yang saat ini memiliki produksi padi di atas 400,000 ton per tahun seperti Ponorogo, Malang, Lumajang, Jember, Banyuwangi, Jombang, Nganjuk, Madiun, Bojonegoro, Tuban, dan Lamongan.

**Gambar 13: Peta Risiko Pertanian Padi Proyeksi Periode 2030-2040**



Sumber: Tim GIS-APIK

Untuk kondisi proyeksi tahun 2030-2040, sejumlah wilayah yang mengalami risiko sedang hingga sangat tinggi adalah bagian barat Jawa Timur seperti Ngawi, Bojonegoro, Lamongan, Nganjuk, Jombang, Mojokerto, seluruh Pulau Madura; di pantai utara seperti Kabupaten Pasuruan, Kabupaten Probolinggo; lalu di bagian timur meliputi Kabupaten Lumajang, Bondowoso, dan Jember. Wilayah-wilayah ini haruslah menjadi perhatian dalam menyusun strategi adaptasi untuk bidang pertanian padi. Pesisir selatan Jawa Timur cenderung berisiko rendah hingga sedang yang dapat memanfaatkan peningkatan curah hujan untuk meningkatkan produksi padi Jawa Timur.

# BAB 6. ANALISIS ANCAMAN, KERENTANAN DAN RISIKO UNTUK BIDANG PETERNAKAN

## 6.1. ANALISIS ANCAMAN

Stresor iklim yang menjadi ancaman bagi sektor peternakan adalah kekeringan, hujan ekstrem, perubahan pola musim, dan kenaikan suhu udara. Stresor iklim tersebut menghasilkan ancaman dalam bentuk kekurangan pakan dan air, kehilangan ternak akibat banjir, dan penurunan produktivitas.

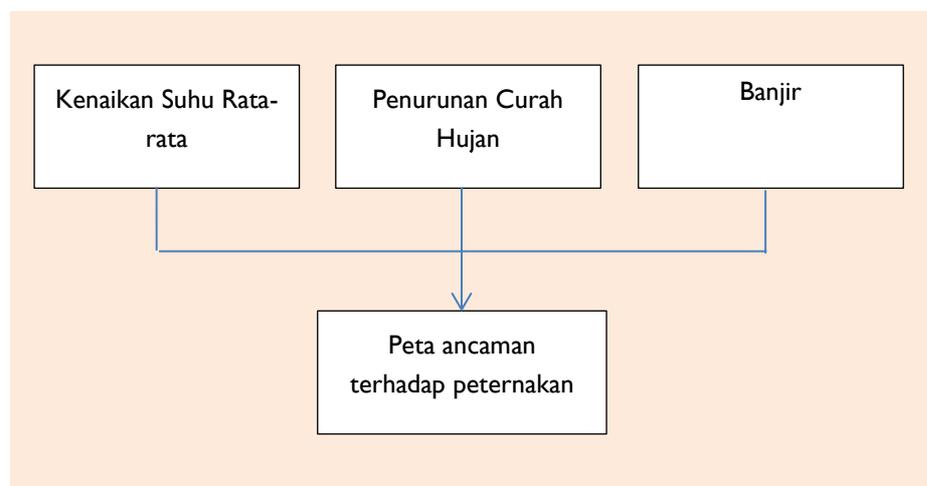
Kenaikan suhu dapat meningkatkan *thermal stress* sehingga mengurangi *feed efficiency*, produksi susu dan laju reproduksi (Fuquay, 1981; Morrison, 1983; StPierre et al., 2003) dan juga dapat mengurangi kesuburan, produksi susu dan reproduksi (Hansen et al., 2001; Drost et al., 1999; Renaudeau and Noblet, 2001). Suhu tinggi yang berkepanjangan juga dapat meningkatkan kematian pada ternak.

Sebagai perbandingan dalam sebuah kajian World Bank yang dibuat di Afrika, ditemukan bahwa kenaikan suhu udara pada 2,5°C dapat menurunkan tingkat pendapatan peternak hingga 32%, dan jika naik hingga 5° C menurunkan pendapatan hingga 70% (Seo, 2007). Naiknya temperatur dan berkurangnya curah hujan juga memberikan dampak pada berkurangnya sumber air bagi hewan ternak, dan juga pada ketersediaan pakan.

Di dalam kajian ini, ada tiga hal yang digunakan dalam menentukan tingkat ancaman yakni kenaikan suhu, kekeringan, dan banjir. Masing-masing indikator akan dibagi menjadi 5 kelas sesuai dengan hasil proyeksi. Menurut proyeksi di Bab 3, kenaikan suhu rata-rata di Jawa Timur berkisar antara 0.6° – 1° Celcius.

Untuk kekeringan, klasifikasinya mengikuti proyeksi jumlah hari tanpa hujan, sedangkan untuk banjir mengikuti peningkatan jumlah hujan lebat. Karena dalam kajian ini tidak dibuatkan pemodelan, tingkat ancaman dibuat secara relatif antara satu wilayah dengan wilayah lainnya berdasarkan kenaikan suhu.

**Gambar 14: Alur Analisis Proyeksi Ancaman Bidang Peternakan 2030-2040**



Dengan analisis seperti itu, maka diperoleh tingkat ancaman untuk peternakan sebagaimana peta pada gambar ini.

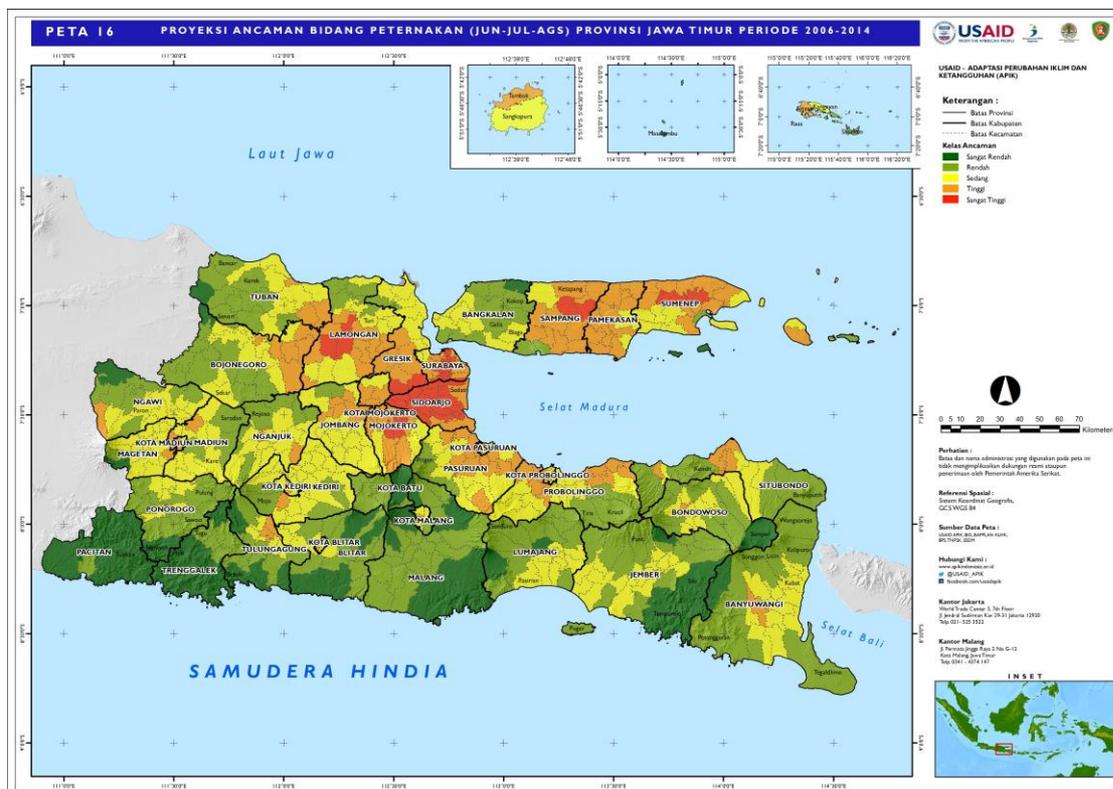
**Gambar 15: Peta Ancaman Pada Bidang Peternakan Jawa Timur Periode 2006-2014**



Sumber: Tim GIS-APIK 2017

Dalam peta ini nampak bahwa ancaman iklim untuk bidang peternakan semua rendah karena belum ada perubahan suhu dan hujan yang signifikan. Pada periode 2030-2040 baru dapat dilihat dimana ancaman yang lebih tinggi.

**Gambar 16: Peta Proyeksi Ancaman Bidang Peternakan Periode 2030-2040**



Sumber: Data BMKG, diolah.

Dari peta tersebut diperoleh informasi bahwa tingkat ancaman yang pada kategori tinggi hingga sangat tinggi pada 30 tahun mendatang terdapat pada wilayah Lamongan, Mojokerto, Sidoarjo, Sampang, Pamekasan, dan Sumenep.

## 6.2. ANALISIS KERENTANAN

Sebagaimana pada sektor pertanian, kerentanan iklim dari sektor peternakan juga menerima dampak akibat variabilitas dan perubahan iklim. Dampak langsung akan dirasakan oleh hewan ternak dan juga peternak. Sumber pakan ternak ruminansia berasal dari lahan pertanian, maka keterpaparan terhadap lahan pertanian juga dianggap sebagai keterpaparan terhadap peternakan. Ada tiga indikator yang akan digunakan dalam menilai keterpaparan yaitu jumlah ternak, jumlah keluarga peternak dan luas sumber pakan ternak. Secara total, keterpaparan memiliki kontribusi paling besar dalam membentuk kerentanan iklim yakni 70%. Untuk komponen kepekaan (sensitivitas), ada dua indikator yang dipilih yaitu tingkat kemiskinan dan tingkat mortalitas sapi. Kedua indikator ini memberikan kontribusi sebesar 23% terhadap kerentanan.

Untuk kapasitas adaptif, indikator yang dapat digunakan adalah jumlah penyuluh dan petugas lainnya yang dapat membantu peternak meningkatkan kapasitas mereka dalam memanfaatkan perubahan iklim maupun mengurangi dampak buruk yang kemungkinan muncul. Kapasitas adaptif dapat digunakan untuk mengurangi kerentanan iklim. Di dalam kajian ini, kurangnya kapasitas adaptif memberikan sumbangan 7% terhadap pembentukan kerentanan. Pembobotan ini dilakukan melalui diskusi kelompok dengan para ahli peternakan.

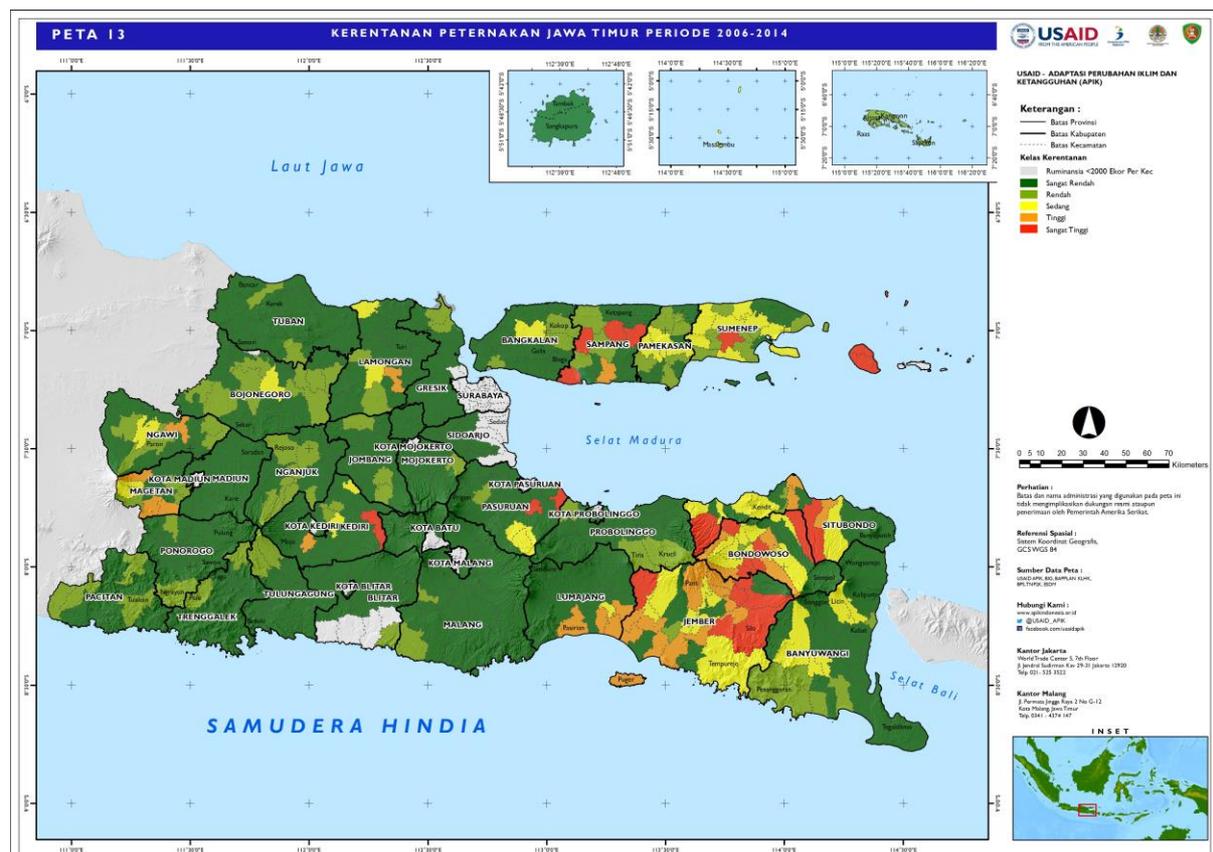
Tabel 14: Indikator Kerentanan Peternakan

Kerentanan	Indikator	Keterangan	Sumber Data	Bobot
Keterpaparan	Jumlah Ternak	Diasumsikan dewasa	Survei Pertanian 2013 (BPS)	0,40
	Jumlah Peternak	Peternak kecil sedang	Survei Pertanian 2013 (BPS)	0,20
	Luas Lahan Budidaya	Luas kandang Luas produksi limbah organik untuk pakan ternak ruminansia	Luas lahan Kebun Pertanian, hutan	
Sensitivitas	Tingkat Kemiskinan	%	TNP2K (PLS)	0,15
	Mortalitas Sapi	%	Survei Pertanian 2013 (BPS)	0,08
Kapasitas	Jumlah Penyuluh	Per Kecamatan	Dinas Peternakan Provinsi Jawa Timur	0,07

Sumber: Hasil Lokakarya Kajian Kerentanan Provinsi Jawa Timur, 2017

Selanjutnya diperoleh tingkat kerentanan iklim terhadap sektor peternakan seperti gambar di bawah ini.

Gambar 17: Peta Kerentanan Bidang Peternakan Jawa Timur Periode 2006-2014



Dalam analisis tersebut, diketahui bahwa wilayah yang memiliki kerentanan tinggi berada di Pacitan, Trenggalek, dan Malang maka pada kondisi proyeksi kerentanan di masing-masing wilayah meluas ke bagian tengah. Untuk Kabupaten Malang, kondisi ini perlu mendapatkan

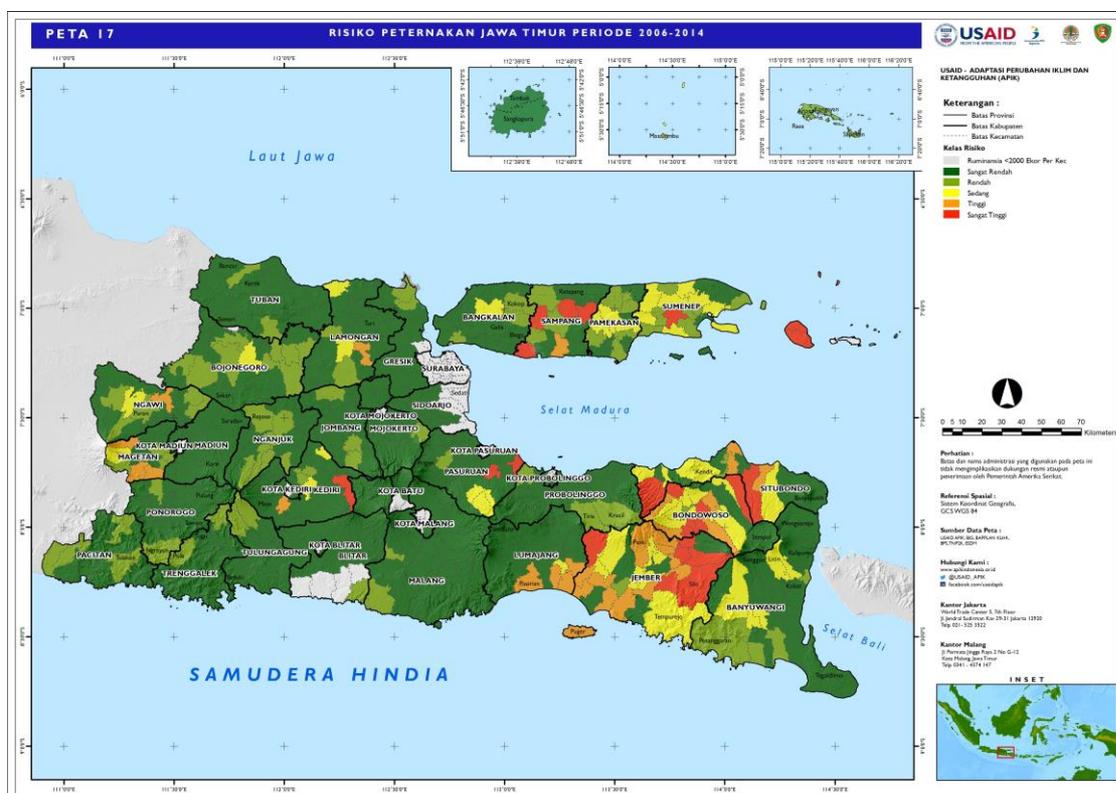
perhatian, mengingat posisinya sebagai pemasok utama sapi potong dan sapi perah bagi Jawa Timur.

Demikian juga untuk Madura yang saat ini ini memiliki kerentanan tinggi di pantai utara, akan meluas hingga ke pantai selatan.

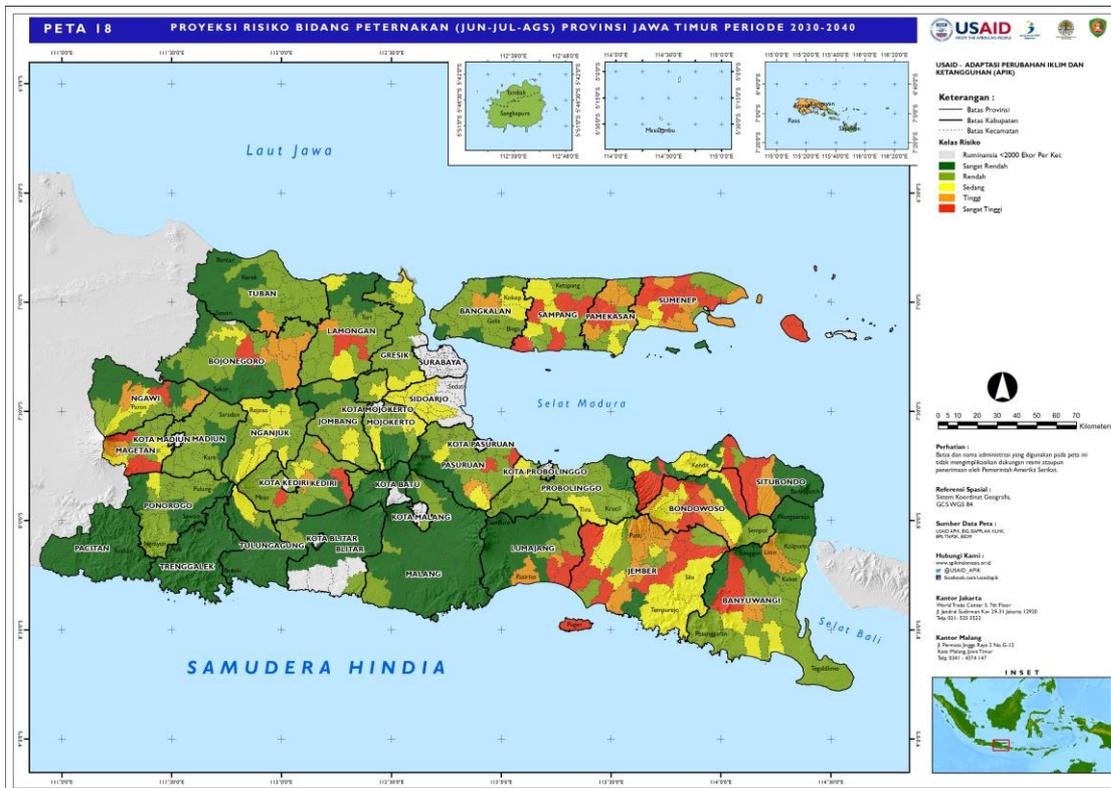
### 6.3. ANALISIS RISIKO PETERNAKAN

Risiko yang dihadapi dalam bidang peternakan adalah penurunan produktivitas dan meningkatnya biaya pemeliharaan ternak. Analisis risiko ini mencoba untuk melihat dimana ada lokasi yang berpotensi mengalami penurunan produktivitas lebih besar. Faktor yang akan mempengaruhi risiko bidang peternakan adalah kerentanan dan ancaman seperti yang telah diuraikan di atas. Dengan melakukan tumpang susun (*overlay*) dari peta kerentanan dan ancaman didapatkan peta risiko bidang peternakan seperti pada gambar berikut.

**Gambar 18: Peta Risiko Bidang Peternakan Jawa Timur Periode 2006-2014**



**Gambar 19: Peta Proyeksi Risiko Bidang Peternakan Jawa Timur Periode 2030-2040**



Dari peta tersebut diketahui bahwa untuk kondisi masa depan, wilayah yang memiliki risiko tinggi dan sangat tinggi adalah Sampang, Pamekasan dan Sumenep. Sebagai daerah yang memiliki banyak ternak perlu diberikan cara cara antisipasi dampak iklim terhadap peternak disini. Pemantauan dampak iklim pada ternak di pulau Madura perlu dilakukan secara berkala.

Daerah selatan Jawa Timur seperti Pacitan, Ponorogo, Trenggalek, Blitar, Malang dan Lumajang. dapat mengalami penurunan risiko peternakan karena peluang naiknya curah hujan. Peluang ini juga perlu diantisipasi oleh peternak disini.

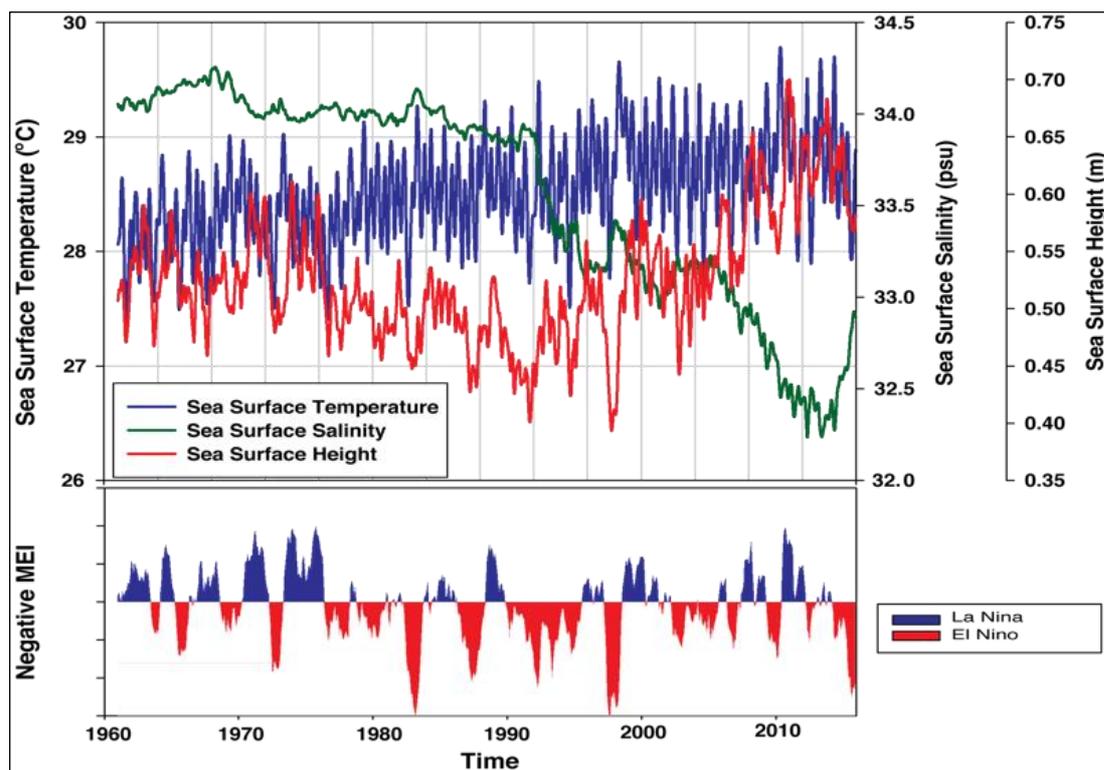
# BAB 7. ANALISIS ANCAMAN, KERENTANAN, DAN RISIKO UNTUK BIDANG PERIKANAN TANGKAP

Bidang perikanan merupakan salah satu kontributor besar dalam produk domestik bruto Jawa Timur. Secara nasional produksi perikanan Jawa Timur menduduki peringkat kedua setelah Provinsi Maluku. Banyak sekali penduduk Jatim yang menggantungkan kehidupannya pada sektor perikanan ini.

## 7.1. ANALISIS ANCAMAN BIDANG PERIKANAN TANGKAP

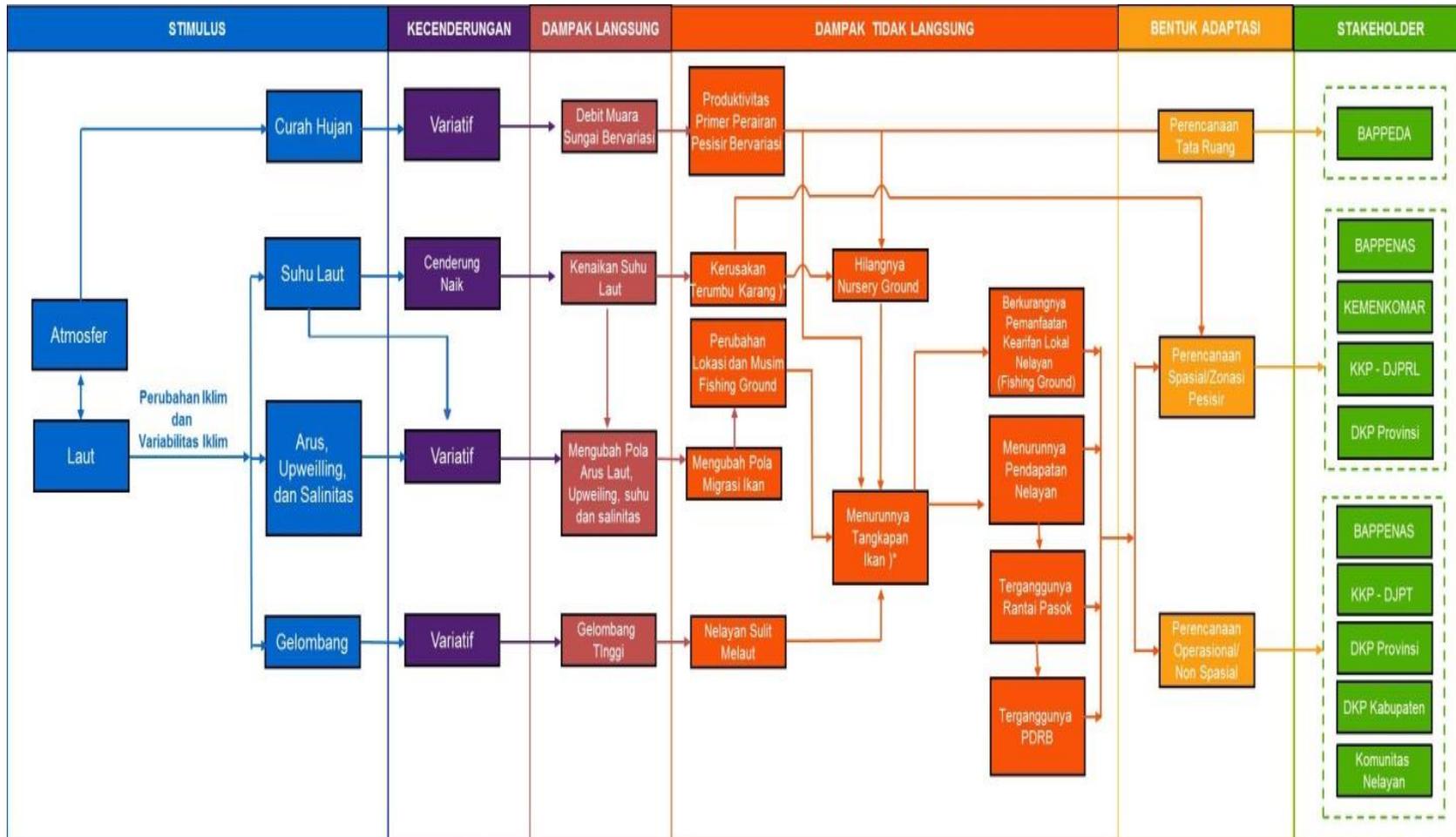
Dampak perubahan iklim dirasakan juga oleh nelayan Jawa Timur. Ancaman terkait iklim yang dihadapi nelayan adalah: meningkatnya gelombang ekstrem, berkurangnya populasi ikan, berpindahnya area tangkapan ikan (*fishing ground*); dan kenaikan permukaan laut. Selain itu nelayan juga menghadapi ancaman non iklim seperti: tsunami, *destructive fishing*, banjir rob, polusi sampah plastik, dan *red tide*. Analisis ancaman ini akan melihat faktor apa saja yang mempengaruhi besarnya ancaman di sektor perikanan. Namun demikian upaya untuk memetakan ancaman ini secara spasial belum dapat dilakukan karena terbatasnya data.

**Gambar 20: Perubahan Suhu Laut, Salinitas dan Tinggi Permukaan Laut dan Kejadian El Nino-La Nina dari 1960-2010 di Indonesia**



Sumber: Ibnu Sofyan, Badan Informasi Geospasial, 2017

**Gambar 21: Rantai Dampak Perubahan Iklim di Bidang Perikanan**



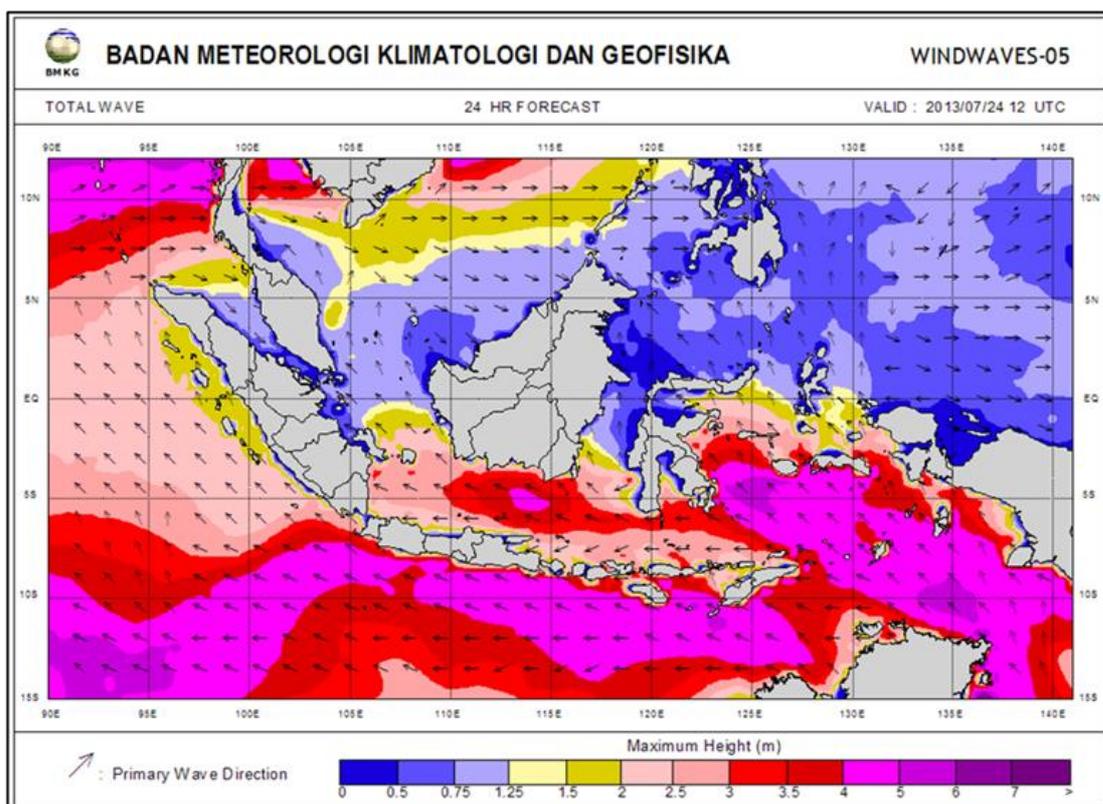
Sumber: Kajian Dampak Iklim, Pusat Perubahan Iklim ITB, 2017

Dari gambar di atas dapat dilihat bahwa rantai dampak perubahan dan variabilitas iklim dapat mengurangi tangkapan ikan dan meningkatkan risiko bencana bagi nelayan. Berikut ini analisis untuk beberapa tipe ancaman pada bidang perikanan tangkap.

### 7.1.1. GELOMBANG EKSTREM

Cuaca buruk dan angin badai akan semakin sering terjadi seiring dengan pemanasan global. Hal ini menyebabkan jumlah hari nelayan bisa melaut berkurang akibatnya penghasilan mereka juga turun. Laut yang sekarang gelombangnya sudah besar akan semakin besar. Gelombang ekstrem dan badai laut juga menjadi ancaman serius yang terjadi tiap tahun di Jawa Timur. Gelombang ekstrem dan badai laut disebabkan oleh perubahan angin Monsun di perairan Indonesia. Pada awal bulan November sampai bulan Februari terjadi angin kencang yang bertiup dari Australia menuju Samudra Hindia dan masuk ke perairan Indonesia, termasuk perairan Jawa Timur. Angin kencang tersebut terjadi tidak menentu dan datang secara tiba-tiba, hal ini menyebabkan nelayan tidak berani melaut dan periode ini dikenal dengan musim paceklik bagi nelayan. Nelayan kecil terkena dampak paling besar dan harus mencari pekerjaan alternatif lain pada musim ini.

**Gambar 22: Contoh Peta Gelombang Tinggi yang Terjadi pada Bulan Juli 2013**



Sumber: Situs BMKG Maritim, 2013

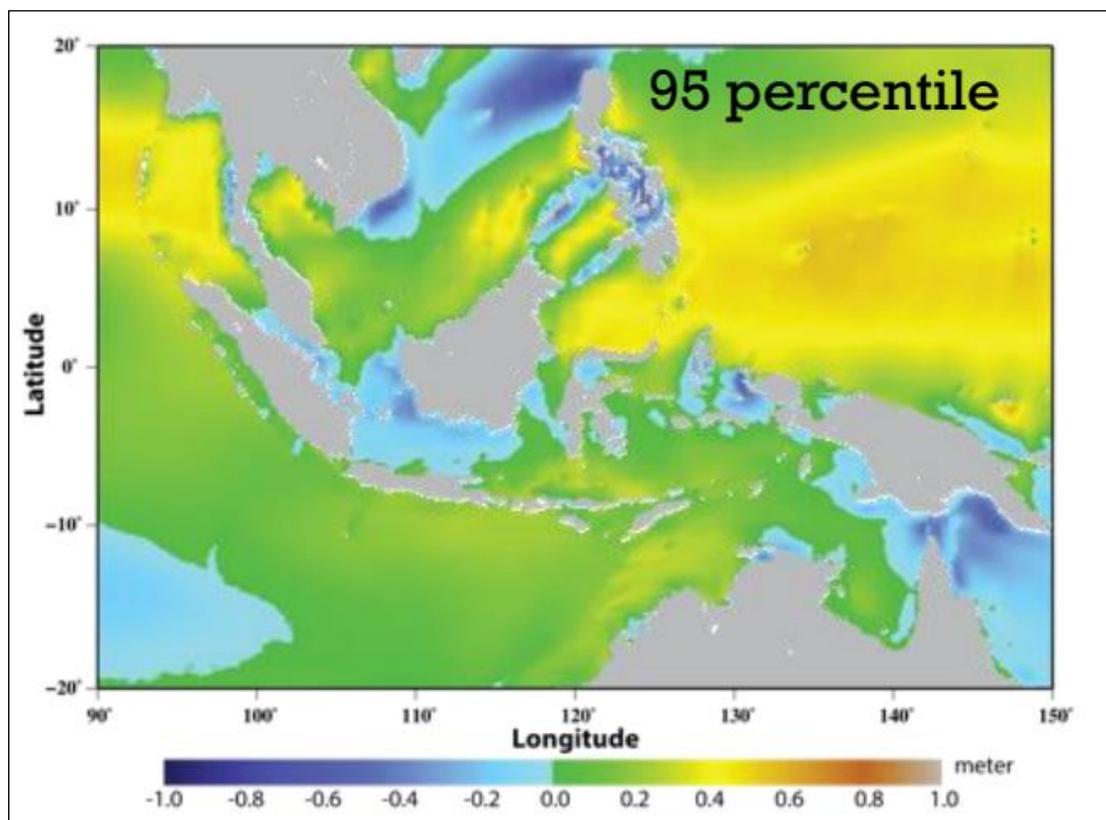
Sebagai contoh kejadian gelombang ekstrem di pantai selatan Jawa Timur dapat dilihat di bawah ini. Gelombang bisa mencapai ketinggian 4 meter. Ombak seperti ini dapat membuat perahu yang kecil terbalik dan membahayakan nyawa nelayan. Selain itu ombak besar dan hujan juga dapat menyebabkan banjir rob di pemukiman nelayan dan merusak alat-alat produksi yang ada di pantai.

### 7.1.2. BANJIR ROB

Gelombang ekstrem dan kenaikan permukaan laut juga menyebabkan banjir rob di beberapa kawasan pesisir Jawa Timur. Pada awal tahun 2017 gelombang besar dan banjir rob terjadi di perairan Muncar dan Pancer, Banyuwangi yang menelan korban jiwa dan merusak ratusan rumah di perkampungan nelayan. Gelombang besar dan banjir rob juga terjadi hampir di seluruh perairan selatan Jawa Timur dan beberapa tempat di pantai utara. Gelombang ekstrem ini terjadi setiap tahun antara bulan November – Februari dan datang secara tiba-tiba. Hal inilah yang menyebabkan korban jiwa dan kerusakan permukiman nelayan di Jawa Timur.

Proyeksi iklim 30 tahun ke depan menunjukkan potensi gelombang ekstrem ini bertambah tinggi dan sering. DR. Ibnu Sofyan dari BIG memperkirakan gelombang ekstrem pada persentil 95% akan meningkat seperti dalam peta di bawah ini. Laut Selatan Jawa dan Selat Bali mungkin akan semakin besar gelombangnya.

**Gambar 23: Peta Proyeksi Perubahan Tinggi Gelombang pada Periode 2040**



Sumber: Ibnu Sofyan, 2017

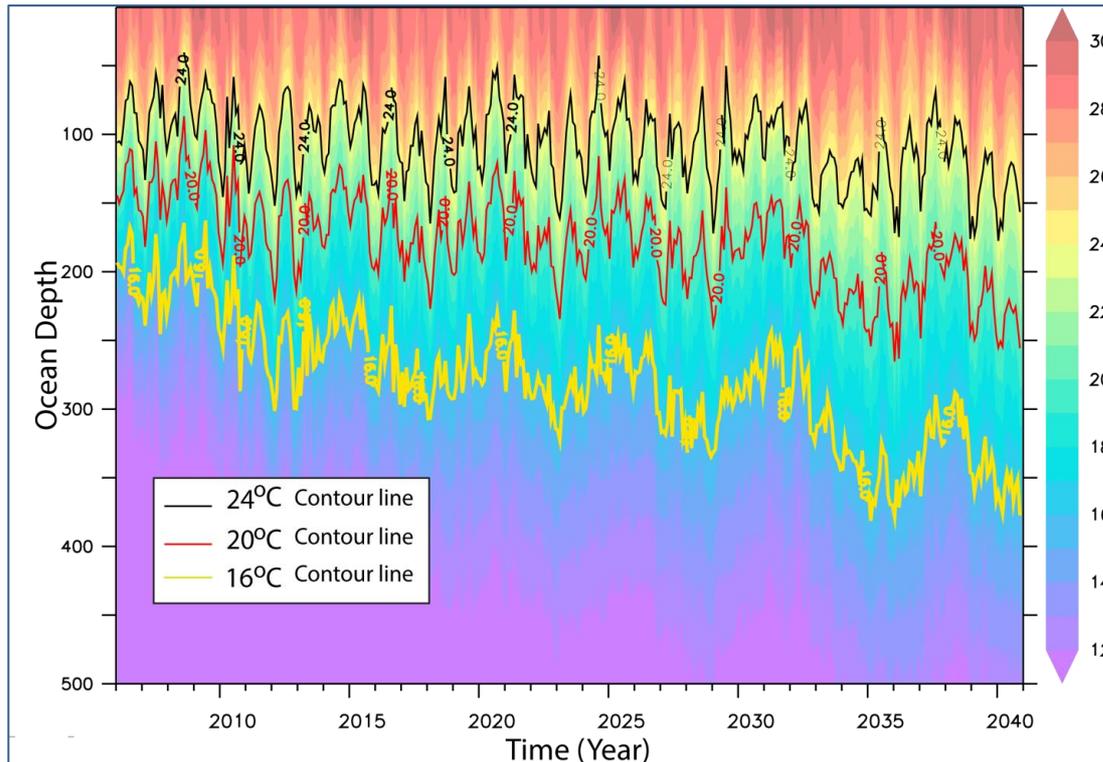
Data tentang tinggi gelombang dan frekuensi cuaca buruk belum tersedia pada skala yang lebih detail sehingga analisis ancaman gelombang ekstrim untuk Jawa Timur ini belum dapat dibuat secara rinci.

### 7.1.3. PENURUNAN POTENSI IKAN

Kenaikan suhu permukaan air laut menyebabkan kerusakan ekosistem pantai seperti terumbu karang dan lamun. Terumbu karang akan memutih dan mati (*coral bleaching*) pada suhu di atas 30°C dan akan berdampak terhadap hilangnya beberapa ikan karang karena hilangnya rantai makanan mereka. *Coral bleaching* sering terjadi di perairan Jawa Timur seperti Pantai Kondang Merak Malang, Pantai Pasir Putih Trenggalek, Pantai Pasir Putih Situbondo, Pantai Bentar

Probolinggo, Pulau Bawean Gresik dan Kepulauan Sumenep Madura (Fuad, 2016). Kenaikan suhu permukaan laut membuat lapisan air yang dingin turun lebih dalam. Ikan yang suka pada air dingin akan mengikuti lapisan ini membuat nelayan makin sulit untuk menangkap ikan itu.

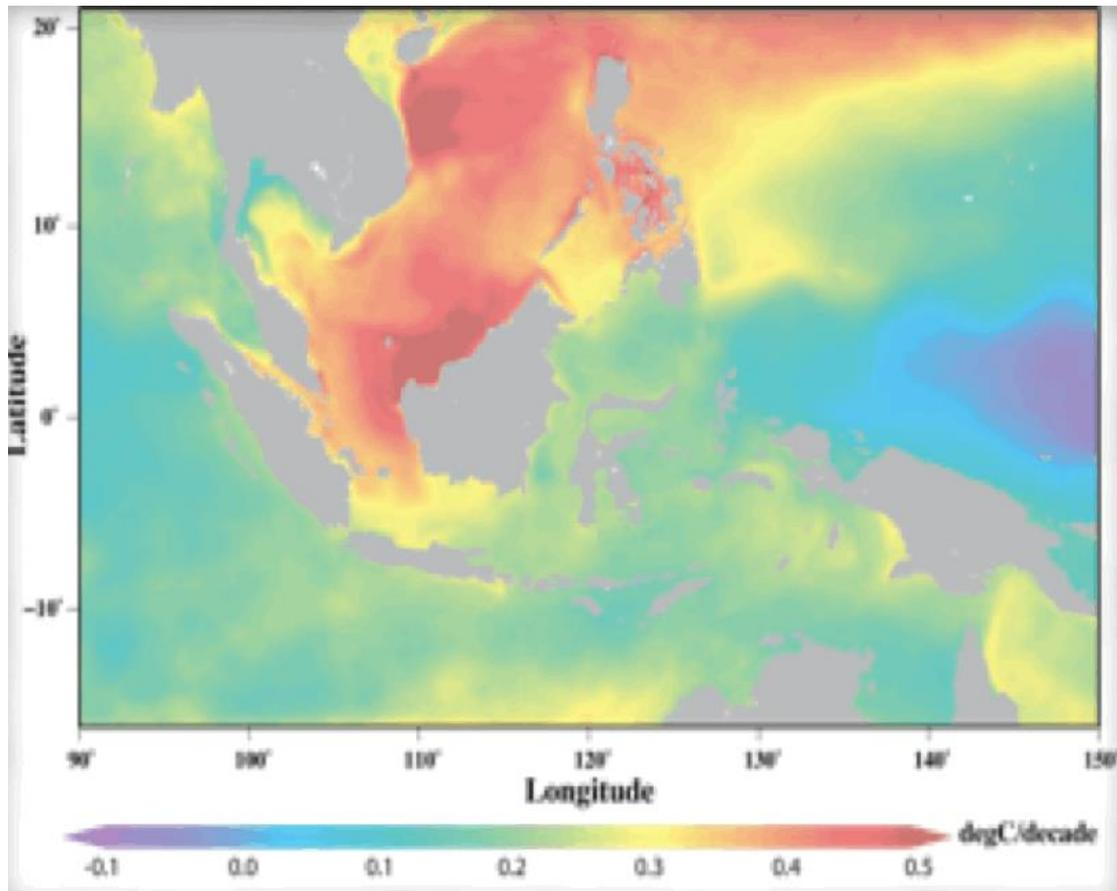
**Gambar 24: Proyeksi Kenaikan Suhu Air Laut di Selatan Jawa dari 2010 hingga 2040**



Sumber: Ibnu Sofyan, 2017

Menurut proyeksi iklim, fenomena El Nino dan La Nina akan semakin sering terjadi. Hal ini akan mengubah pola migrasi ikan. Nelayan akan semakin sulit untuk menentukan lokasi penangkapan ikan. Perubahan pola migrasi ikan merupakan salah satu dampak dari kenaikan suhu permukaan air laut. Ikan-ikan yang mempunyai pola migrasi panjang seperti ikan tuna, tongkol, cakalang, dan hiu akan mencari perairan yang mempunyai suhu antara 26° – 31°C, dimana pada suhu tersebut ikan-ikan pelagis (ikan yang biasa bermigrasi) merasa nyaman dan mendapatkan makanan yang melimpah. Perubahan pola migrasi ikan tiap tahun menyebabkan usaha perikanan tangkap tidak menentu. Area penangkapan ikan (*fishing ground*) semakin jauh dan menyebabkan biaya operasi penangkapan ikan semakin meningkat. Nelayan di Muncar, Sendang Biru, Prigi, dan Pacitan membutuhkan perjalanan dua hari menuju lokasi penangkapan ikan mereka di perairan Samudra Hindia atau dikenal dengan lintang sebelas. Pada awal tahun 1998, nelayan cukup satu hari melakukan penangkapan ikan. Saat ini nelayan membutuhkan 7 – 10 hari dengan peningkatan biaya sebesar tiga kali lipat. Perubahan iklim dan berkurangnya potensi ikan berkontribusi besar terhadap penurunan produksi ikan di Jawa Timur. Produksi perikanan tangkap di Jawa Timur terus menurun dalam 15 tahun terakhir. Kondisi ini menyebabkan meningkatnya kemiskinan nelayan di beberapa sentra perikanan seperti di Brondong Lamongan, Muncar Banyuwangi, Lekok Pasuruan, Prigi Trenggalek dan Madura (Fuad, 2016).

**Gambar 25: Peta Proyeksi Kenaikan Suhu Permukaan Laut 2010-2040**



Sumber: Ibnu Sofyan, 2017

#### 7.1.4. PERBANDINGAN ANCAMAN ANTAR WILAYAH

Dari hasil diskusi pakar dalam lokakarya kedua dapat disimpulkan tinggi rendahnya ancaman ditentukan oleh empat indikator sebagaimana dijelaskan dalam tabel berikut.

**Tabel 15: Perbandingan Ancaman Perikanan Tangkap di Jawa Timur**

Indikator Ancaman	Pantai Selatan	Pantai Utara	Selat Madura	Selat Bali
Hasil Tangkapan Ikan Menurun	Tinggi	Tinggi	Tinggi	Tinggi
Alur Migrasi dan Musim Ikan Selalu Berubah	Tinggi	Sedang	Rendah	Tinggi
Jumlah hari melaut berkurang	Tinggi	Sedang	Rendah	Sedang
Banjir Rob di perkampungan Nelayan	Rendah	Tinggi	Tinggi	Rendah

Sumber: Hasil Lokakarya Kajian Kerentanan Provinsi Jawa Timur, 2017

Karena analisis ancaman dibuat menurut sentra atau pelabuhan perikanan, maka lokasi masing-masing pelabuhan akan dianalisis menggunakan tabel di atas. Selain faktor iklim, ada pula ancaman dari kegiatan penangkapan ikan yang berlebihan (*overfishing*) dan polusi limbah plastik terutama di pantai utara Jatim dan Selat Madura.

## 7.2 ANALISIS KERENTANAN SEKTOR PERIKANAN TANGKAP

Kajian kerentanan dibuat dengan memilih indikator masing-masing komponen kerentanan berdasarkan ketersediaan data sebagaimana dalam tabel berikut.

**Tabel 16: Indikator Kerentanan Sektor Perikanan Tangkap**

Komponen	Indikator	Satuan	Sumber data	Bobot
Keterpaparan	Jumlah nelayan	Jiwa	BPS	0,35
	Jumlah perahu nelayan	Buah	Dinas Perikanan	0,35
Sensitivitas	Persentase perahu di bawah 5 GT	%	Dinas Perikanan	0,20
Kapasitas	Jumlah penyuluh perikanan dan tingkat pendidikan	Orang/ pelabuhan	Dinas Perikanan	0,10
<b>TOTAL</b>				<b>1,00</b>

Sumber: Hasil Lokakarya Kajian Kerentanan Provinsi Jawa Timur dan FGD Tenaga Ahli, 2017

Pembobotan dalam tabel indikator ini dihasilkan melalui diskusi dengan para pakar dan narasumber dalam lokakarya di Surabaya pada Januari 2017.

Berdasarkan data dari Dinas Perikanan, karakteristik nelayan Jawa Timur lebih banyak didominasi oleh nelayan kecil dengan kapal ukuran di bawah 10 GT (*Gross Ton*). Kelompok nelayan ini hanya melakukan aktivitas penangkapan sekitar 120 hari dalam satu tahun dan selebihnya dihabiskan untuk memperbaiki jaring dan kapal. Kelompok nelayan kecil sangat tergantung pada musim dan ketersediaan sumber daya ikan di daerah pesisir. Ketergantungan pada musim dan ketidakpastian usaha penangkapan membuat nelayan kecil sangat tergantung kepada juragan. Nelayan kecil meminjam uang kepada juragan untuk modal usaha penangkapan dengan syarat hasil tangkapan mereka harus dijual kepada juragan dan harga ikan ditentukan oleh juragan. Ketergantungan nelayan pada juragan dan ketidakpastian usaha menjadi penyebab utama kemiskinan nelayan dalam 10 tahun terakhir.

Nelayan di Jawa Timur berjumlah sekitar 912.754 orang yang tersebar di seluruh kawasan pesisir utara dan selatan Jawa Timur. Karakteristik nelayan pantai utara berbeda dengan karakteristik nelayan selatan Jawa Timur. Berdasarkan karakteristik perairan, nelayan Jawa Timur dibagi menjadi empat wilayah yaitu: (1) nelayan Laut Jawa yang meliputi wilayah Tuban, Lamongan, Gresik, pantai utara Madura; (2) nelayan Selat Madura meliputi nelayan Surabaya, Sidoarjo, Pasuruan, Probolinggo, Situbondo, dan pantai selatan Madura; (3) nelayan Selat Bali meliputi nelayan Banyuwangi; (4) nelayan selatan Jawa Timur meliputi wilayah Jember, Lumajang, Malang, Blitar, Tulungagung, Trenggalek dan Pacitan. Wilayah perairan Laut Jawa, Selat Madura dan Selat Bali terkenal dengan penghasil perikanan pelagis kecil seperti ikan layang, tembang, selar, lemuru, dan cumi-cumi. Perairan selatan Jawa Timur dikenal sebagai penghasil ikan pelagis besar seperti ikan tuna, tongkol dan cakalang.

Karakteristik nelayan Jawa Timur juga sangat terkait dengan potensi yang ada di daratan. Nelayan Laut Jawa dan Selat Madura pada musim paceklik mencari pekerjaan alternatif di sektor informal seperti menjadi kuli bangunan, sopir becak, pekerja tambak, dan buruh pabrik. Hal ini berbeda dengan nelayan di selatan Jawa Timur. Nelayan di selatan Jawa Timur bekerja di sektor pertanian dan perkebunan pada saat musim paceklik. Perbedaan lapangan kerja alternatif ini dipengaruhi oleh potensi yang ada di sekitar kawasan pesisir Jawa Timur. Jika dilihat dari ketersediaan potensi yang ada di daratan, nelayan di selatan Jawa Timur mempunyai ketangguhan yang lebih besar dibandingkan dengan nelayan pantai utara Jawa Timur. Dengan kata lain, nelayan pantai utara Jawa Timur lebih rentan terhadap perubahan iklim jika dilihat dari ketersediaan lapangan kerja alternatif.

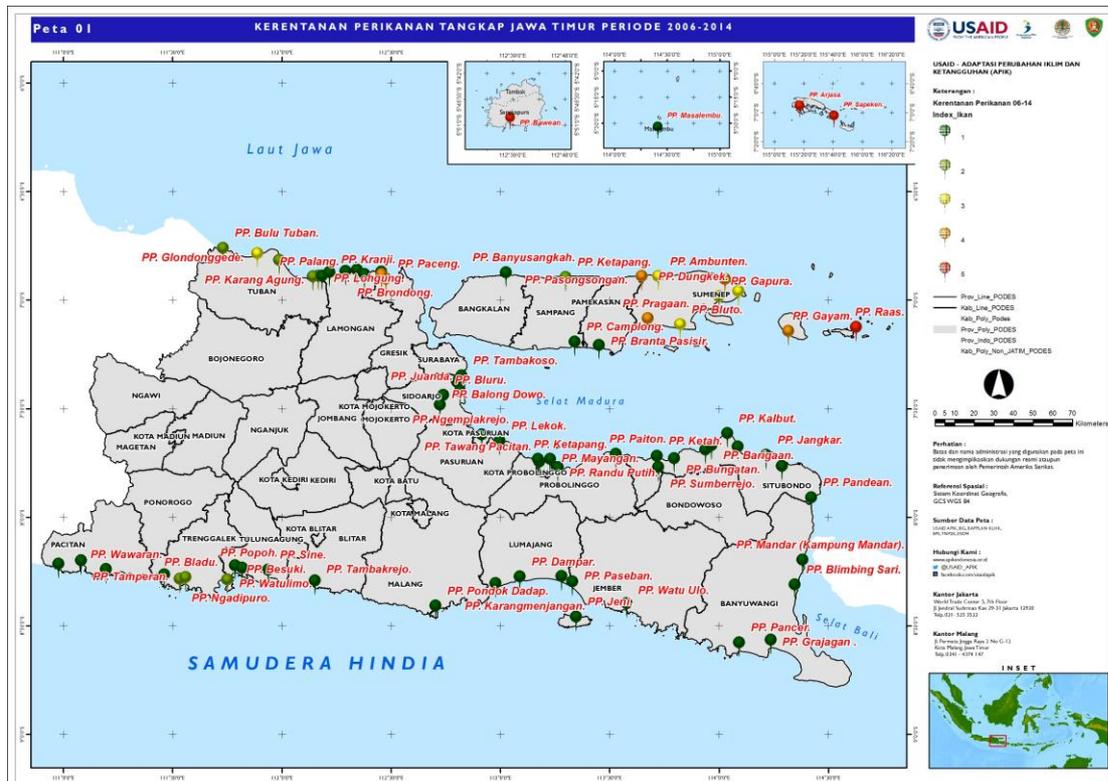
Kerentanan nelayan terhadap perubahan iklim di Jawa Timur juga diperparah dengan rendahnya tingkat pendidikan. Sebagian besar nelayan di Jawa Timur berpendidikan Sekolah Dasar (SD) dan Sekolah Menengah Pertama (SMP). Tingkat pendidikan sangat menentukan akses teknologi untuk mengurangi ketidakpastian musim ikan. Nelayan yang mempunyai pendidikan lebih tinggi akan lebih mampu melakukan pengelolaan risiko usaha penangkapan untuk menghadapi perubahan iklim. Berdasarkan data indeks Nilai Tukar Nelayan (NTN) Jawa Timur tahun 2016, pendapatan nelayan cenderung fluktuatif disebabkan oleh kondisi musim ikan dan lemahnya manajerial usaha penangkapan ikan dalam mengantisipasi perubahan musim. Hasil penelitian Ratna (2012) di Bluto, Sumenep, menunjukkan bahwa tingkat pendidikan dan keterampilan sangat berpengaruh terhadap langkah nelayan dalam menghadapi perubahan musim. Hal ini bisa dilihat sebagai faktor yang mempengaruhi kapasitas adaptasi nelayan di sana.

Faktor lain yang mempengaruhi kemampuan adaptasi nelayan dalam menghadapi perubahan iklim adalah ketersediaan sarana perikanan. Nelayan yang tinggal di kawasan perikanan yang mempunyai sarana yang lengkap akan lebih mudah dalam meningkatkan daya adaptasinya menghadapi perubahan iklim. Nelayan bisa menyimpan hasil tangkapannya di *cold storage* pada saat musim ikan dan menjualnya pada saat paceklik sehingga harga ikan menjadi stabil. Sarana perikanan tangkap di Jawa Timur sudah cukup memadai. Berdasarkan data Dinas Kelautan dan Perikanan Provinsi Jawa Timur tahun 2015 menunjukkan bahwa terdapat 91 Tempat Pelelangan Ikan (TPI), 77 Pangkalan Pendaratan Ikan (PPI), 12 Pelabuhan Perikanan Pantai (PPP) dan 2 Pelabuhan Perikanan Nusantara (PPN) yang tersebar di 23 kabupaten/kota di Jawa Timur. Ketersediaan sarana perikanan tangkap di Jawa Timur diharapkan mampu meningkatkan daya adaptasi nelayan dalam menghadapi perubahan iklim.

Berdasarkan gambaran di atas menunjukkan bahwa tingkat kerentanan nelayan terhadap perubahan iklim di Jawa Timur masih cukup tinggi. Hal ini ditunjukkan dari jumlah nelayan kecil yang cukup besar yaitu mencapai 85 % dari total nelayan di Jawa Timur (BPS). Selain itu, tingkat pendidikan nelayan masih rendah dan ketersediaan lapangan kerja alternatif masih belum memadai. Sebagian besar nelayan di Jawa Timur hanya lulusan Sekolah Dasar (SD) dan Sekolah Menengah Pertama (SMP) bahkan banyak juga yang putus sekolah dasar. Pemerintah Provinsi Jawa Timur telah melakukan langkah-langkah program untuk menekan tingkat kerentanan nelayan. Pemberdayaan masyarakat pesisir menjadi program utama untuk mengurangi kerentanan nelayan terhadap perubahan iklim. Program ini dilakukan di 23 kabupaten/kota pesisir di Jawa Timur berupa bantuan langsung pada saat paceklik, pengembangan usaha alternatif, pembangunan sarana perikanan, dan beasiswa bagi anak nelayan.

Jika menggunakan data sebagaimana disebutkan dalam indikator di atas, maka dapat dihasilkan peta kerentanan perikanan tangkap seperti gambar berikut.

Gambar 26: Peta Kerentanan Bidang Perikanan Tangkap Jawa Timur Periode 2006-2014



Dari peta tersebut diketahui bahwa wilayah yang mempunyai tingkat kerentanan tinggi adalah Tuban dan Pamekasan, serta pada pulau-pulau kecil di utara.

# BAB 8. ANALISIS ANCAMAN, KERENTANAN, DAN RISIKO UNTUK BIDANG AIR BERSIH

## 8.1. PEMETAAN ANCAMAN KEKURANGAN AIR BERSIH

Kajian ini difokuskan pada ancaman perubahan iklim terhadap suplai air bersih domestik (perumahan). Air bersih merupakan sumber daya alam yang paling penting bagi penduduk dan perekonomian Jawa Timur.

### 8.1.1. METODOLOGI

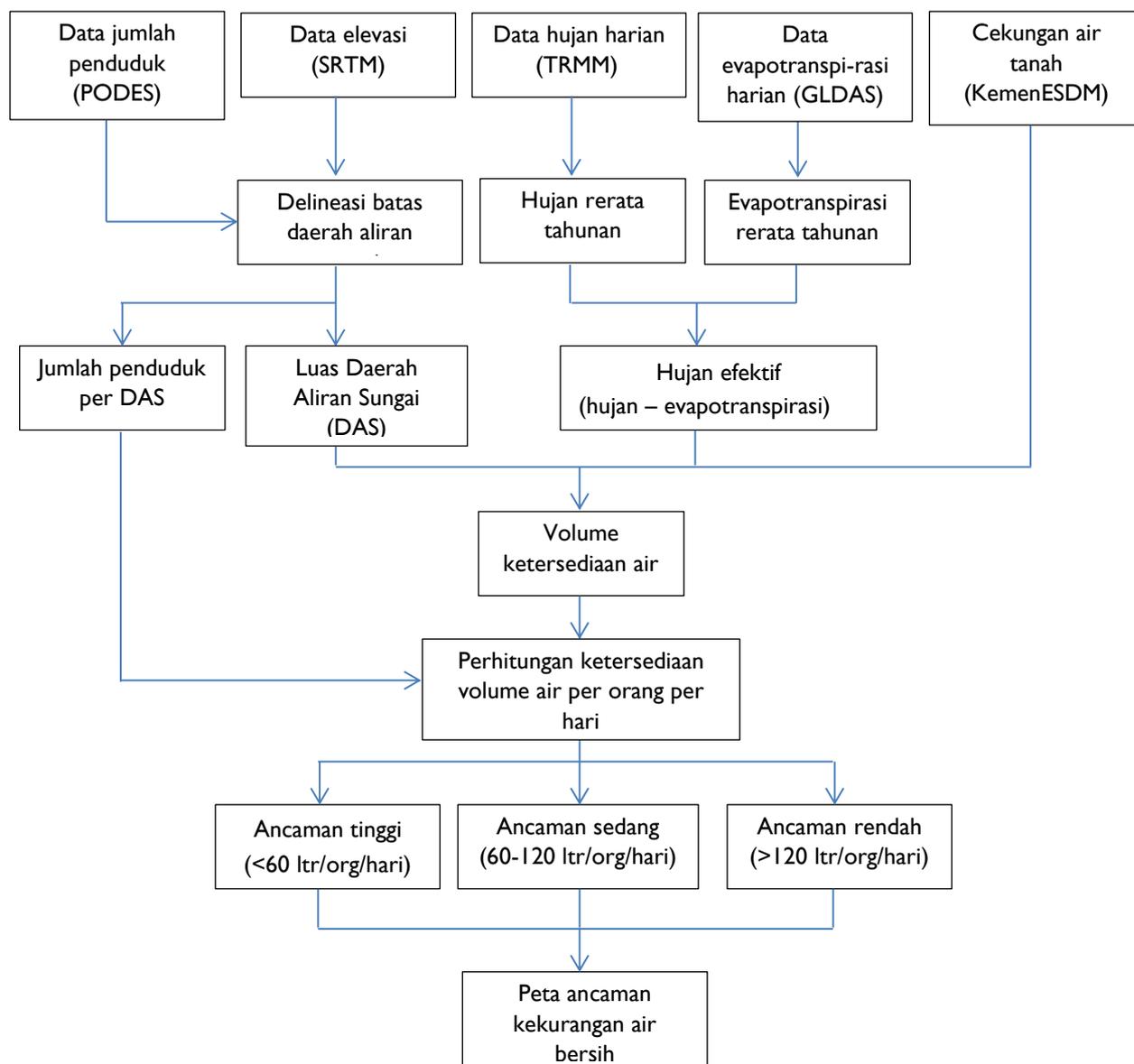
Metodologi utama yang dipakai dalam kajian ini adalah *water budgeting* dimana aliran air masuk (*inflow*), aliran air keluar (*outflow*), dan simpanan air (*storage*) di dalam daerah studi dikuantifikasikan (volume air), disandingkan satu dengan yang lainnya (untuk memperkirakan ketersediaan air), dan kemudian dibandingkan dengan volume kebutuhan air domestik (*demand*) untuk mengetahui apakah akan terjadi kekurangan air bersih.

Metode ini mengacu pada analisis yang dikembangkan sebelumnya oleh Kummu, et al (2016), Parish et al (2012) dan Falkenmark (1997). Analisis dilakukan untuk dua kondisi, saat ini dan masa mendatang (2030).

Parameter utama yang digunakan di dalam kajian ini antara lain: curah hujan, evapotranspirasi, jumlah penduduk, elevasi lahan dan cadangan air tanah. Curah hujan dan elevasi lahan menentukan besaran *inflow*. Cadangan air tanah adalah *storage* utama selain sungai, evapotranspirasi merepresentasikan *outflow* dan jumlah penduduk menentukan *demand*.

Bagan alir yang merangkum rangkaian kajian ancaman kekurangan air domestik disajikan di halaman selanjutnya. Bagan ini diikuti dengan penjelasan mengenai masing-masing parameter dan langkah-langkah analisis yang dilakukan.

**Gambar 27: Bagan Alir Proses Pemetaan Ancaman Kekurangan Air Bersih**



### 8.1.2. ELEVASI LAHAN

Elevasi lahan ini menentukan bentuk dan luasan dari sebuah daerah aliran sungai, dan bersama dengan intensitas hujan menentukan besaran debit sungai dan pada akhirnya secara tidak langsung juga menentukan tingkat ancaman kekurangan air domestik.

Data elevasi permukaan lahan yang digunakan di analisis ini bersumber dari *Shuttle Radar Topography Mission (SRTM)* dengan resolusi spasial 30 m (1 arc-second). Data ini diproses secara spasial, bersama dengan data sebaran sungai, untuk menghasilkan delineasi (bentuk dan persebaran) daerah aliran sungai di dalam area studi. Luasan dari setiap daerah sungai dihitung dan kemudian akan digunakan untuk menghitung debit aliran sungai di dalamnya.

Untuk analisis pemetaan ancaman banjir di masa mendatang (tahun 2030), elevasi lahan (dan delineasi daerah aliran sungai) diasumsikan tidak berubah. Walaupun pada kenyataannya topografi daerah studi akan berubah tapi memprediksikan perubahan ini kemungkinan besar

tidak akurat (karena laju pembangunan di Indonesia yang cenderung tidak teratur dan sulit diprediksi).

### 8.1.3. CURAH HUJAN

Curah hujan merupakan input utama bagi debit di sungai dan tampungan cekungan air tanah (melalui infiltrasi dan perkolasi). Namun tidak 100% dari hujan akan menjadi tampungan atau debit aliran, sebagian dari hujan akan dikurangi oleh proses evaporasi dan tranpirasi (biasa disatukan menjadi evapotranspirasi). Nilai hujan yang sudah dikurangi dengan nilai evapotranspirasi disebut sebagai hujan efektif. Nilai hujan efektif adalah parameter yang digunakan untuk memperkirakan debit air sungai (dikalikan dengan luasan daerah aliran sungai).

Data curah hujan yang dikumpulkan adalah data harian yang dikumpulkan oleh National Aeronautics and Space Administration (NASA) melalui satelit Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM). Satelit TRMM mengumpulkan data hujan global dan dirangkai dalam bentuk data spasial (raster) dengan ukuran piksel  $0,25^0 \times 0,25^0$ . Data spasial ini hanya dapat diunduh dalam bentuk data tabular. Data hujan harian diunduh untuk tahun 1998 sampai dengan 2017. Data tabular ini kemudian dianalisis untuk mendapatkan data curah hujan rerata tahunan. Data ini kemudian dikonversi menjadi data spasial dalam bentuk data titik, dimana setiap titik mewakili satu nilai (satu piksel yang diunduh). Data titik selanjutnya diinterpolasi untuk menghasilkan *isohyet* yaitu garis yang menghubungkan tempat-tempat yang mempunyai curah hujan sama, dan menghasilkan gradasi perubahan curah hujan rerata tahunan dari satu tempat ke lainnya.

Untuk analisis pemetaan ancaman kekurangan air di masa mendatang (tahun 2030), data spasial distribusi hujan diproses menggunakan data proyeksi perubahan hujan. Data ini bersumber dari BMKG dimana distribusi perubahan hujan disajikan secara spasial dan dinyatakan dalam persen.

### 8.1.4. EVAPOTRANSPIRASI

Parameter ini faktor utama yang menentukan proporsi dari curah hujan yang hilang dan tidak sampai membentuk debit air sungai atau tampungan tambahan air tanah. Parameter ini merupakan gabungan dari dua proses, yaitu evaporasi dan transpirasi. Evaporasi sangat dipengaruhi oleh suhu, angin dan lama penyinaran matahari, sedangkan transpirasi dipengaruhi oleh jenis vegetasi dan ketersediaan air di zona akar. Seperti yang dijabarkan sebelumnya, nilai hujan yang dikurangi dengan nilai evapotranspirasi disebut sebagai hujan efektif. Nilai hujan efektif adalah parameter yang digunakan untuk memperkirakan debit air sungai.

Data evapotranspirasi yang digunakan adalah data bulanan yang dikumpulkan oleh NASA dengan kerja sama bersama Princeton University di dalam program Global Land Data Assimilation System (GLDAS). Data GLDAS tersedia di dalam bentuk data spasial (raster) dengan ukuran piksel  $0,25^0 \times 0,25^0$ . Data spasial ini hanya dapat diunduh dalam bentuk data tabular. Data evapotranspirasi bulanan diunduh untuk tahun 1998 sampai dengan 2017. Data tabular ini kemudian dianalisis untuk mendapatkan data evapotranspirasi rerata tahunan. Data ini kemudian dikonversi menjadi data spasial dalam bentuk data titik, dimana setiap titik mewakili satu nilai (satu piksel yang diunduh). Data titik selanjutnya diinterpolasi untuk menghasilkan *isohyet* yaitu garis yang menghubungkan tempat-tempat yang mempunyai tingkat evapotranspirasi sama, dan menghasilkan gradasi perubahan tingkat evapotranspirasi rerata tahunan dari satu tempat ke lainnya.

Untuk analisis pemetaan ancaman kekurangan air di masa mendatang (tahun 2030), dilakukan proyeksi evapotranspirasi di masa mendatang dengan memperhatikan kenaikan suhu rata-rata. Data kenaikan suhu rata-rata diperoleh dari BMKG dan menggunakan metode Blaney-Criddle (Blaney-Criddle, 1962), data kenaikan evapotranspirasi dapat diperkirakan.

### 8.1.5. CEKUNGAN AIR TANAH

Akumulasi antara volume cekungan air tanah dan debit air sungai merepresentasikan ketersediaan air di sebuah area. Cadangan air tanah tersedia di dalam dua tipe cekungan (akuifer), akuifer bebas dan tertekan. Akuifer bebas diapit oleh lapisan tanah/batuan kedap air (di bagian bawah) dan oleh lapisan tanah/batuan yang tembus air (dibagian atas), sedangkan akuifer tertekan diapit oleh lapisan tanah/batuan yang kedap air bagian atas dan bawahnya. Akuifer tertekan pada umumnya berada lebih dalam dibandingkan dengan akuifer bebas.

Data volume akuifer air tanah yang dipakai di dalam kajian ini bersumber dari Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM). Data ini tersedia dalam bentuk peta yang menyajikan persebaran akuifer bebas dan tertekan dan dilengkapi dengan volume dari masing-masing akuifer. Kombinasi antara cekungan air tanah dan curah hujan efektif kemudian dibagikan dengan jumlah penduduk untuk mengetahui tingkat ketersediaan air (untuk mengetahui apakah terdapat ancaman kekurangan air domestik).

Kajian ini tidak memperhitungkan volume cekungan air tanah pada periode 2030-2040. Untuk analisis pemetaan ancaman kekurangan air di masa mendatang, volume cekungan air tanah diasumsikan konstan. Asumsi ini harus dicek ulang dengan memperhatikan apakah laju pengisian ulang dari sebuah akuifer (melalui hujan, transfer dari akuifer sekitar dan pengisian ulang artifisial) mampu mengimbangi laju penyedotan air tanah untuk keperluan domestik, irigasi dan industri.

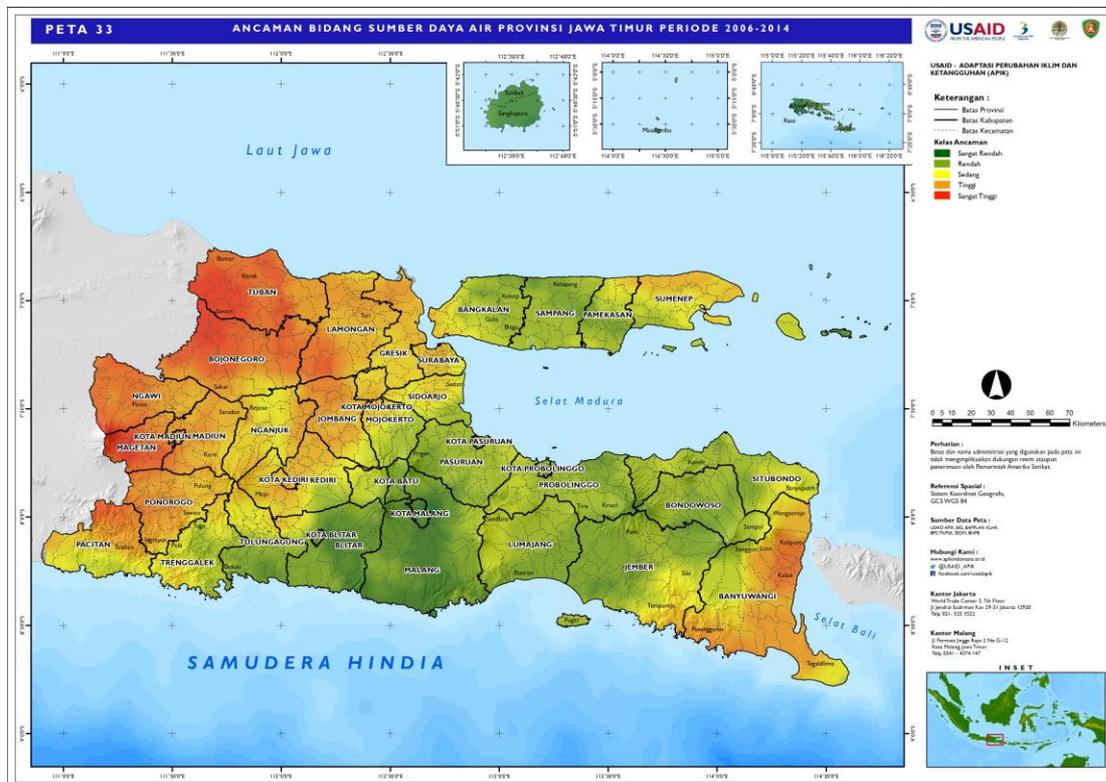
### 8.1.6. JUMLAH PENDUDUK

Tingkat ketersediaan air di satu daerah merupakan pembagian antara akumulasi volume dari semua sumber daya airnya (sungai, air tanah dan danau) dan dibagikan dengan jumlah penduduknya. Menurut definisi Falkenmark (2007), suatu daerah memiliki tingkat ancaman yang tinggi terhadap kekurangan air jika air yang tersedia kurang dari 1000 m<sup>3</sup>/orang/hari (atau 140 liter/orang/hari untuk kebutuhan domestik dan 2,600 liter/orang/hari untuk kebutuhan non-domestik). Kebutuhan domestik mencakup kebutuhan untuk mandi, minum, masak dan cuci; sedangkan kebutuhan non-domestik meliputi penggunaan air tidak langsung yang dipakai untuk memproduksi makanan dan memproduksi barang-barang kebutuhan setiap hari (pakaian, kendaraan bermotor, dll.). Untuk kajian, ini ambang batas kebutuhan air minimum adalah 60 liter/orang/hari sesuai dengan SNI 19-6728.1-2002 tentang Penyusunan Neraca Sumber Daya Air Spasial. Data jumlah penduduk yang dipakai di dalam analisis ini bersumber dari program PODES 2014 (Pendataan Potensi Desa/Kelurahan) yang dilakukan oleh BPS (Badan Pusat Statistik). Untuk Analisis di masa mendatang (tahun 2030), perhitungan proyeksi pertumbuhan penduduk dilakukan dengan menggunakan perkiraan laju pertumbuhan penduduk oleh BPS (2017).

### 8.1.7. PETA ANCAMAN

Peta ancaman terhadap kekeringan untuk Jawa Timur telah diterbitkan oleh Badan Nasional Penanggulangan Bencana pada tahun 2015. Peta ini dibuat dengan metode yang mirip dengan uraian di atas. Hasilnya menunjukan daerah yang terancam kering pada saat ini adalah sebagai berikut.

#### **Gambar 28: Peta Ancaman Bencana Kekeringan di Jawa Timur 2015**



Sumber: Website InaRISK BNPB, 2017

Dari peta tersebut, diketahui, wilayah yang memiliki ancaman tinggi untuk kekurangan air bersih adalah wilayah Jombang, Mojokerto, Tuban, Lamongan, Bojonegoro, Ngawi, Magetan, Ponorogo, Madiun, Kediri, dan Banyuwangi.

## 8.2. ANALISIS KERENTANAN

Dalam analisis ini kerentanan dibentuk oleh komponen keterpaparan, sensitivitas dan kurangnya kapasitas adaptif. Menurut diskusi para ahli, keterpaparan ditentukan oleh dua indikator yaitu kepadatan penduduk dan penggunaan lahan, yang secara keseluruhan memberikan pengaruh 50% terhadap tingkat kerentanan.

### 8.2.1. KEPADATAN PENDUDUK

Kepadatan penduduk menentukan tingkat kerentanan. Di Jawa Timur, kepadatan tertinggi ada di wilayah Surabaya dan kepadatan yang rendah ada di Situbondo. Data untuk kondisi saat ini diperoleh dari BPS. Sementara itu, kepadatan penduduk untuk waktu proyeksi diperoleh dari RTRW Provinsi.

### 8.2.2. TUTUPAN LAHAN

Penggunaan lahan mempengaruhi laju infiltrasi dan menentukan proporsi dari hujan yang menjadi limpasan permukaan (*runoff*). Data penutupan lahan yang digunakan di dalam analisis ini bersumber dari peta penutupan lahan yang diterbitkan oleh Kementerian Kehutanan. Setiap jenis penutupan lahan kemudian dikonversikan kedalam bentuk skor yang merepresentasikan laju infiltrasi dan skor yang menyatakan porsi limpasan permukaan.

Sedangkan untuk kepekaan (sensitivitas), ada dua indikator yang dipilih yaitu tingkat kemiskinan dan sumber air bersih. Sesuai kesepakatan para narasumber, kedua indikator ini memberikan kontribusi sebesar 45% terhadap kerentanan.

### 8.2.3. TINGKAT KEMISKINAN

Tingkat kemiskinan yang dialami oleh suatu wilayah ikut menentukan tingkat kerentanan. Dalam analisis ini, makin tinggi tingkat kemiskinan suatu wilayah, makin rentan wilayah tersebut oleh perubahan iklim. Data tentang tingkat kemiskinan untuk saat sekarang diambil dari TNP2K 2015; sedangkan untuk waktu proyeksi menggunakan kalkulasi pertumbuhan penduduk.

### 8.2.4. SUMBER AIR

Kerentanan rumah tangga tergantung pada jenis sumber air yang digunakan. Rumah yang memiliki sambungan pipa PDAM memiliki kerentanan yang paling rendah, disusul oleh rumah yang memiliki sumur atau mata air sendiri, dan yang paling rentan adalah rumah tangga yang harus mengambil air di tempat yang jauh.

### 8.2.5. PENDIDIKAN

Untuk kurangnya kapasitas adaptif, kontribusinya terhadap kerentanan hanya 5% saja, menggunakan indikator jumlah penduduk yang lulus SMP. Diasumsikan bahwa orang yang lulus SMP bisa lebih adaptif dibandingkan lulusan SD.

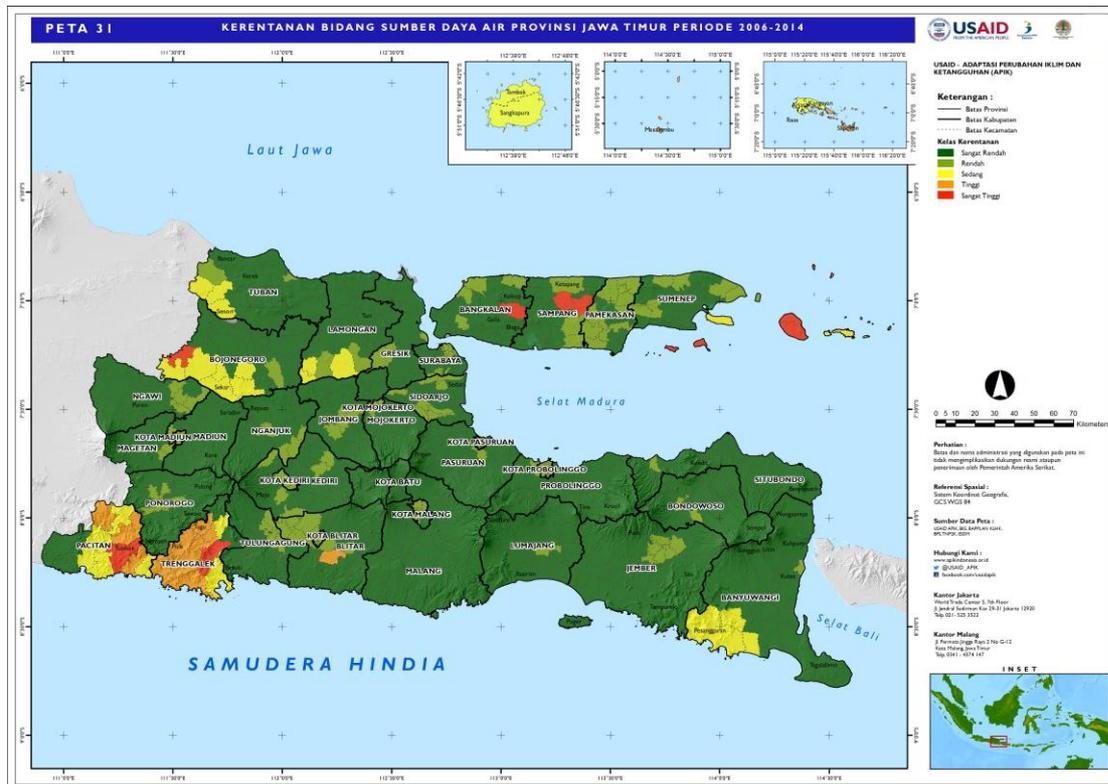
**Tabel 17: Indikator Kerentanan terhadap Air Bersih**

	<b>Indikator</b>	<b>Ukuran</b>	<b>Sumber data</b>	<b>Bobot</b>
Keterpaparan	Kepadatan penduduk	Jiwa/ha	BPS	0,25
	Tutupan Lahan	Type	Bappeda	0,25
Sensitivitas	Tingkat kemiskinan	% penduduk	TNP2K	0,20
	Sumber air bersih	Type	PU	0,25
Kapasitas	Pendidikan	Angka Partisipasi Kasar tingkat SMP	BPS	0,05

Sumber: Hasil Lokakarya Kajian Kerentanan Provinsi Jawa Timur dan FGD Tenaga Ahli, 2017

Selanjutnya menggunakan data-data tersebut dengan analisis sistem informasi geografis (GIS) dihasilkan peta kerentanan sebagaimana dalam gambar berikut.

**Gambar 29: Peta Kerentanan Bencana Kekeringan Jawa Timur Periode 2015**



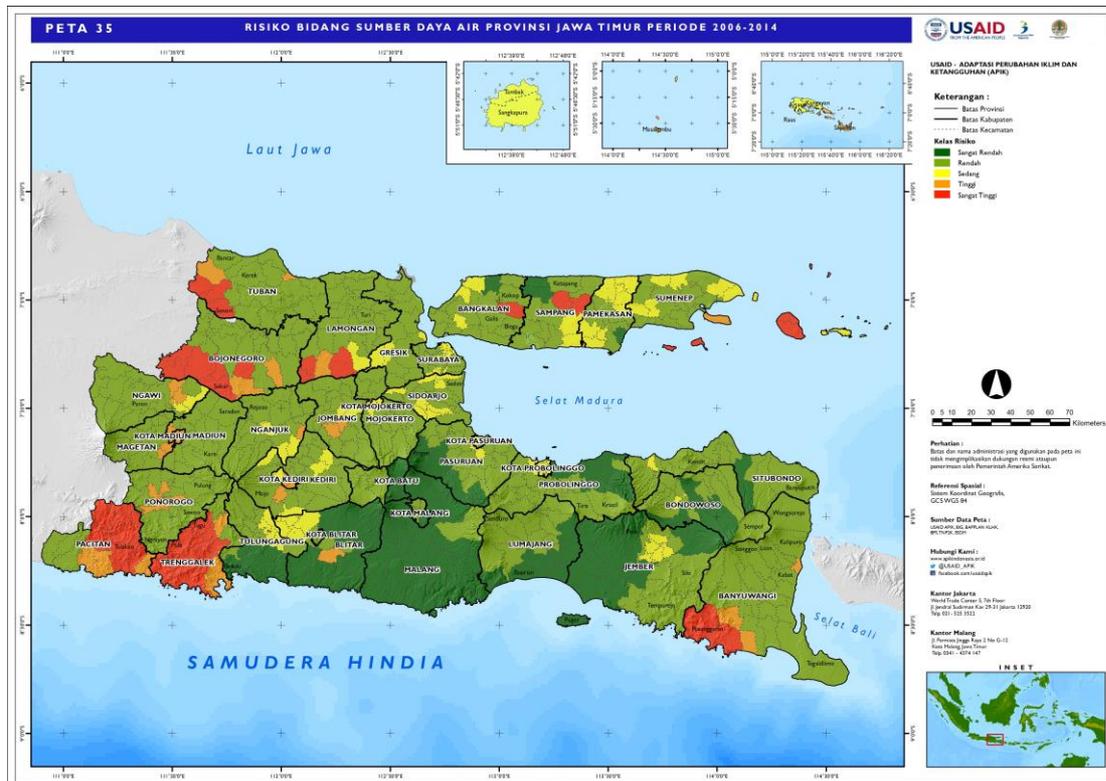
Sumber: Website InaRISK – BNPB, 2017

Dalam analisis tersebut, diketahui bahwa wilayah yang saat ini memiliki kerentanan paling tinggi berada di Kota Blitar, Pamekasan dan Sumenep, diperkirakan di masa mendatang akan meluas ke sejumlah wilayah di Bangkalan, Surabaya, Kota Probolinggo, Sidoarjo, Jombang, Mojokerto, Blitar, Tulungagung, Kediri, Ngawi, Madiun, Jember, dan Bondowoso.

### 8.3 ANALISIS RISIKO

Risiko kekurangan air bersih adalah gabungan dari ancaman dan kerentanan air bersih. Peta risiko kekurangan air bersih dapat dilihat pada gambar di bawah, untuk kondisi saat ini dan kondisi proyeksi.

**Gambar 30: Peta Risiko Bencana Kekeringan di Provinsi Jawa Timur 2015**

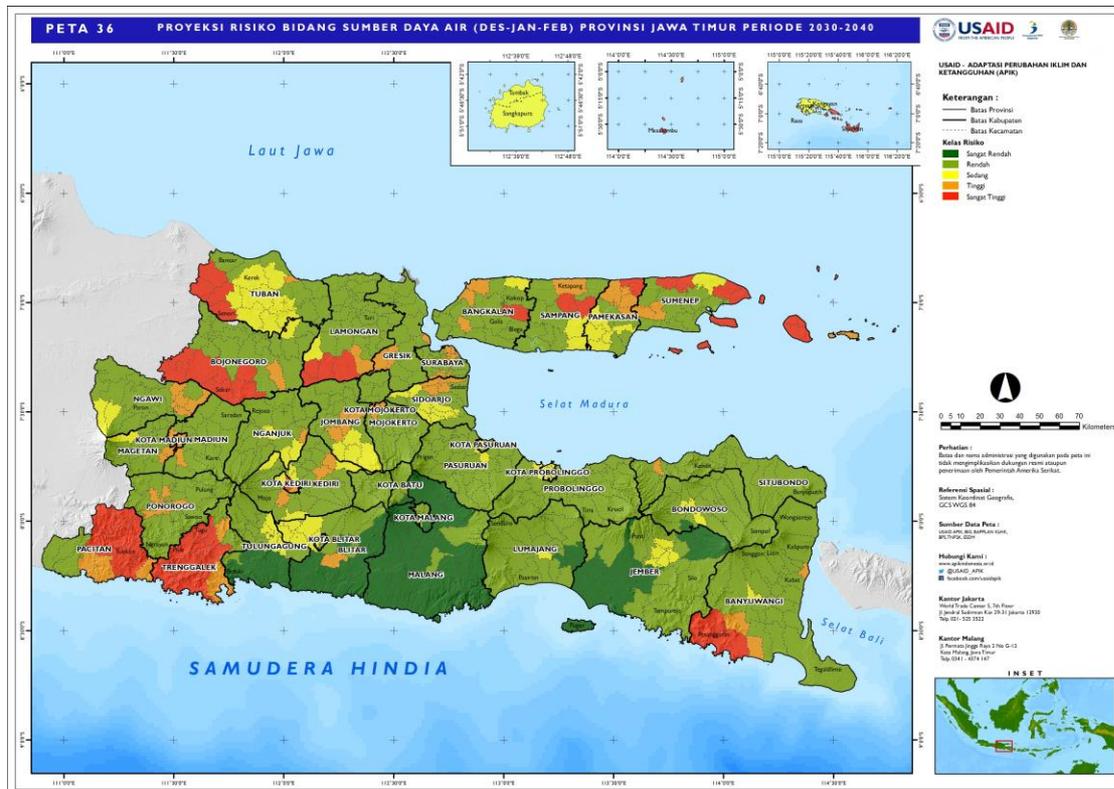


Sumber: Website InaRISK, BNPB, 2017

Dari peta tersebut diketahui bahwa untuk kondisi sekarang, wilayah yang memiliki risiko tinggi adalah Pulau Madura, Blitar dan Malang selatan. Namun di masa mendatang, tingkat risiko makin meluas di wilayah Kediri, Mojokerto, Sidoarjo dan Surabaya. Wilayah-wilayah ini haruslah menjadi perhatian dalam menyusun strategi adaptasi. Bertambahnya daerah yang berisiko ini antara lain dikarenakan pertumbuhan penduduk dan perubahan tutupan lahan.

Untuk periode 2030-2040 dibuat peta proyeksi risiko kekeringan dengan menyandingkan data kekeringan yang ada di atas dengan data perubahan curah hujan dari BMKG (Gambar 4) dihasilkan peta seperti di bawah ini.

**Gambar 31: Peta Proyeksi Risiko Bencana Kekeringan Periode 2030-2040**



# BAB 9. ANALISIS ANCAMAN, KERENTANAN DAN RISIKO UNTUK BIDANG PENANGGULANGAN BENCANA HIDROMETEOROLOGI

Bencana hidrometeorologi adalah bencana yang disebabkan oleh faktor cuaca ekstrem seperti angin kencang, hujan lebat, atau kemarau panjang. Bencana hidrometeorologi yang akan dikaji disini adalah banjir dan longsor karena kedua jenis bencana ini adalah yang paling sering terjadi di antara berbagai jenis bencana yang lain di Jawa Timur.

## 9.1. BANJIR

Banjir adalah tergenangnya suatu area lahan yang biasanya kering. Banjir dapat berupa genangan air hujan, banjir rob, luapan sungai atau banjir bandang. Kajian dan pemetaan banjir di dalam laporan ini difokuskan pada banjir yang disebabkan oleh hujan (ekstrem) lokal dan banjir karena limpasan air sungai.

Banjir yang disebabkan oleh pasang-surut ekstrem (banjir rob) tidak diikutsertakan di dalam pemetaan ini karena terbatasnya dampak negatif yang disebabkan oleh banjir ini dan tidak tersedianya data topografi beresolusi tinggi.

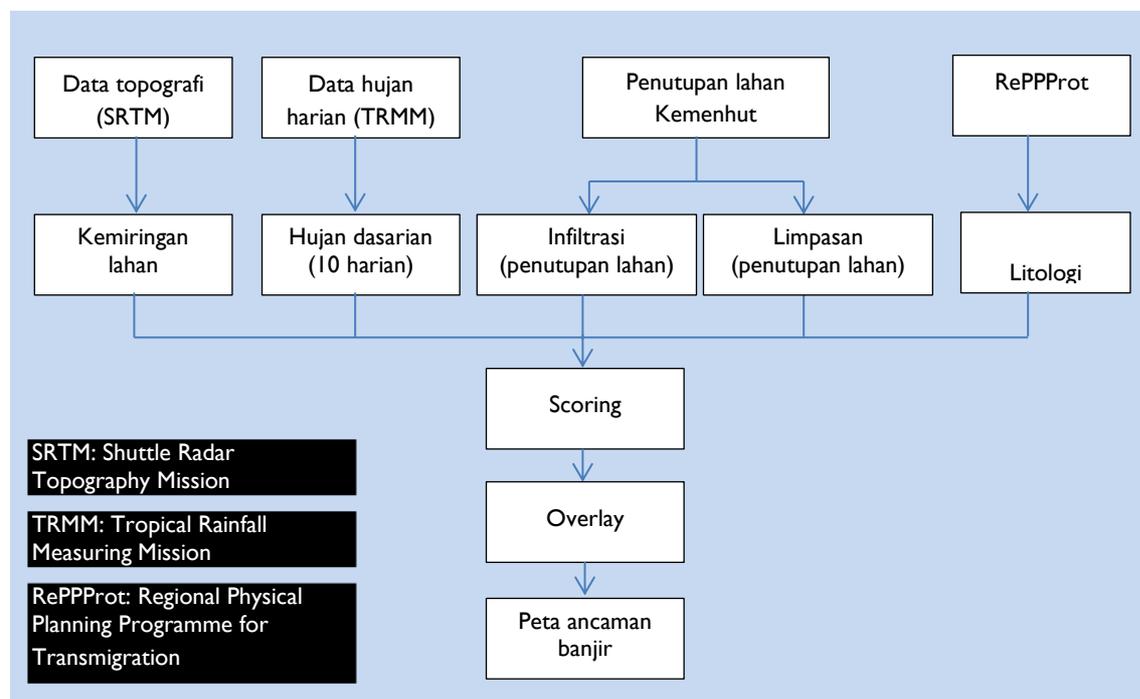
Risiko banjir ditentukan oleh indeks ancaman dan indeks kerentanan terhadap banjir. Ancaman banjir dinyatakan dalam luas wilayah dan intensitasnya. Kerentanan terhadap ancaman banjir ditentukan oleh keterpaparan, sensitivitas dan kurangnya kapasitas adaptif. Sensitivitas dilihat dari aspek ekonomi, sosial, lingkungan.

### 9.1.1. ANALISIS ANCAMAN BANJIR

Peta ancaman banjir disusun dengan menggunakan pendekatan kondisi hidrologi, topografi dan morfologi. Parameter yang digunakan di dalam pendekatan ini adalah curah hujan, tingkat kemiringan lahan, pentupan lahan dan litologi. Pemetaan ini memproses data-data tabular dan spasial, mengkonversikannya ini ke dalam bentuk skor (*scoring*), memetakan distribusi skor sesuai untuk setiap parameter dan melakukan tumpang-susun (*overlay*) peta-peta parameter untuk menghasilkan peta ancaman banjir.

Pemetaan ancaman banjir dilakukan untuk dua kondisi, yaitu kondisi saat ini (tahun 2006-2014) dan proyeksi untuk masa mendatang (tahun 2030-2040).

**Gambar 32: Bagan Alir Proses Pemetaan Ancaman Banjir**



### Curah hujan

Curah hujan yang dianalisis adalah curah hujan dasarian (10-harian). Jika hujan terjadi secara terus-menerus dalam beberapa hari berurutan (walaupun hujan hanya berintensitas rendah atau sedang), maka banjir kemungkinan besar akan terjadi. Hal ini karena secara kumulatif hujan akan memiliki intensitas total yang tinggi. Hal ini kemudian akan menyebabkan terlampauinya kapasitas tampungan dari sungai dan saluran drainase (yang secara terus-menerus diisi oleh hujan berdurasi panjang tanpa ada kesempatan untuk mengalirkan air dan menjadi kosong kembali), dan terjadinya limpasan atau banjir.

Data curah hujan yang dikumpulkan adalah data harian yang dikumpulkan oleh NASA melalui satelit TRMM (NASA, 2017). Satelit TRMM mengumpulkan data hujan global yang dirangkai dalam bentuk data spasial (raster) dengan ukuran piksel  $0,25^0 \times 0,25^0$ . Data ini hanya dapat diunduh dalam bentuk data tabular. Data hujan harian diunduh untuk tahun 1998 sampai dengan 2017.

Data tabular ini kemudian dianalisis dengan menggunakan metode statistika STDEV untuk mendapatkan curah hujan 10-harian dengan kala ulang 1 tahun (*100% probability of occurrence*). Data ini kemudian dikonversi menjadi data spasial dalam bentuk data titik, dimana setiap titik mewakili satu nilai curah hujan dasarian (satu piksel yang diunduh). Data titik selanjutnya diinterpolasi untuk menghasilkan isohyet yaitu garis yang menghubungkan tempat-tempat yang mempunyai curah hujan sama, dan menghasilkan gradasi perubahan curah hujan dari satu tempat ke lainnya. Curah hujan kemudian dikelompokkan ke dalam beberapa grup dan dikonversikan ke dalam skor.

Untuk analisis pemetaan ancaman kekurangan air di masa mendatang (tahun 2030), data historis hujan yang sudah diunduh dan data proyeksi perubahan hujan diproses secara spasial untuk menghasilkan distribusi curah hujan di masa mendatang. Data proyeksi ini bersumber dari BMKG dimana distribusi perubahan hujan disajikan secara spasial dan dinyatakan dalam persen.

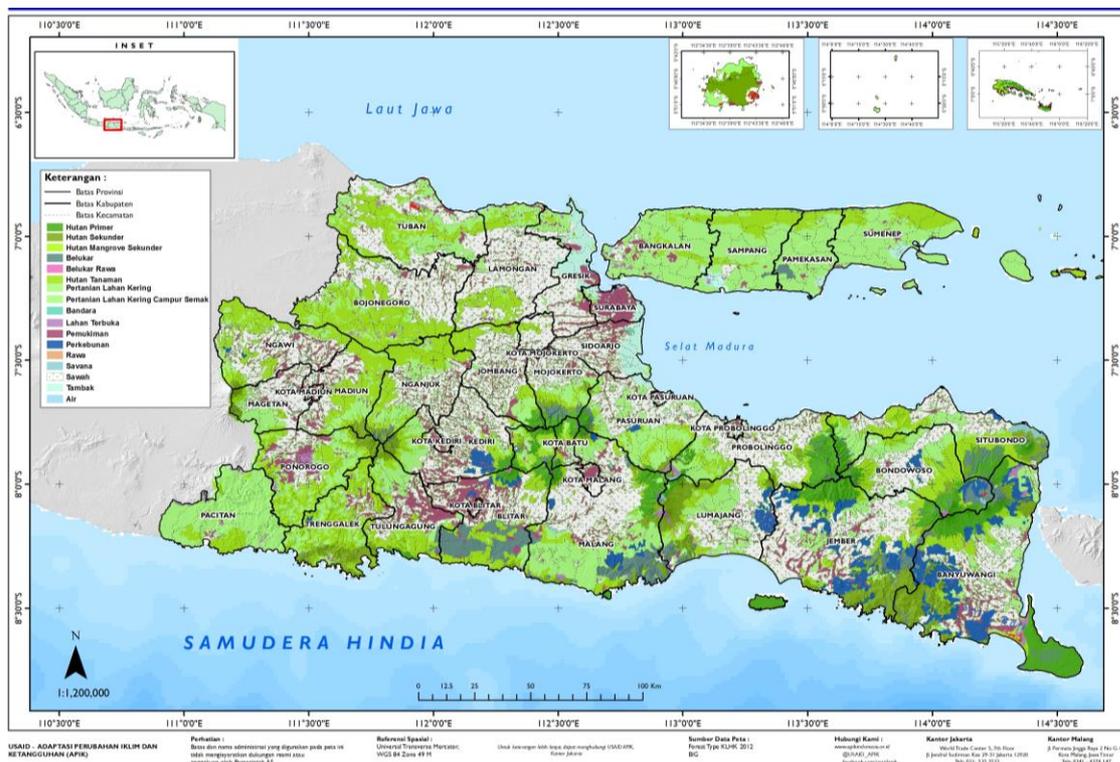
### Kemiringan lahan

Hubungan yang erat antara tingkat infiltrasi dan tingkat kemiringan lahan menjadikan parameter ini sebagai salah satu faktor penentu utama terjadinya banjir. Potensi terjadinya genangan semakin kecil dengan bertambah curamnya lereng. Sebaliknya pada lahan yang landai, genangan lebih gampang terjadi yang pada akhirnya dapat menyebabkan banjir. Data elevasi permukaan lahan yang digunakan di analisis ini bersumber dari *Shuttle Radar Topography Mission (SRTM)*. Data ini diproses secara spasial untuk menghasilkan distribusi tingkat kemiringan lahan. Tingkat kemiringan lahan kemudian dikelompokkan ke dalam beberapa kelompok. Untuk analisis pemetaan ancaman banjir di masa mendatang (tahun 2030), kemiringan lahan diasumsikan tidak berubah (skor juga tidak berubah). Walaupun pada kenyataannya topografi daerah studi akan berubah, tapi untuk dapat memprediksi perubahan ini akanlah sangat sulit dan kemungkinan besar tidak akurat. Maka dari itu, proyeksi ke depan memiliki ketidakpastian yang makin jauh makin besar.

### Penutupan lahan

Penutupan lahan adalah faktor penentu utama terjadinya banjir karena mempengaruhi laju infiltrasi dan menentukan proporsi dari hujan yang menjadi limpasan permukaan (*runoff*). Secara umum, laju infiltrasi akan semakin tinggi dengan bertambahnya rimbunnya vegetasi suatu lahan. Hal ini berbanding terbalik dengan volume limpasan, dimana limpasan akan berkurang dengan bertambahnya infiltrasi. Selain itu, suatu daerah dengan vegetasi yang rimbun akan memiliki laju transpirasi yang tinggi, dan kembali mengurangi proporsi hujan yang menjadi limpasan.

**Gambar 33: Peta Tutupan Lahan Jawa Timur**



Sumber: Data Kementerian Kehutanan, 2012

Data penutupan lahan yang digunakan di dalam analisis ini bersumber dari peta penutupan lahan yang bersumber dari Kementerian Kehutanan (2012). Setiap jenis penutupan lahan kemudian dikonversikan kedalam bentuk skor yang merepresentasikan laju infiltrasi dan skor yang menyatakan porsi limpasan permukaan. Untuk analisis ancaman banjir di tahun 2030, persebaran penutupan lahan diasumsikan telah berubah, dan telah berubah sesuai dengan rencana pembangunan pemerintah setempat. Untuk itu, data penutupan lahan yang digunakan adalah data peta rencana pola ruang yang dikeluarkan di dalam RTRW Kabupaten atau Provinsi.

### **Litologi**

Walaupun tidak sedominan parameter-parameter lainnya, parameter ini masih memiliki pengaruh dalam menentukan terjadinya banjir. Kondisi litologi (batuan dasar) suatu daerah diklasifikasikan ke dalam dua kelompok utama, yaitu batuan yang bersifat kedap air (endapan aluvial) dan batuan yang cenderung melewatkan air (*karst*, *limestone* dan *sandstone*). Data litologi diperoleh dari pusat data *Regional Physical Planning Programme for Transmigration* (RePPProt) yang dikembangkan oleh Bakosurtanal, Kementerian Transmigrasi Pemerintah Inggris. Persebaran jenis-jenis litologi kemudian diterjemahkan ke dalam skor.

Untuk analisis pemetaan ancaman banjir di masa mendatang (tahun 2030), litologi lahan diasumsikan tidak berubah (skor juga tidak berubah). Walaupun pada kenyataannya litologi dari daerah studi dapat berubah oleh kegiatan galian atau urugan oleh kegiatan penambangan atau pembangunan, namun diasumsikan perubahan ini tidak akan signifikan.

### **Hasil**

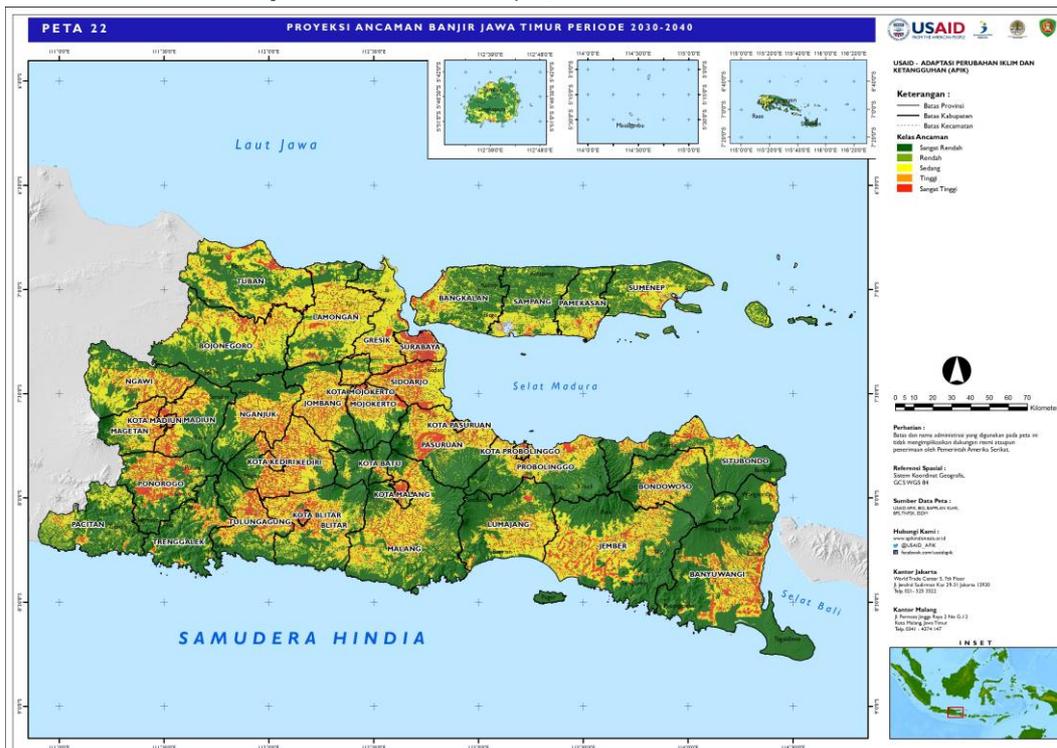
Pemetaan ancaman banjir di Provinsi Jawa Timur menunjukkan bahwa bahaya banjir terdapat di semua kabupaten (dalam tingkat ancaman yang beragam). Ancaman ini terutama terpusat di daerah perkotaan (daerah dengan proporsi tutupan lahan perkerasan yang lebih besar dan tutupan lahan hijau yang lebih sedikit). Kota Surabaya dan Kabupaten Sidoarjo memiliki proporsi daerah terancam banjir terluas dibandingkan kabupaten-kabupaten lainnya. Selain itu, kota-kota besar lain seperti Blitar, Malang dan Madiun juga memiliki ancaman banjir yang relatif tinggi. Untuk proyeksi kondisi masa mendatang (2030-2040) ancaman banjir secara merata sedikit bertambah hampir di seluruh kawasan studi, dengan kenaikan tertinggi di Kota Surabaya dan Kabupaten Sidoarjo. Kenaikan signifikan ini terkait dengan peningkatan curah hujan di bagian utara kawasan studi dan rencana pengembangan daerah perkotaan (sesuai rencana RTRW) yang terpusat di kawasan ini.

**Gambar 34: Peta Ancaman Banjir Jawa Timur Periode 2006-2016**



Sumber: Data BMKG, SRTM diolah oleh David Ginting, 2017

**Gambar 35: Peta Proyeksi Ancaman Banjir Jawa Timur Periode 2030-2040**



Sumber: Data BMKG, SRTM diolah oleh David Ginting, 2017

### 9.1.2. ANALISIS KERENTANAN TERHADAP BANJIR

Faktor yang mempengaruhi keterpaparan terhadap banjir adalah: kepadatan penduduk dan tataguna lahan. Faktor yang mempengaruhi sensitivitas adalah: kemiskinan dan kurangnya akses pada air bersih, sedangkan faktor yang mempengaruhi kapasitas adaptif adalah tingkat pendidikan.

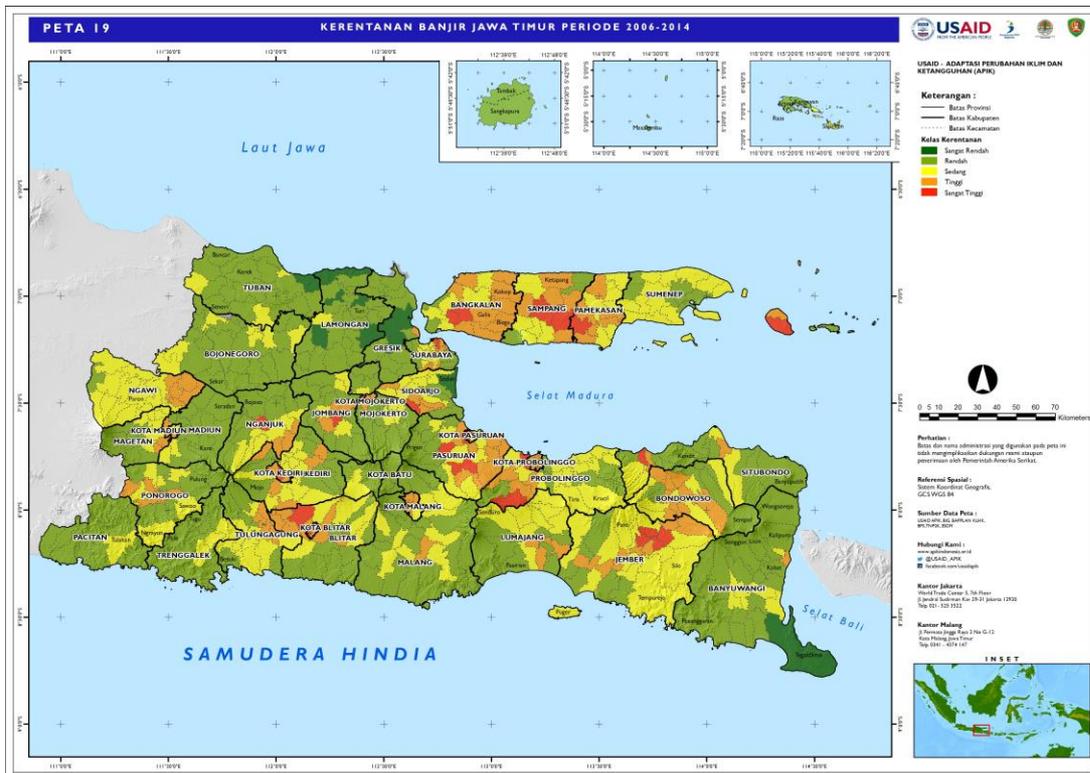
Untuk mengukur indeks keterpaparan dilakukan normalisasi dari angka kepadatan penduduk dan tataguna lahan; kemudian dikalikan dengan bobotnya. Bobot ini didapat dari diskusi dengan para ahli dan narasumber. Kedua indikator ini kemudian dijumlah.

Proses tumpang susun indikator keterpaparan, sensitivitas dan kapasitas adaptif dalam GIS untuk menentukan indeks kerentanan suatu kecamatan.

**Tabel 18: Proses Analisis Kerentanan**

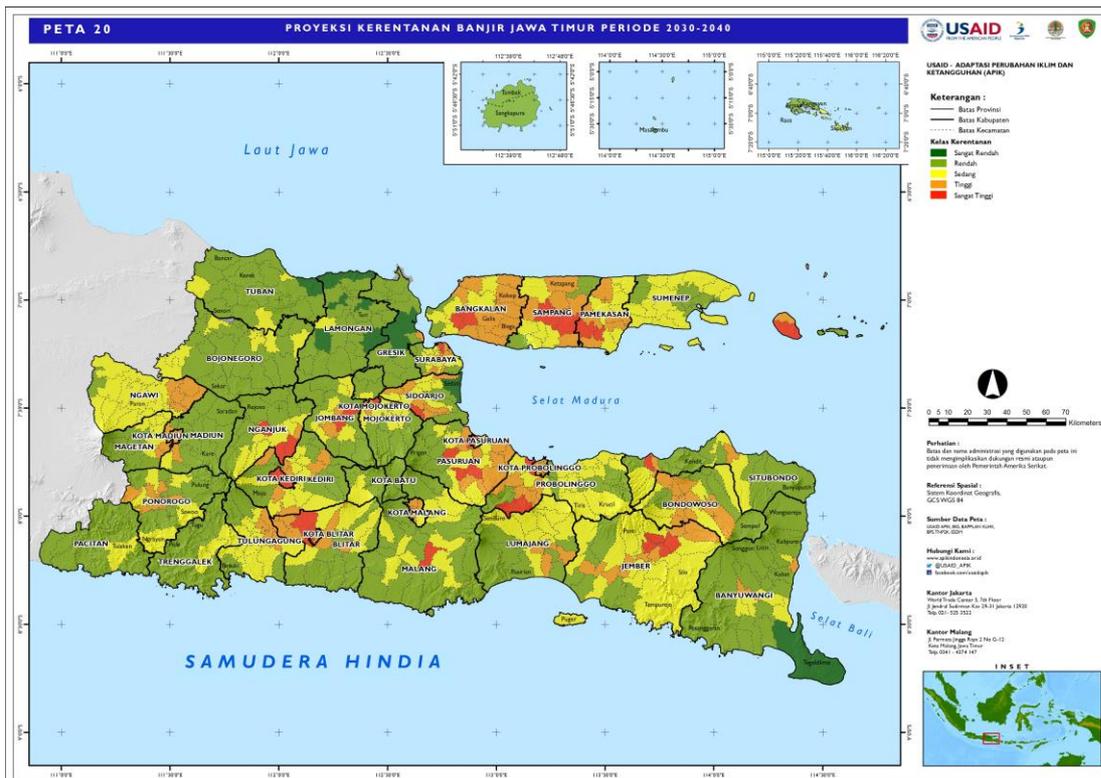
Faktor	Indikator	Angka	Skor	Bobot	Value	Jumlah	Skor Kerentanan	Indeks Kerentanan
Keterpaparan	Kepadatan Penduduk	P	(1 s/d 5)	0,3	V	V+W= K	$\frac{K \times S}{KA}$	(normalisasi 1 sd 5 dg natural break)
	Land use	Q	(1 s/d 5)	0,3	W			
Sensitivitas	Kemiskinan	R	(1 s/d 5)	0,2	X	X+Y= S		
	Akses air bersih	S	(1 s/d 5)	0,1	Y			
Kapasitas Adaptif	Tingkat pendidikan	T	(1 s/d 5)	0,1	Z	Z= KA		

**Gambar 36: Peta Kerentanan terhadap Banjir Jawa Timur Periode 2006-2014**



Sumber: Tim GIS-APIK, 2017

**Gambar 37: Peta Kerentanan Banjir Periode Proyeksi 2030-2040**



Sumber: Tim GIS-APIK, 2017

Dalam dua peta di atas ini dapat dilihat bahwa kerentanan terhadap banjir akan bertambah pada tahun 2040. Daerah yang bertambah kerentanannya antara lain adalah: Blitar, Pacitan, Kediri, dan Madiun. Peningkatan kerentanan ini disebabkan oleh pertumbuhan penduduk, urbanisasi, dan perluasan area budidaya. Area yang sebelumnya termasuk sangat rendah kerentanannya nantinya akan banyak berkurang.

### 9.1.3. ANALISIS RISIKO

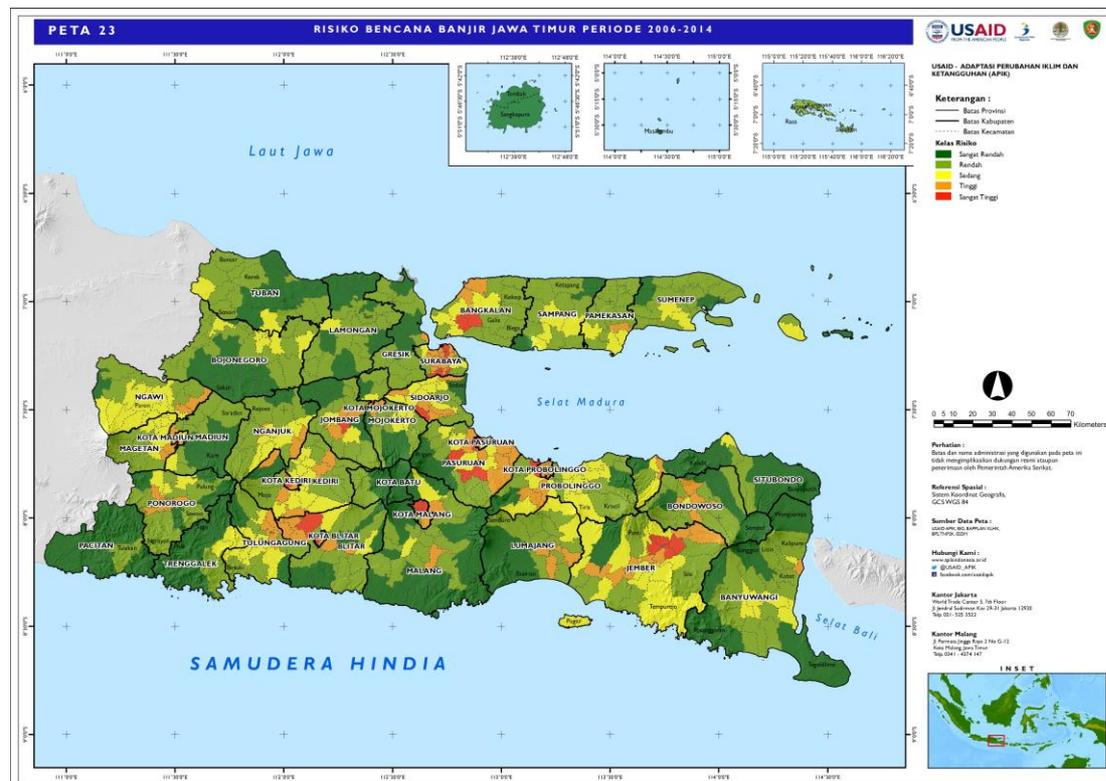
Risiko banjir adalah kombinasi antara ancaman kemungkinan terjadinya banjir dengan kerentanannya. Dalam kajian ini, faktor yang akan mempengaruhi risiko banjir adalah kerentanan dan ancaman seperti yang telah diuraikan di atas. Dengan melakukan tumpang susun (*overlay*) dari peta kerentanan dan ancaman didapatkan peta risiko.

Risiko banjir dari setiap kecamatan dihitung dan kemudian dipetakan dalam peta risiko. Proses tumpang susun dari kerentanan dan ancaman adalah sebagai berikut.

Tabel 19: Analisis Risiko

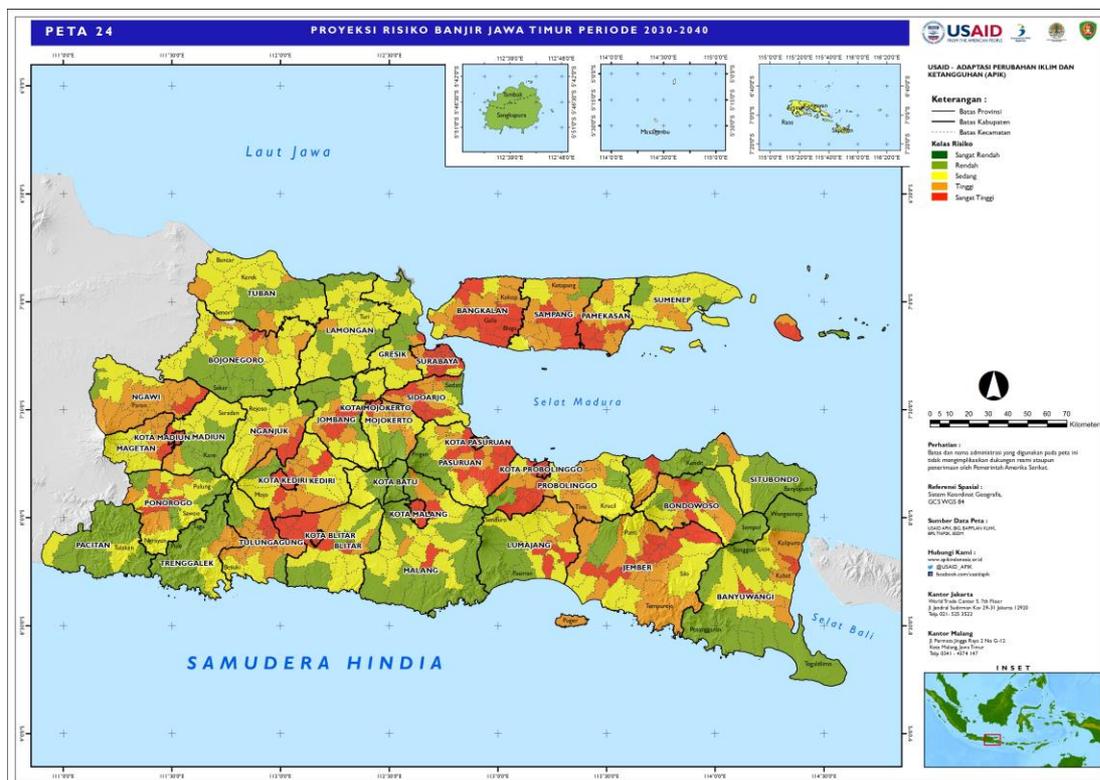
Faktor	Indeks	Nilai	Indeks Risiko
Ancaman	1-sd 5	Indeks Ancaman dikali Kerentanan	(Nilai dibagi secara <i>natural break</i> : 1-5)
Kerentanan	1-sd 5		

Gambar 38: Peta Risiko Bencana Banjir Jawa Timur Periode 2015



Sumber: InaRISK-BNPB, 2015

**Gambar 39: Peta Proyeksi Risiko Banjir Jawa Timur Periode 2030-2040**



Sumber: Tim GIS APIK. 2017

Dari peta di atas dapat dilihat bahwa area sepanjang Sungai Bengawan Solo dan Sungai Brantas merupakan daerah yang berisiko banjir. Selain itu daerah Ngawi, Madiun dan Magetan juga Pasuruan, Probolinggo dan Bondowoso juga berisiko banjir. Risiko banjir akan bertambah tinggi pada masa mendatang. Hal ini terjadi karena faktor perubahan iklim dan faktor non-iklim. Kedua peta di atas dibuat oleh tim dan metode yang berbeda, sehingga indeks risiko pada masa 2016 tidak dapat dibandingkan dengan indeks risiko masa 2030. Namun demikian, bila mengacu pada peta perubahan curah hujan dari BMKG (Gambar 4, halaman 24) patut diduga bahwa risiko banjir di daerah selatan Jawa Timur akan meningkat.

## 9.2. LONGSOR

Setelah banjir bencana kedua yang paling merugikan di Jatim adalah longsor. Longsor bisa disebabkan oleh curah hujan yang terus menerus atau disebabkan gempa bumi. Dalam analisa ancaman ini digunakan peta dari Badan Geologi. Pada tahun 2009, Badan Geologi Kementerian ESDM mengeluarkan Peta Zona Kerentanan Gerakan Tanah, yang selanjutnya diperbarui setiap bulannya dengan memperhatikan intensitas curah hujan.

### 9.2.1. ANCAMAN LONGSOR

Faktor-faktor iklim yang berupa temperatur dan curah hujan yang tinggi sangat mendukung terjadinya proses pelapukan batuan menjadi tanah pada lereng, akibatnya lereng akan tersusun oleh lapisan tumpukan tanah tebal (sedimen) yang mudah lepas sehingga relatif lebih rentan terhadap gerakan massa tanah. Curah hujan yang sangat tinggi dan getaran gempa bumi adalah pemicu terlepasnya lapisan bumi paling atas seperti bebatuan dan tanah hasil pelapukan dari bagian utama gunung atau bukit.

**Gambar 40: Peta Ancaman Wilayah Potensi Gerakan Tanah Provinsi Jawa Timur 2016**



Sumber: Kementerian ESDM Badan Geologi PVMBG, 2016

**9.2.2. KERENTANAN TERHADAP LONGSOR**

Kerentanan terhadap longsor mirip dengan kerentanan terhadap banjir, bedanya bobot untuk kepadatan penduduk disini lebih besar. Untuk mengukur indeks keterpaparan dilakukan normalisasi dari angka kepadatan penduduk dan tataguna lahan; kemudian dikalikan dengan bobotnya. Kedua indikator ini kemudian dijumlah. Proses tumpang susun indikator keterpaparan, sensitivitas dan kapasitas adaptif dalam GIS untuk menentukan indeks kerentanan suatu kecamatan.

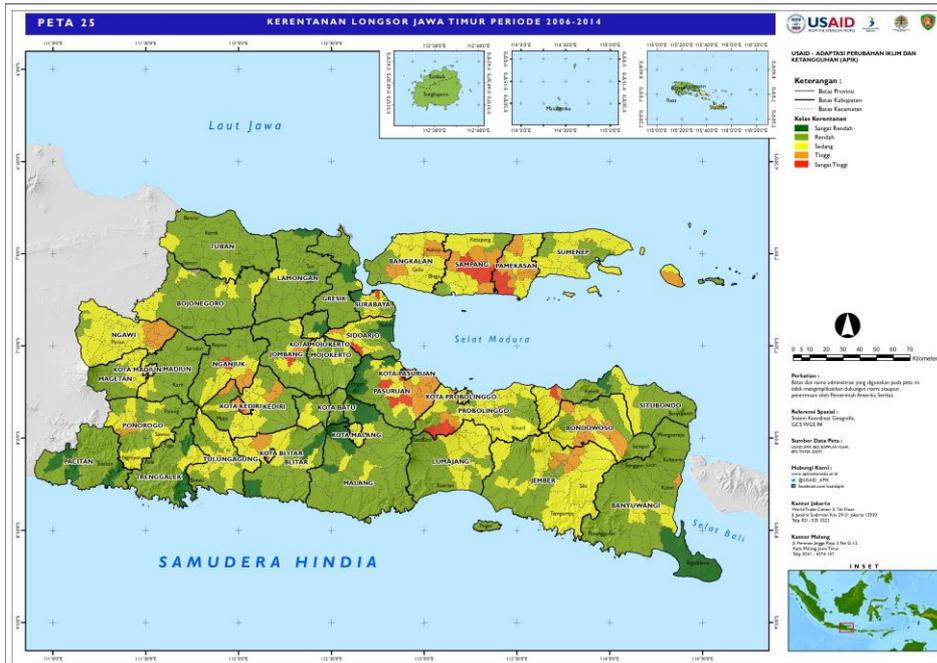
**Tabel 20: Analisis Kerentanan terhadap Longsor**

Faktor	Indikator	Angka	Skor	Bobot	Value	Jumlah	Skor Kerentanan	Indeks Kerentanan  (normalisasi 1 sd 5 dgn natural break)
Keterpaparan	Kepadatan Penduduk	Jiwa/ha	(1 s/d 5)	0,3	V	V+W = K		
	Land use	tipe	(1 s/d 5)	0,3	W			
Sensitivitas	Kemiskinan	%	(1 s/d 5)	0,2	X	X+Y= S	$K \times S = CA$	
	Akses air bersih	%	(1 s/d 5)	0,1	Y			
Kapasitas Adaptif	Tingkat Pendidikan	% SMP	(1 s/d 5)	0,1	Z	Z= CA		
				1,00				

Dari peta-peta di bawah ini (Gambar 41 dan Gambar 42) dapat dilihat bahwa daerah yang padat penduduknya adalah daerah yang rentan terhadap longsor. Di masa mendatang, area yang

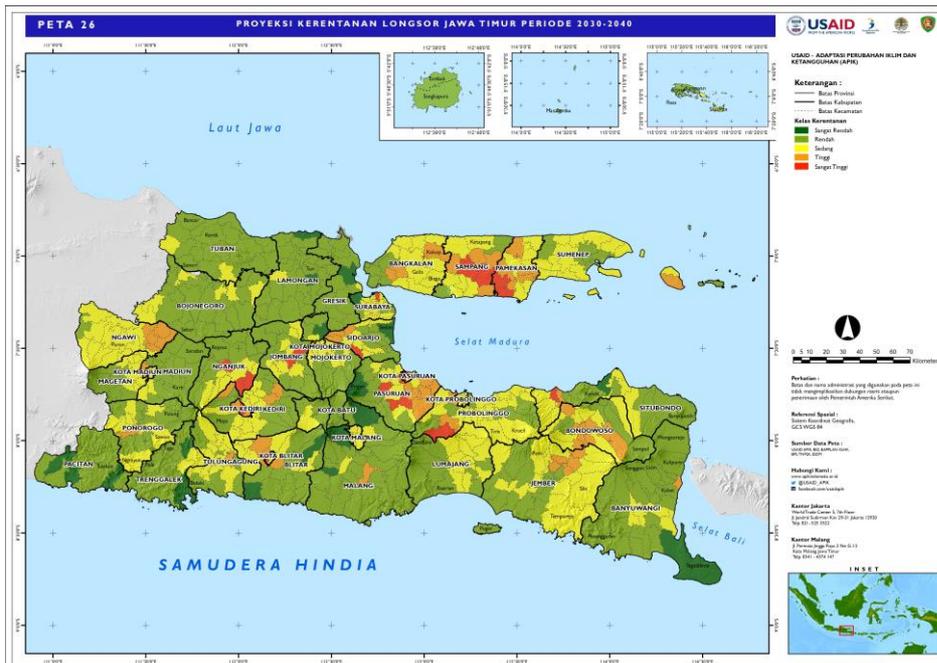
rentan akan bertambah karena pertumbuhan penduduk dan ekonomi, termasuk di sini adalah kawasan pegunungan yang berubah dari hutan menjadi ladang dan pemukiman. Kemiskinan juga meningkatkan kerentanan karena kebanyakan penduduk miskin terpaksa membangun rumahnya dilahan yang murah tapi berbahaya.

**Gambar 41: Peta Kerentanan terhadap Longsor Periode 2006-2014**



Sumber: Tim GIS-APIK, 2017

**Gambar 42: Peta Proyeksi Kerentanan terhadap Longsor Jawa Timur Periode 2030-2040**

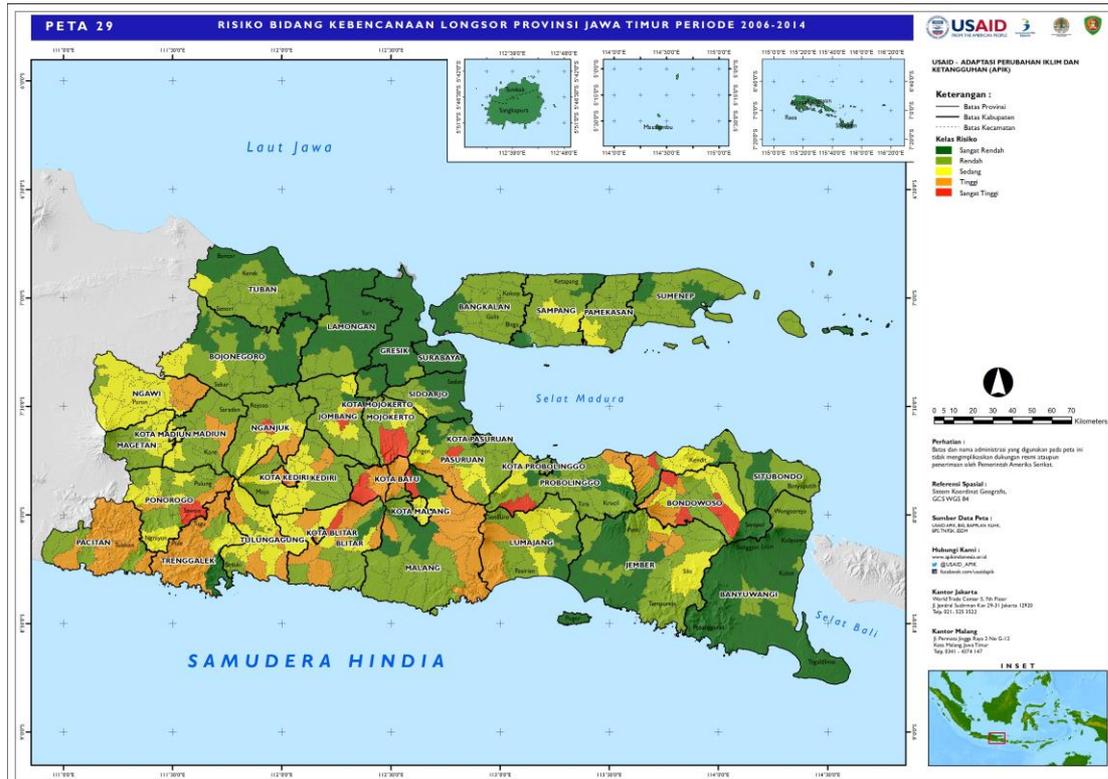


Sumber: Tim GIS-APIK, 2017

### 9.2.3 RISIKO LONGSOR

Deengan melakukan tumpang susun antara peta kerentanan dan ancaman lonsor didapatkan peta risiko longsor dibawah ini. Karena tidak ada data tentang ancaman longsor untuk periode 2030-2040 maka peta risiko untuk periode itu tidak dapat dibuat.

**Gambar 41. Peta Risiko Longsor Jawa Timur Periode 2006-2014.**



Sumber: Tim GIS – APIK

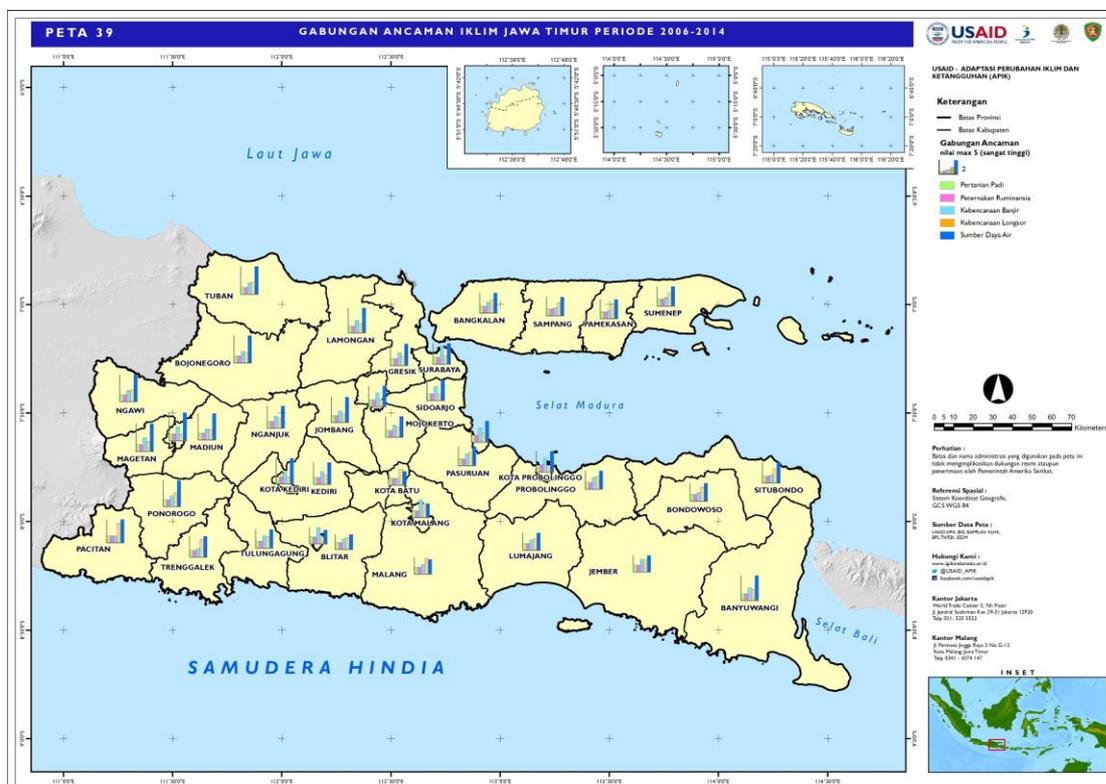
Dari peta diatas dapat dibaca bahwa daerah yang risikonya lebih tinggi ada di Pasuruan, Probolinggo, Jember, Sampang, dan Pamekasan. Di dearah ini perlu dilakukan upaya mitigasi risiko longsor, dengan mengurangi keterpaparan dan membangun sistim peringatan dini. Pada masa mendatang ada kemungkinan risiko longsor akan meningkat karena frekwensi hujan ekstrim akan bertambah. Untuk itu pengawasan terhadap risiko longsor perlu dilakukan secara berkala dan lebih detail.

# BAB 10. GABUNGAN PETA RISIKO DARI SEMUA BIDANG

Untuk memudahkan pengambilan keputusan dalam perencanaan pembangunan daerah, diperlukan satu peta yang dapat memberikan informasi yang komprehensif tentang risiko iklim di satu daerah. Untuk itu dibuatlah peta yang menggabungkan risiko dari beberapa bidang yang dikaji di atas dalam satu peta. Dalam peta gabungan ini dari setiap bidang diambil area yang risikonya tinggi dan sangat tinggi kemudian ditumpang-susunkan.

## 10.1. GABUNGAN PETA ANCAMAN DARI SEMUA BIDANG

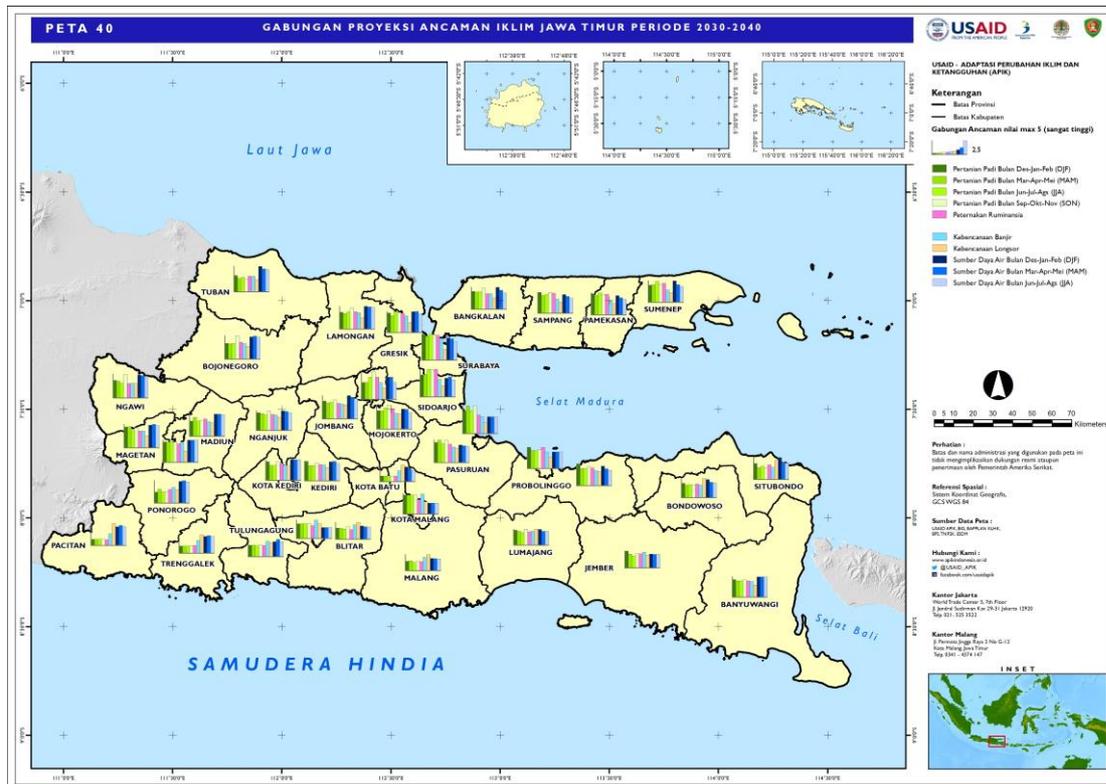
Gambar 43: Peta Gabungan Ancaman Iklim Provinsi Jawa Timur Periode 2006-2014



Sumber : Tim GIS – APIK 2017

Dari gabungan tiga bidang ini: Pertanian Padi, Pternakan dan Penanggulangan Bencana Banjir, Longsor dan Air Bersih; terlihat bahwa daerah yang banyak memiliki ancaman adalah: Gersik, Surabaya, Bangkalan, Sidoarjo, Pasuruan, Trenggalek, Ponorogo, Situbondo dan Kediri. Pada daera-daerah ini pembangunan harus dilakukan dengan lebih berhati-hati untuk tidak menambah keterpaparan.

**Gambar 44: Peta Gabungan Proyeksi Ancaman Iklim Provinsi Jawa Timur Periode 2030 - 2040**



Sumber: Tim GIS – APIK 2017

Dalam peta gabungan ancaman periode 2030-2040 ini terlihat ancaman bertambah di kawasan Tuban, Gresik, Surabaya, dan Sidoarjo. Ancaman juga bertambah di Pulau Madura, Pasuruan, Probolinggo, Ngawi, Madiun, Jombang, dan Mojokerto.

Peta di atas perlu dijadikan pertimbangan ketika membuat rencana tata ruang provinsi. Daerah yang banyak ancamannya harus ditata dengan lebih berhati-hati. Dengan demikian, rencana tata ruang diharapkan tidak akan menambah risiko baru dengan adanya pembangunan di wilayah yang ancamannya tinggi.

## 10.2. GABUNGAN PETA KERENTANAN DARI SEMUA BIDANG

**Gambar 45: Peta Gabungan Kerentanan terhadap Iklim Provinsi Jawa Timur Periode 2006 – 2016**

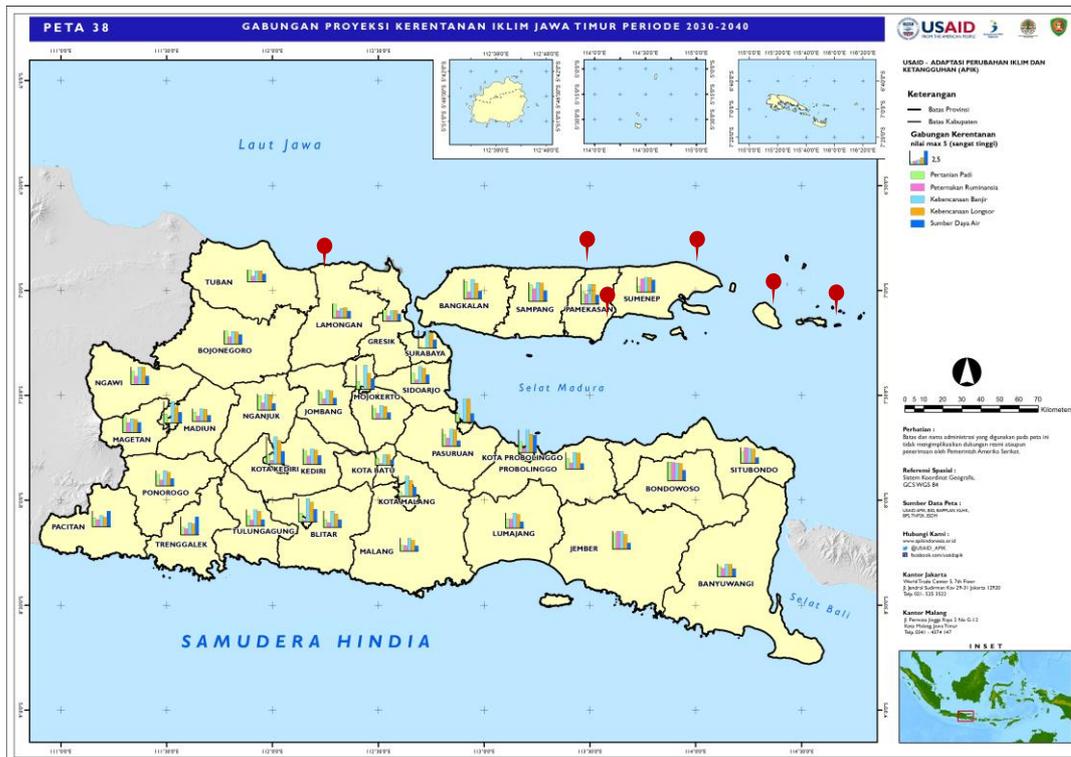


Sumber: Tim GIS – APIK 2017

Kerentanan adalah kecenderungan suatu wilayah mengalami dampak negatif dari suatu bencana; kerentanan ditentukan oleh keterpaparan, sensitivitas, dan kurangnya kapasitas adaptasi. Kerentanan gabungan di sini adalah hasil tumpang susun dari peta kerentanan beberapa bidang. Kerentanan gabungan ini terdiri dari kerentanan: pertanian, peternakan, banjir, longsor, dan air bersih. Dapat diamati bahwa daerah Bankalan, Sampang, Pamekasan, Jember dan Bondowoso kerentanannya cukup tinggi..

Khusus untuk bidang perikanan tangkap, kerentanan tinggi (*pointer* merah pada peta) ada di area pantai utara Gresik, timur Pulau Madura, dan pulau-pulau kecil di utara.

**Gambar 46: Peta Gabungan Proyeksi Kerentanan terhadap Iklim Provinsi Jawa Timur Periode 2030-2040**



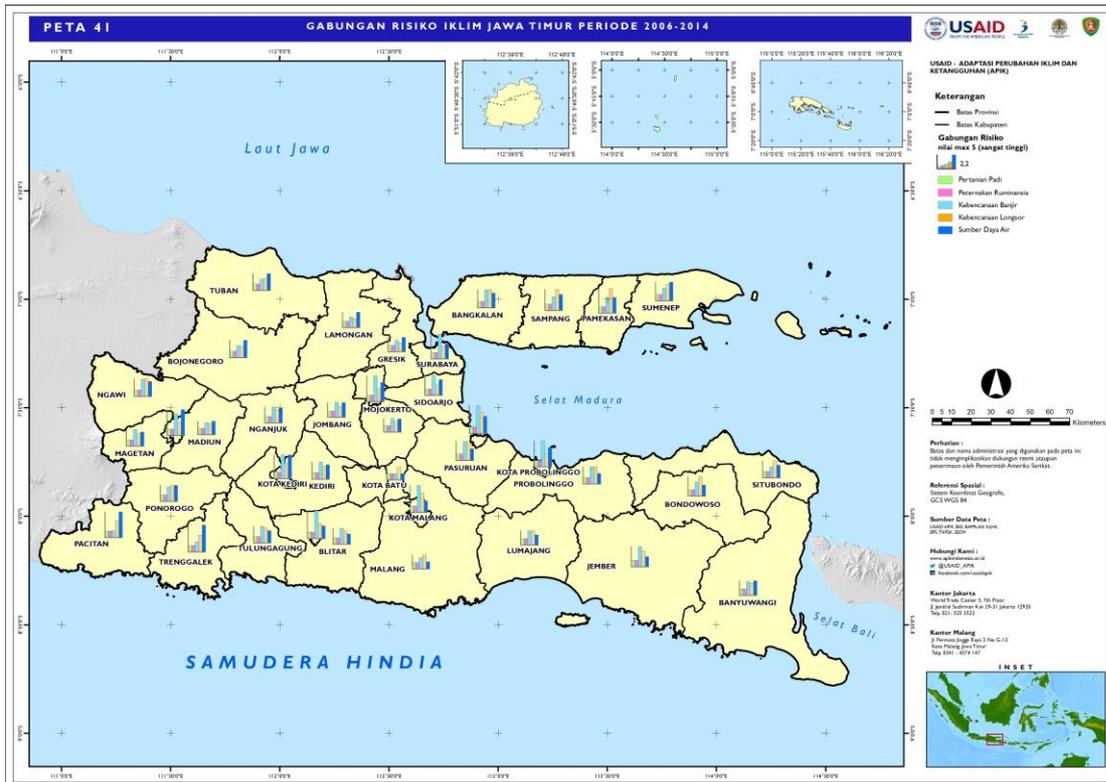
Sumber: Tim GIS – APIK 2017

Sama seperti peta sebelumnya, proyeksi kerentanan gabungan ini menunjukkan daerah pulau Madura, Pasuruan, Probolinggo, Ngawi, Madiun, dan Ponorogo juga memiliki banyak kerentanan. Secara keseluruhan, kerentanan pada periode 2030-2040 diproyeksikan meningkat karena adanya pertumbuhan penduduk dan perubahan tataguna lahan (*landuse*). Tidak ada lagi daerah yang kerentanannya rendah.

Daerah yang rentan perlu mendapatkan perhatian dalam monitoring dampak perubahan iklim, di sinilah kemungkinan timbulnya dampak negatif baru yang belum teridentifikasi pada saat sekarang. Secara berkala Pemerintah Kabupaten dan Provinsi perlu mengadakan kajian dampak perubahan iklim pada daerah yang kerentanannya tinggi tersebut.

### 10.3. GABUNGAN PETA RISIKO DARI SEMUA BIDANG

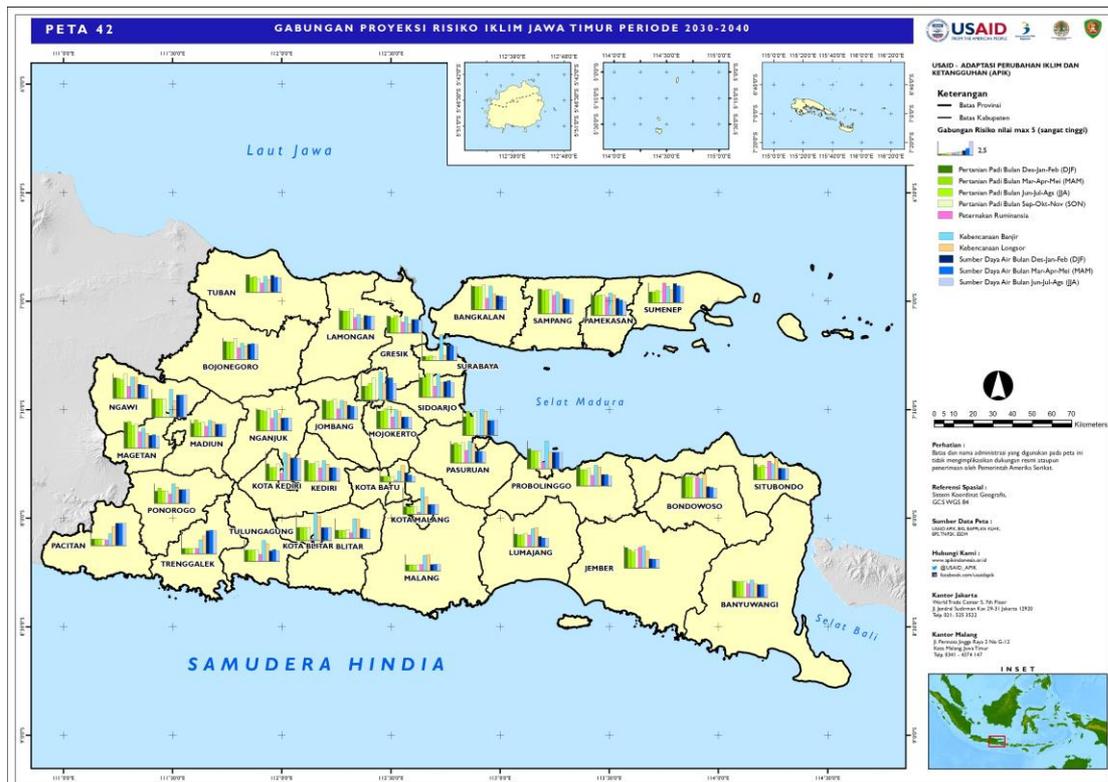
Gambar 47: Peta Gabungan Risiko Terhadap Iklim Jawa Timur Periode 2006-2014



Sumber : Tim GIS – APIK 2017

Peta ini merupakan gabungan peta risiko dari bidang pertanian, peternakan, banjir, longsor dan air bersih. Risiko pada masing masing bidang berbeda wujudnya namun dapat di tumpang susunkan. Daerah yang memiliki banyak risiko pada periode 2006-2014 adalah: Ngawi, Madiun, Magetan, Ponorogo, Nganjuk, Kediri, Mojokerto, Jombang, Tulung Agung, Blitar, Malang, Surabaya, Pasuruan, Probolinggo, Bondowoso, Jember, Bangkalan, Sampang, Pamekasan dan Sumenep. Daerah-daerah ini perlu mendapat prioritas dalam upaya adaptasi dan peningkatan ketangguhan jangka menengah (5 tahun kedepan). Solusi yang diberikan harus menjawab permasalahan dalam tingkat *landscape* tapi dilakukan oleh masing masing kabupaten/kota.

**Gambar 48: Peta Gabungan Proyeksi Risiko Terhadap Iklim Jawa Timur Periode 2030-2040**



Sumber: Tim GIS – APIK, 2017

Berdasarkan peta gabungan proyeksi risiko di atas, nampak bahwa pada periode 2030-2040 daerah pulau Madura, Pasuruan, Mojokerto, Sidoarjo, Magetan, Ngawi dan Probolinggo memiliki risiko gabungan yang paling banyak; disusul oleh daerah DAS Brantas, yaitu: Blitar, Tulung Agung, Kediri, Jombang, dan Surabaya dan juga DAS Bengawan Solo, yaitu: Bojonegoro, Lamongan, dan Tuban. Pada daerah-daerah ini perlu dilakukan upaya antisipasi untuk dampak perubahan iklim jangka panjang.

# BAB I I. PILIHAN ADAPTASI UNTUK SETIAP BIDANG

Pilihan adaptasi yang disebutkan dalam laporan ini merupakan hasil curah pendapat yang dirangkum dalam lokakarya dengan para pemangku kepentingan di tingkat Provinsi Jawa Timur pada 1 Maret 2017. Pilihan tersebut bisa merupakan strategi maupun aksi yang digabungkan dan dapat merupakan masukan dalam mengembangkan strategi adaptasi yang lebih lanjut. Daftar pilihan adaptasi ini bukan merupakan daftar yang final tapi berguna untuk mengarahkan pemikiran peserta lokakarya bahwa kajian kerentanan harus diarahkan untuk membantu mencari solusi dari perubahan iklim.

## 11.1. ADAPTASI BIDANG PERTANIAN PADI

Dalam bidang pertanian padi, pilihan adaptasi yang diusulkan antara lain:

- a. Pengelolaan tanah untuk mengurangi evaporasi
- b. Penentuan pola tanam
- c. Efisiensi air
- d. Pengembangan varietas yang lebih tahan kekeringan atau banjir
- e. Perbaikan sarana irigasi
- f. Penerapan teknik konservasi tanah dan air
- g. Penguatan kelembagaan dan pemberdayaan kelompok tani untuk memanfaatkan informasi iklim seperti Sekolah Lapang Iklim (SLI), Sekolah Lapang Penanggulangan Hama Terpadu (SLPHT)

## 11.2. BIDANG PENANGGULANGAN BENCANA BANJIR DAN LONGSOR

Mitigasi: usaha untuk mengurangi risiko bencana

Struktural (Fisik)

- Perbaikan drainase
- Pembangunan tanggul
- Pembangunan Waduk pengendali banjir

Non- Struktural

- Sistem peringatan dini
- Penegakan aturan
- Penyadaran masyarakat soal sampah dan banjir
- Penataan ruang yang mempertimbangkan risiko bencana.

Kesiapsiagaan

- RPB (Rencana Penanggulangan Bencana) 5 tahun
- RAD (Rencana Aksi Daerah; penjabaran RPB)
- RENKON (Rencana Kontinjensi)
- RAK (Rencana Aksi Komunitas)

#### Strategi Banjir:

- Menyusun kajian risiko dengan focus pada kejadian ekstrem
- Penguatan sistim/kelembagaan informasi dini sampai tingkat masyarakat
- Membangun kesadaran masyarakat untuk menjaga lingkungan
- Penguatan koordinasi pengendalian banjir
- Peningkatan kapasitas di masyarakat
- Mengadopsi Renstra BBWS (Balai Besar Wilayah Sungai)
- Perbaikan/pembuatan infrastruktur

#### Strategi Longsor:

- Pemasangan EWS dan memfungsikannya
- Penghijauan sesuai jenis dan bentang lahan
- Penguatan tebing/lereng
- Kajian risiko longsor
- Rehabilitasi lahan
- Penetapan pola pengolahan lahan pada daerah miring dengan metode “Sabuk Gunung”
- Koordinasi dengan pusat studi kebencanaan

### 11.3. BIDANG AIR BERSIH

#### Strategi Reaktif/Responsif:

- Perlindungan sumber daya alam (SDA) Tanah
- Perbaikan manajemen dan system penyediaan air bersih
- Perlindungan daerah tangkapan air (air tanah, pemanenan air hujan, disalinasi)

#### Strategi Proaktif/Antisipatif:

- Penggunaan air daur ulang secara lebih baik
- Konservasi daerah tangkapan air
- Perbaikan system manajemen air
- Reformasi kebijakan termasuk kebijakan harga dan irigasi
- Pengembangan pengendalian banjir dan pengawasan kekeringan

### 11.4. BIDANG PETERNAKAN

#### Strategi Peningkatan Mutu Lingkungan:

- Subsidi pupuk organik bukan ke perusahaan pupuk komersial, melainkan ke perusahaan pupuk organik lokal desa atau kecamatan.
- Produksi lumpur organik yang keluar dari unit gas bio langsung dimanfaatkan sebagai bahan pakan ternak, media jamur, media cacing dan kompos tanaman
- Penampungan lumpur organik ditampung oleh pabrik desa/kecamatan
- Produk dimanfaatkan desa sendiri atau kerjasama dengan SKPD/BUMD terkait
- Perkandangan menjadi bersih dan oksigen menjadi lebih lancar

Strategi Pengendalian –Pabrik Turunan Limbah Ternak:

- Pelatihan membuat produk turunan limbah ternak dan mendapatkan sertifikat keahlian dan atau ketrampilan
- Membuat kegiatan yang berhubungan dengan perusahaan daerah

Strategi Manajemen Tenaga Kerja Limbah Ternak:

- Memberi fasilitas penanganan limbah ternak dan atau limbah organik lainnya
- Pelaporan kasus operasional kegiatan penanganan limbah ternak

Strategi Peningkatan Produksi Ternak Sapi:

- Penggunaan bibit lokal.
- Peningkatan manajemen peternakan melalui teknologi SPR
- Optimalisasi pemanfaatan limbah ternak dengan teknologi anaerob dan aerob yang dapat menghasilkan produk turunan.
- Pembuatan perusahaan produk turunan ternak dan limbah peternakan diberbagai desa atau kecamatan
- Pelatihan untuk mendapatkan sertifikasi petani ternak agar dapat diakui untuk mengembangkan teknologi atau mendeteksi adaptasi perubahan iklim, misalnya dengan SLI atau SPR.

## 11.5. BIDANG PERIKANAN TANGKAP

Strategi Jangka Pendek

- Alternatif pekerjaan lain terkait dengan Habitat mereka;
  - Perikanan: Mengolah ikan menjadi produk lain antara lain nugget, kerupuk, sosis dll
  - Non-Perikanan (Keluarga Nelayan): Ternak, Kerajinan, Bengkel dll
  - Jasa: Padat Karya
- Meninggikan Info daerah tangkapan;
- Pemanfaatan informasi iklim dan cuaca;
- Meningkatkan akses “Nelpin” sampai tengah laut (BTS I)

Strategi Jangka Panjang (Kategori Merah):

- *Cold storage*/gudang ikan
- Sistem logistik ikan nasional
- Meningkatkan pendidikan anak-anak nelayan (untuk pekerjaan lain)
- Pemberdayaan kelompok nelayan
- Pelatihan penggunaan kapal ikan lepas pantai
- Bantuan kapal besar
- Diskusi bidang pertanian

# DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik Jawa Timur, 2015 “Jawa Timur Dalam Angka” Pemerintah Provinsi Jawa Timur, Surabaya.
- Blaney, H. F., & Criddle, W. D. (1962). Determining consumptive use and irrigation water requirements (No. 1275). US Department of Agriculture.
- Boer, Rizaldi, Modul: Pengenalan Konsep Dasar Analisis Kerentanan dan Risiko Iklim, CCROM-IPB, Bahan Tayang, 2016.
- Dinas Perikanan dan Kelautan Provinsi Jawa Timur, 2015 “Laporan Kinerja Tahun 2015” Pemerintah Provinsi Jawa Timur, Surabaya
- Drost et al. : Koch S<sup>1</sup>, Woias P, Meixner LK, Drost S, Wolf H : Protein detection with a novel ISFET-based zeta potential analyzer. *Biosens Bioelectron.* 1999 Apr 30;14(4):413-21.
- Falkenmark, M. (1997). Meeting water requirements of an expanding world population. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 352(1356), 929-936.
- Fuad, “Adaptasi Perubahan Iklim Dan Kerentanan Di Sektor Perikanan Tangkap Di Jawa Timur”, makalah dalam lokakarya VA Jatim, Februari 2017
- Fuquay J. Wau. : Heat Stress as it affect animal prouction. *Journal of Animal Science*, January 1981
- Hansen et al. 2001.: Hansen, J.E., R. Ruedy, M. Sato, M. Imhoff, W. Lawrence, D. Easterling, T. Peterson, and T. Karl, 2001: A closer look at United States and global surface temperature change. *Journal of Geophysical Research*, Vol. 106, page 23947-23963, doi:10.1029/2001JD000354.
- Ibnu Sofyan, Badan Informasi Geospasial, Slide Presentasi di ITB dalam rangka workshop review RAN API, 20 Oktober 2017
- Jonathan Cook and Jenny Frankel-Reed, *Climate Vulnerability Assessment: An Annex to the USAID Climate-Resilient Development Framework*. USAID 2016
- Kementerian ESDM Badan Geologi PVMBG, Peta Prakiraan Wilayah Terjadinya Gerakan Tanah pada bulan Oktober 2017. Provinsi Jawa Timur. 2017
- Kummu, M., Guillaume, J. H. A., de Moel, H., Eisner, S., Flörke, M., Porkka, M., & Ward, P. J. (2016). The world's road to water scarcity: Shortage and stress in the 20th century and pathways towards sustainability. *Scientific Reports*, 6.
- Morrison S.D. (1983) Nutrition and Longevity; *Nutrition Review Journal*. Volume 41, May 1983 DOI: 10.1111/j.1753-4887.1983.tb07172.x
- Paripurno, Eko Teguh, *Participatory Risk Appraisal*, Dream UPN, 2010

- Parish, E. S., Kodra, E., Steinhäuser, K., & Ganguly, A. R. (2012). Estimating future global per capita water availability based on changes in climate and population. *Computers & Geosciences*, 42, 79-86.
- Pierre; B. Coband; Schnitkey. : Economic Losses From Heat Stress by US Livestock Industry. *Journal of Dairy Science*, June 2003, Vol 86 Supplement page E52 [http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(03\)74040-5](http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(03)74040-5)
- Pusat Data Statistik dan Informasi KKP, 2015 “Analisa Data Pokok” Kementerian Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia Tahun 2015, Jakarta.
- Raja Siregar, Prakarma, Kajian Atas Panduan Kajian Risiko dan Analisis Kerentanan Yang Ada, tanpa tahun.
- Raja Siregar, Prakarma, Indonesia Climate Adaptation Tools for Coastal Habitat, Indonesia Maritim and Climate Support (IMACS), 2012.
- Ratna Indrawasih, 2012. Gejala Perubahan Iklim, Dampak Dan Strategi Adaptasinya pada Wilayah Dan Komunitas Nelayan Di Kecamatan Bluto, Kabupaten Sumenep, *Jurnal Masyarakat & Budaya*, (PMB-LIPI) Volume 14 No. 3 Tahun 2012.
- Renaudeau d<sup>l</sup>, Quiniou n, Noblet j.; Effects Of Exposure To High Ambient Temperature And Dietary Protein Level On Performance Of Multiparous Lactating Cows. *Journal of Animal Science*. 2001 May; vol. 79(5): p. 1240-9.St.
- Sungno Niggol Seo and Robert Mendlesohn, The Impact of Climate Change on Livestock Management in Africa: A Structural Ricardian Analysis, World Bank Policy Research Working Paper, 2007.
- Widjaja, Wisnu., Konvergensi API PRB: Menuju Peningkatan Kapasitas Terpadu, Bidang Pencegahan dan Kesiapsiagaan BNPB, Bahan Tayang, 2015.
- \_\_\_\_\_, Assessing Climate Change Adaptation in Indonesia: A review of Climate Vulnerability Assessment Conducted by USAID/Indonesia Partner (2010-2013), USAID, 2014.
- \_\_\_\_\_, Badan Planologi Kehutanan, Kementerian Kehutanan, Forest Type, 2012.
- \_\_\_\_\_, Buku Pegangan: Kerentanan terhadap Iklim dan Analisis Kapasitas, Care International Indonesia, 2009.
- \_\_\_\_\_, Climate Change Risk and Adaptation Assessment Greater Malang: Synthesis Report, KLH, 2012.
- \_\_\_\_\_, Draft Laporan Pemetaan dan Analisis kegiatan Organisasi Masyarakat Sipil Dalam Pengurangan Risiko Bencana dan Adaptasi Iklim di Indonesia, *tanpa penerbit dan tahun*.
- \_\_\_\_\_, Improving Sustainable Fisheries and Climate Resilience: Indonesia Marine and Climate Support (IMACS) Project, Final Report, USAID, 2015. Retrieved from [http://www.chemonics.com/OurWork/OurProjects/Documents/Indonesia\\_IMACS\\_FinalReport.pdf](http://www.chemonics.com/OurWork/OurProjects/Documents/Indonesia_IMACS_FinalReport.pdf)

- \_\_\_\_\_, Kajian Kerentanan dan Rencana Adaptasi Penyediaan Air Minum PDAM Kabupaten Mojokerto: Laporan Rangkuman, USAID Indonesia Urban Water Sanitation and Hygiene, 2014. Retrieved from <http://iuwash.or.id/wp-content/uploads/downloads/2015/01/VAAP-Summary-Report-PDAM-Mojokerto-ID.pdf>
- \_\_\_\_\_, Kajian Risiko dan Adaptasi Perubahan Iklim Tarakan Sumetara Selatan Malang Raya; Ringkasan untuk Pembuat Kebijakan, KLH, 2012.
- \_\_\_\_\_, Modul Climate Risk Assessment (CRA), ACCRN, Mercy Corps Indonesia, Bahan Tayang, 2015.
- \_\_\_\_\_, Modul City Resilience Strategy (CRS), ACCRN, Mercy Corps Indonesia, Bahan Tayang, 2015.
- \_\_\_\_\_, Modul Sistem Informasi dan Data Indeks Kerentanan, CCROM-KLHK, Bahan Tayang, 2016.
- \_\_\_\_\_, Pendekatan Adaptasi Perubahan Iklim Dalam Konvergensi API PRB, Dirjen Pengendalian perubahan Iklim KLHK, Bahan Tayang, 2015.
- \_\_\_\_\_, Kajian Dampak Iklim, Pusat Perubahan Iklim ITB, Bahan presentasi dalam workshop Basis Ilmiah untuk Review RAN API, Bandung, Oktober 2017
- \_\_\_\_\_, Pengembangan Indikator Kerentanan Sistem Informasi Data Indeks Kerentanan (SIDIK) Perubahan Iklim, Direktorat Adaptasi Perubahan Iklim-Direktorat Jenderal Pengendalian Perubahan Iklim KLHK, 2015.
- \_\_\_\_\_, Review of Community Based Vulnerability Assessment Methods and Tools, diunduh dari <http://www.climatenepal.org.np/main/?p=research&sp=onlinelibrary&opt=detail&id=282>, tanggal 18 Juli 2016,
- \_\_\_\_\_, Study on Basic Framework of Climate Vulnerability and risk Aessment in Indonesia, Mercy Corps Indonesia, Bahan Tayang, *tanpa tahun*.
- \_\_\_\_\_, Toolkit for Integrating Climate Change Adaptation into Development Projects, Care International, 2010.

## **UNDANG UNDANG DAN KEBIJAKAN**

Undang Undang Nomor 24 Tahun 2007 Tentang Penanggulangan Bencana

Undang Undang Nomor 32 Tahun 2009 Tentang Pengendalian dan Pengelolaan Lingkungan Hidup

Rencana Aksi Nasional Adaptasi Perubahan Iklim, Bappenas 2014

Peraturan Kepala BNPB Nomor 1 Tahun 2012 Tentang Pedoman Umum Desa Kelurahan Tangguh Bencana

Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia, nomor P.33/2016 tentang Pedoman Penyusunan Aksi Adaptasi Perubahan Iklim.

Peraturan Kepala BNPB nomor 2 tahun 2012 tentang Pedoman Penyusunan Kajian Risiko Bencana