

**MATERI**  
**BAHAN AJAR PENGEMBANGAN SUMBERDAYA AIR**

**OLEH :**  
**AGUS LESTARI YUONO**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS SRIWIJAYA**  
**GENAP 2022-2023**

PENGEMBANGAN DAN PENGELOLAAN  
**SUMBERDAYA AIR**



# MATERI

1. Permasalahan sumberdaya air
2. pengembangan dan pengelolaan sumberdaya air dalam upaya meningkatkan kesejahteraan masyarakat
3. Tantangan PSDA



# LANJUTAN

1. Perubahan iklim
2. Dampak perubahan iklim terhadap SDA
3. Adaptasi perubahan iklim pada SDA



# LANJUTAN

1. Perlindungan sumber air
2. Pengawetan air
3. Pengelolaan kualitas air
4. Zone pemanfaatan sumber air
5. Peraturan/UU terkait sumberdaya air



# LANJUTAN

1. Hubungan hujan dan aliran
2. Banjir dan kekeringan



# LANJUTAN

1. Pengembangan sumberdaya air pada DAS bagian hulu
2. Pengembangan sumberdaya air pada DAS bagian tengah
3. Pengembangan sumberdaya air pada DAS bagian hilir



# LANJUTAN

1. Ketersediaan air
2. Kebutuhan air
3. Keseimbangan air





# LANJUTAN

1. Fungsi Waduk dan embung
2. Pemanfaatan, pengelolaan waduk dan embung
3. Permasalahan waduk dan embung
4. Prediksi umur waduk dan embung



# LANJUTAN

1. PLTA

2. PLTMH



# LANJUTAN

1. Kondisi DAS
2. Restorasi DAS
3. Pengelolaan sumberdaya air terpadu



# DEFINISI

- Pengembangan sumber daya air adalah upaya peningkatan kemanfaatan fungsi sumber daya air guna memenuhi kebutuhan air baku saat ini dan yang akan datang



# LANJUTAN

Pengelolaan Sumber Daya air yang terpadu (sesuai UU 7/2004) diselenggarakan secara menyeluruh (perencanaan, pelaksanaan, monitor dan evaluasi, konstruksi, pendayagunaan, pengendalian), terpadu (stakeholdes, antar sektor, wilayah) dan berwawasan lingkungan hidup (keseimbangan ekosistem dan daya dukung lingkungan) dengan tujuan mewujudkan kemanfaatan sumber daya air yang berkelanjutan (antar generasi) untuk sebesar-besar kemakmuran rakyat.



# PERMASALAHAN SDA

Kependudukan, permukiman dan pencemaran, sampah, DAS kritis, kekeringan, banjir adalah masalah-masalah yang sering dan cenderung rutin muncul dan ini semua memerlukan pengelolaan yang terpadu menyeluruh dan berkesinambungan



# TANTANGAN SDA

- ketersediaan air di daratan tidaklah merata dan sangat dipengaruhi faktor curah hujan, letak geografis, serta kondisi geologis
- pertumbuhan penduduk
- alih fungsi lahan
- perubahan iklim



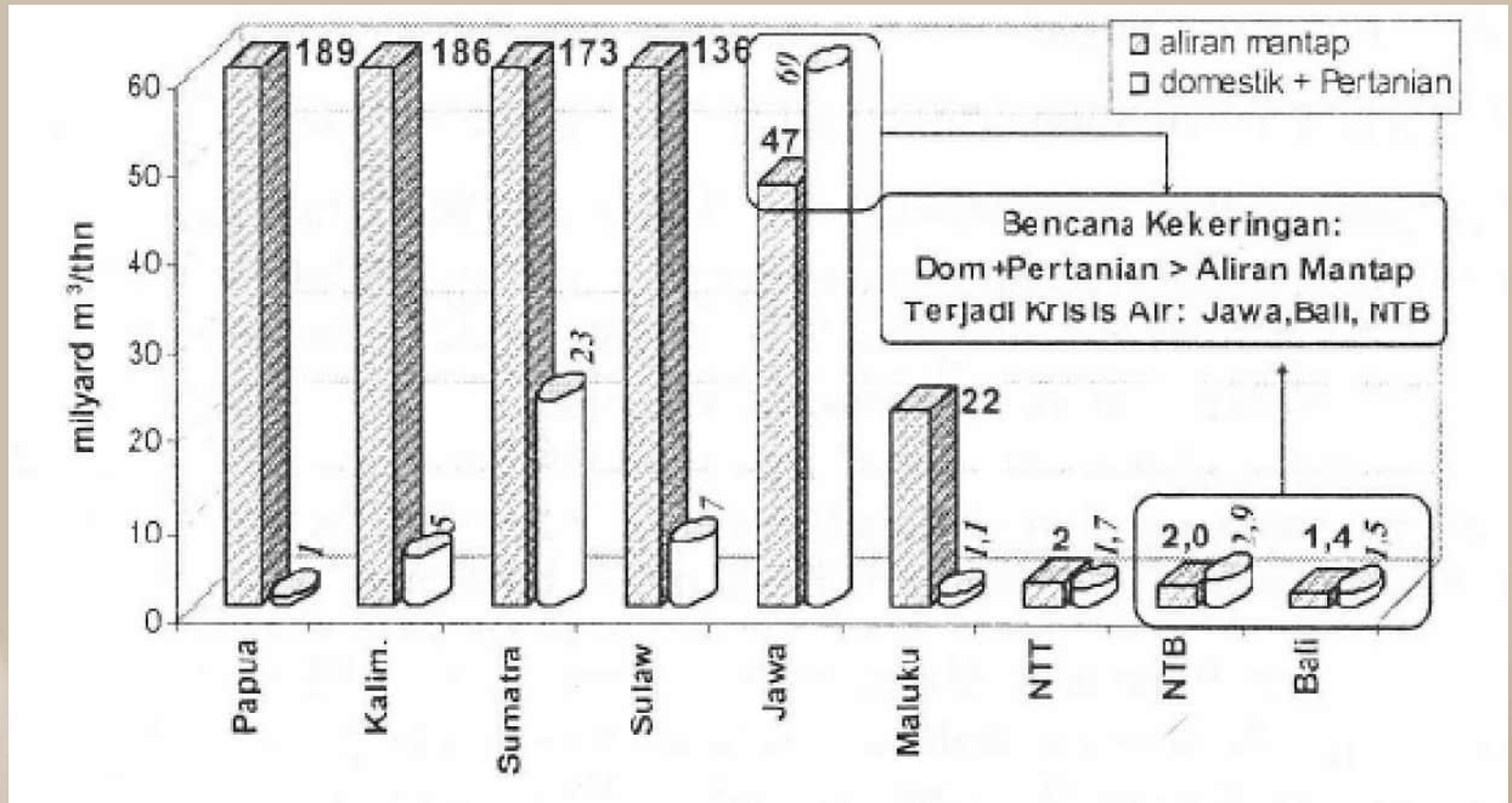
# POTENSI & PEMANFAATAN AIR DI INDONESIA

No.	Pulau	Curah hujan R mm/th	Luas area km <sup>2</sup>	juta m <sup>3</sup> /tahun					
				Aliran permukaan	Aliran mantap	Keperluan			Sisa
						domestik	pertanian	dom+tani	
1	Jawa	2,680	132,187	189,070	47,268	4,257	55,581	59,838	-12,571
2	Sumatera	2,820	473,606	691,900	172,975	1,634	21,351	22,985	149,990
3	Kalimantan	2,990	539,460	745,030	186,258	374	4,891	5,265	180,993
4	Sulawesi	2,340	190,116	542,600	135,650	497	6,498	6,995	128,655
5	Bali	2,120	5,561	5,670	1,418	107	1,408	1,515	-98
6	NTB	1,410	20,177	8,070	2,018	132	2,732	2,864	-847
7	NTT	1,200	47,866	9,570	2,393	123	1,622	1,745	648
8	Maluku	2,370	74,505	87,170	21,793	74	977	1,051	20,742
9	Irian Jaya	3,190	421,981	755,340	188,835	57	747	804	188,031





# LANJUTAN



# PERTUMBUHAN PENDUDUK

- Jumlah penduduk thn 2020 : 270.2 jt
- Prediksi tahun 2050 : 300 jt
- Saat ini, penduduk tersebar secara sangat tidak merata, di mana 65 persen penduduk hidup di Pulau Jawa, padahal pulau ini hanya memiliki 4,5 persen dari potensi cadangan air nasional.



# ALIH FUNGSI LAHAN

- Pesatnya pertumbuhan penduduk berbanding lurus dengan meningkatnya kebutuhan akan lahan. Hal ini menyebabkan semakin berkembangnya areal permukiman, bercocok tanam, industri yang mendukung kehidupan, dll



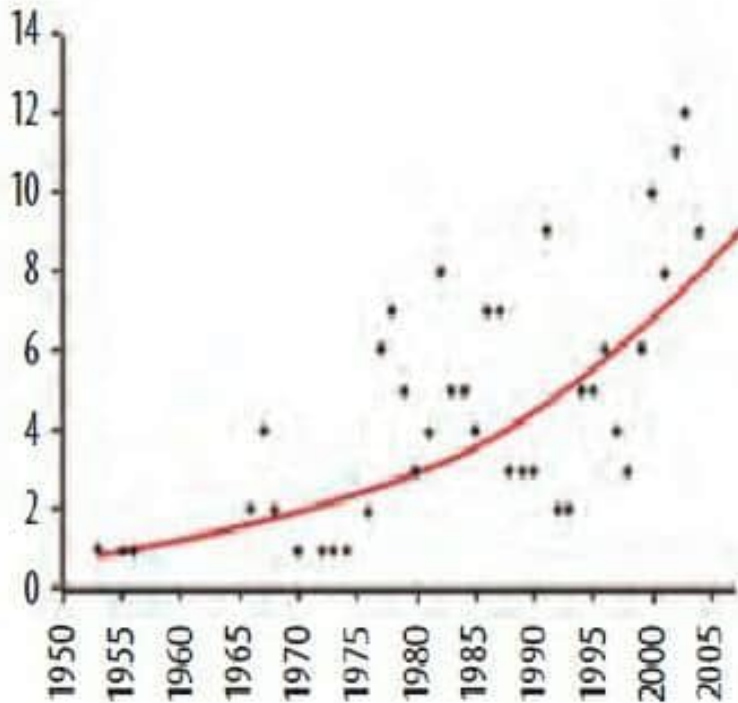
# LANJUTAN

- Akibat alih fungsi lahan, muncul permasalahan baru yaitu : banjir di saat musim penghujan, kekeringan (kekurangan air) pada saat musim kemarau dan meningkatkan eksploitasi air tanah yang sangat besar, akibat berikutnya amblesnya tanah, masuknya air asin ke daratan

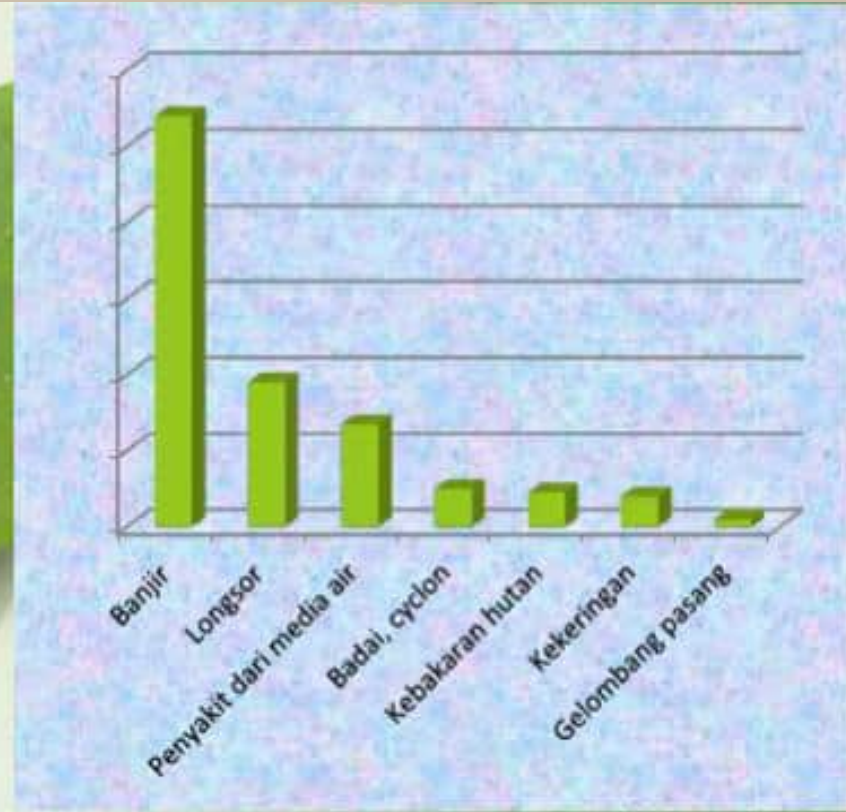


# BENCANA PENGARUH IKLIM EKSTRIM

Jumlah bencana terkait iklim



Jumlah kejadian



# PERUBAHAN IKLIM

- Definisi, perubahan iklim adalah perubahan rata-rata salah satu atau lebih elemen cuaca pada suatu daerah tertentu. Sedangkan istilah perubahan iklim skala global adalah perubahan iklim dengan acuan wilayah bumi secara keseluruhan (LAPAN, 2002)
- Cuaca : Keadaan atmosfer yang dinyatakan dengan nilai berbagai parameter, antara lain suhu, tekanan, angin, kelembaban dan berbagai fenomena hujan, disuatu tempat atau wilayah **selama kurun waktu yang pendek** (menit, jam, hari, bulan, musim, tahun) (Gibbs, 1987)

- 



# BANJIR

- Hampir semua wilayah di Indonesia rawan terhadap bahaya banjir. Jawa-Bali dan Sumatera merupakan wilayah yang memiliki kawasan rawan banjir paling luas.
- Faktor utama yang mempengaruhi banjir berupa curah yang tinggi, kapasitas atau daya tampungan air permukaan seperti : sungai, situ, bendung, dan lain-lain yang terbatas, serta kondisi lahan dan tanah di daerah hulu



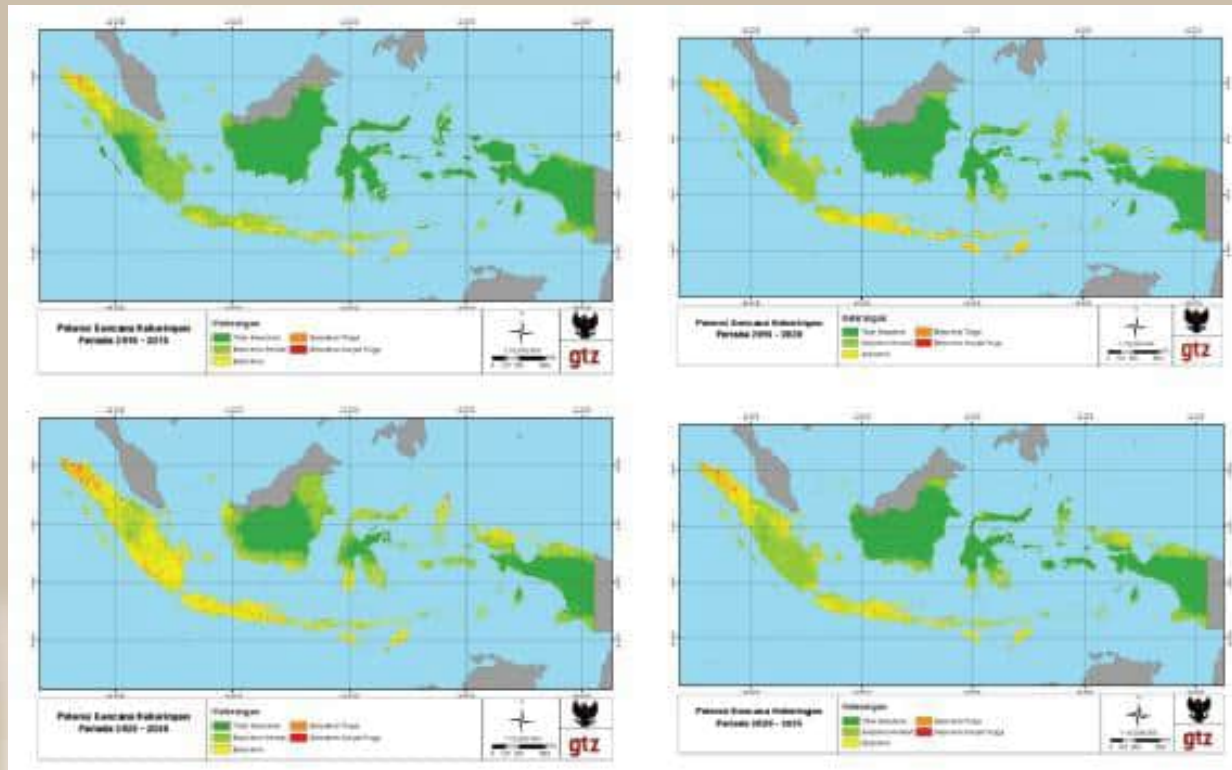
# KEKERINGAN

- Kekeringan di Indonesia akhir-akhir ini telah menjadi fenomena yang biasa dialami pada musim kemarau. Indikator kekeringan antara lain: kebutuhan air melebihi ketersediaan, turunnya muka air secara mencolok pada tampungan air seperti bendungan, waduk, embung pada musim kemarau. Dampak kekeringan tersebut menimbulkan kerugian yang tidak sedikit





# LANJUTAN



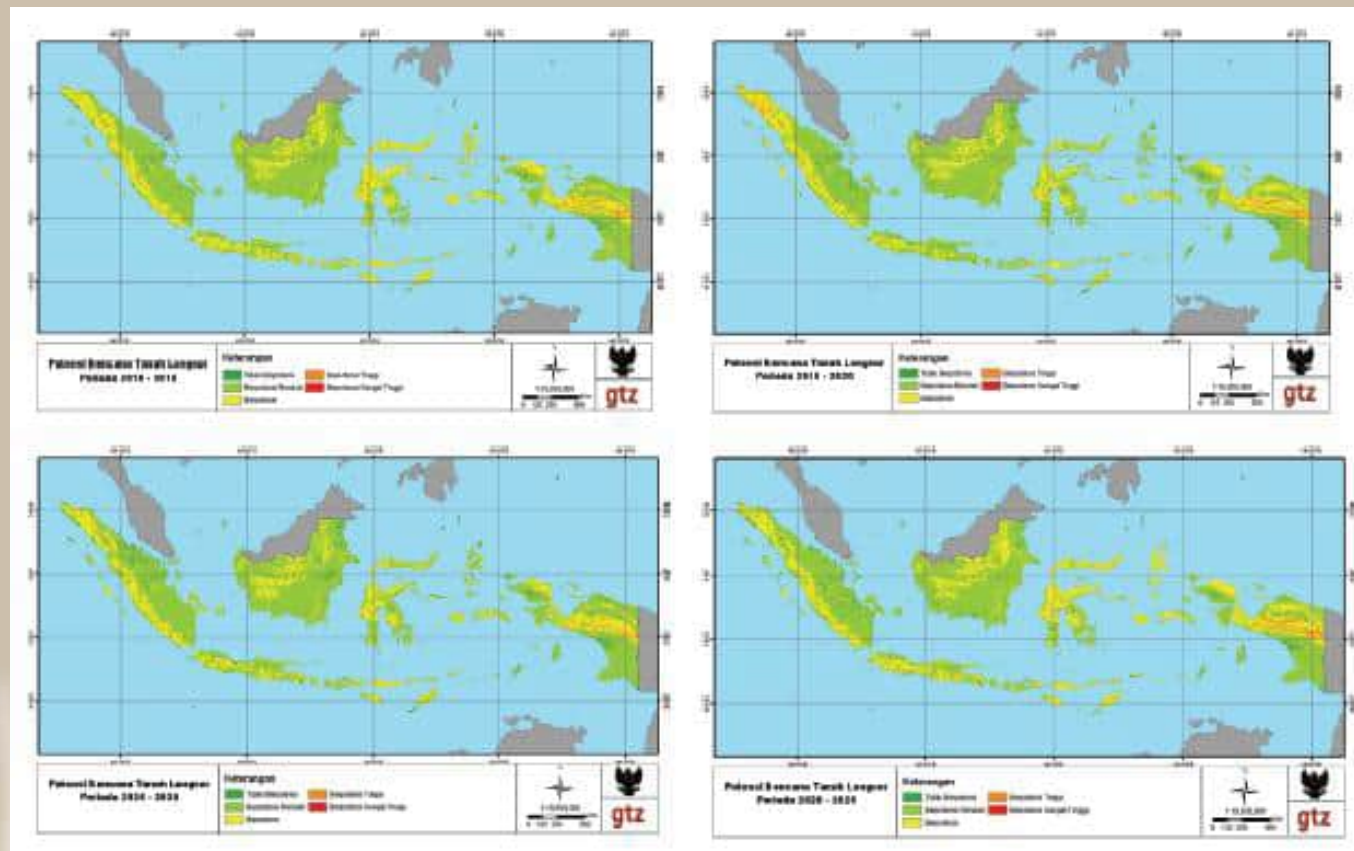
Peta bahaya **kekeringan** dari kiri atas searah jarum jam: periode 2010-2015, 2015-2020, 2020-2025, dan 2025-2030

# Kondisi dan Masalah Lainnya terkait Sumber Daya Air

- **Tanah longsor** dilibatkan dalam kajian ini sebagai masalah SDA, mengingat air merupakan faktor pemicu yang penting dalam peristiwa tanah longsor. Indonesia sering mengalami tanah longsor dengan korban jiwa maupun harta benda yang tidak sedikit. Antara 2003-2005 terjadi 103 kasus, tersebar di tujuh provinsi dengan kerugian cukup besar



# LANJUTAN



Bahaya longsor, dari kiri atas searah jarum jam : 2010-2015, 2015-2020, 2020-2025, dan 2025-2030



# LANJUTAN

- **Penurunan muka air tanah**, banyak terjadi di kota besar seperti Jakarta, Semarang, Surabaya dan Bandung akibat pengambilan air tanah yang berlebihan baik untuk keperluan domestik maupun industri. Penurunan ini terjadi akibat pemompaan telah melebihi kapasitas pengisian alamiahnya. Untuk kasus Jakarta misalnya, dalam kurun waktu 10 tahun sejak 1975-1985 telah terjadi penurunan muka air tanah mencapai 15 meter (Sumawijaya, 1994).



# LANJUTAN

- **Penurunan Tanah (*land subsidence*)**, timbul akibat pengambilan air tanah yang berlebihan (*over pumping*) yang menyebabkan penyusutan lapisan tanah dan beban bangunan-bangunan besar. Penurunan tanah telah terjadi di kota-kota besar seperti Jakarta, Semarang , dan Bandung (Pulau Jawa)
- **Intrusi Air laut.** Fenomena intrusi air laut berkaitan dengan pemanfaatan air tanah di daerah pantai. Intrusi air laut menyebabkan air tanah menjadi tidak layak lagi untuk air minum. Kawasan yang telah mengalami intrusi air laut antara lain Jakarta dan Semarang

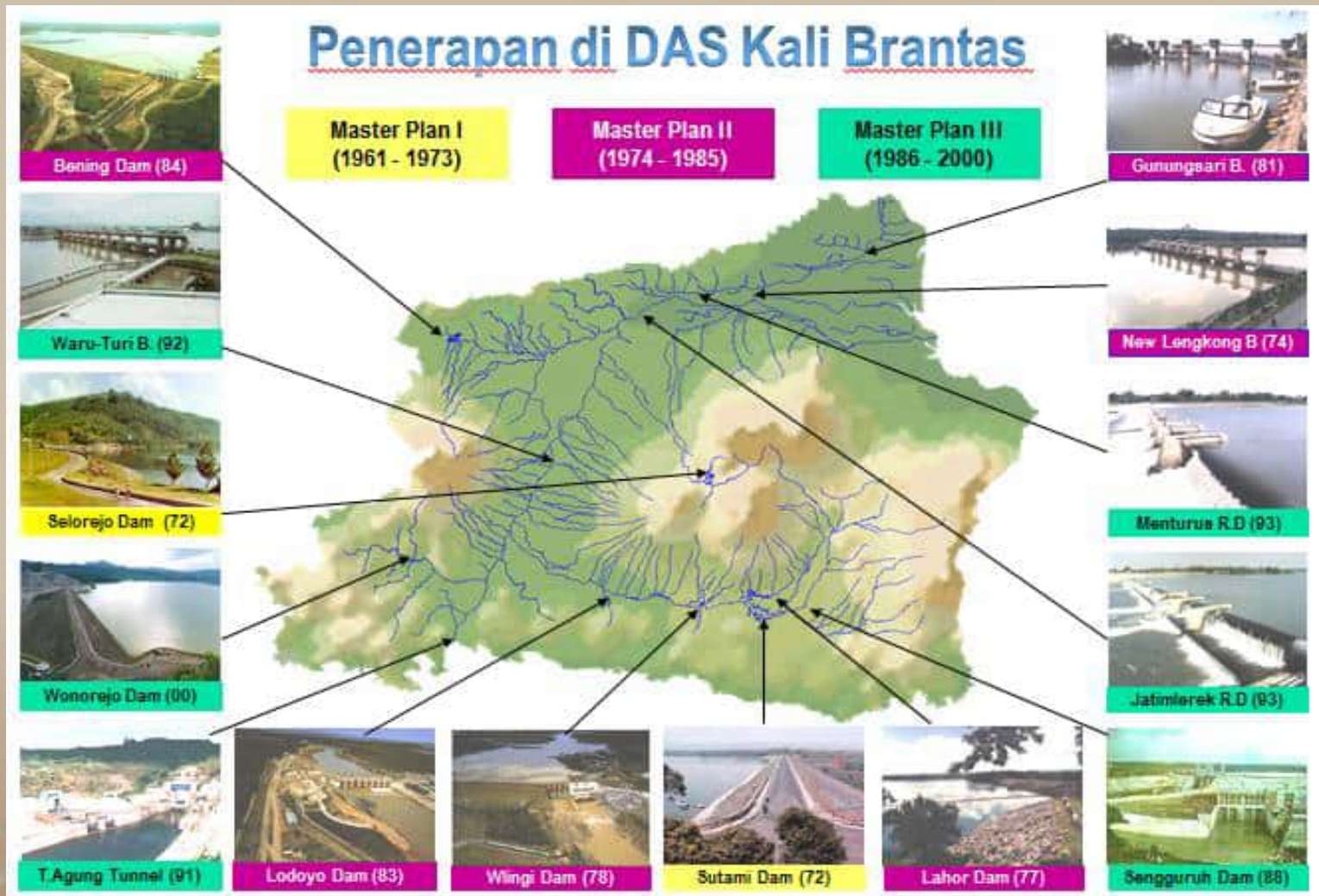




# PENGEMBANGAN DAN PENGELOLAAN SUMBER DAYA AIR



# LANJUTAN



The background features a light gray gradient with several realistic water droplets of various sizes scattered in the corners. The droplets have highlights and shadows, giving them a three-dimensional appearance. The text is centered in the middle of the page.

# PERUBAHAN IKLIM

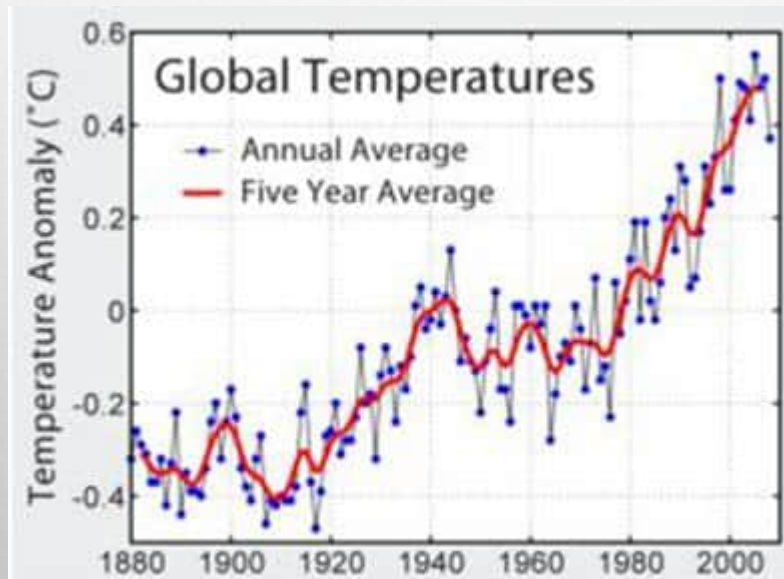


# DEFINISI

- BERUBAHNYA KONDISI FISIK ATMOSFER BUMI ANTARA LAIN SUHU DAN DISTRIBUSI CURAH HUJAN YANG MEMBAWA DAMPAK LUAS TERHADAP BERBAGAI SEKTOR KEHIDUPAN MANUSIA (KEMENTERIAN LINGKUNGAN HIDUP, 2001)
- PERUBAHAN IKLIM ADALAH PERUBAHAN RATA-RATA SALAH SATU ATAU LEBIH ELEMEN CUACA PADA SUATU DAERAH TERTENTU. SEDANGKAN ISTILAH PERUBAHAN IKLIM SKALA GLOBAL ADALAH PERUBAHAN IKLIM DENGAN ACUAN WILAYAH BUMI SECARA KESELURUHAN (LAPAN, 2002)

# KENAIKAN SUHU GLOBAL

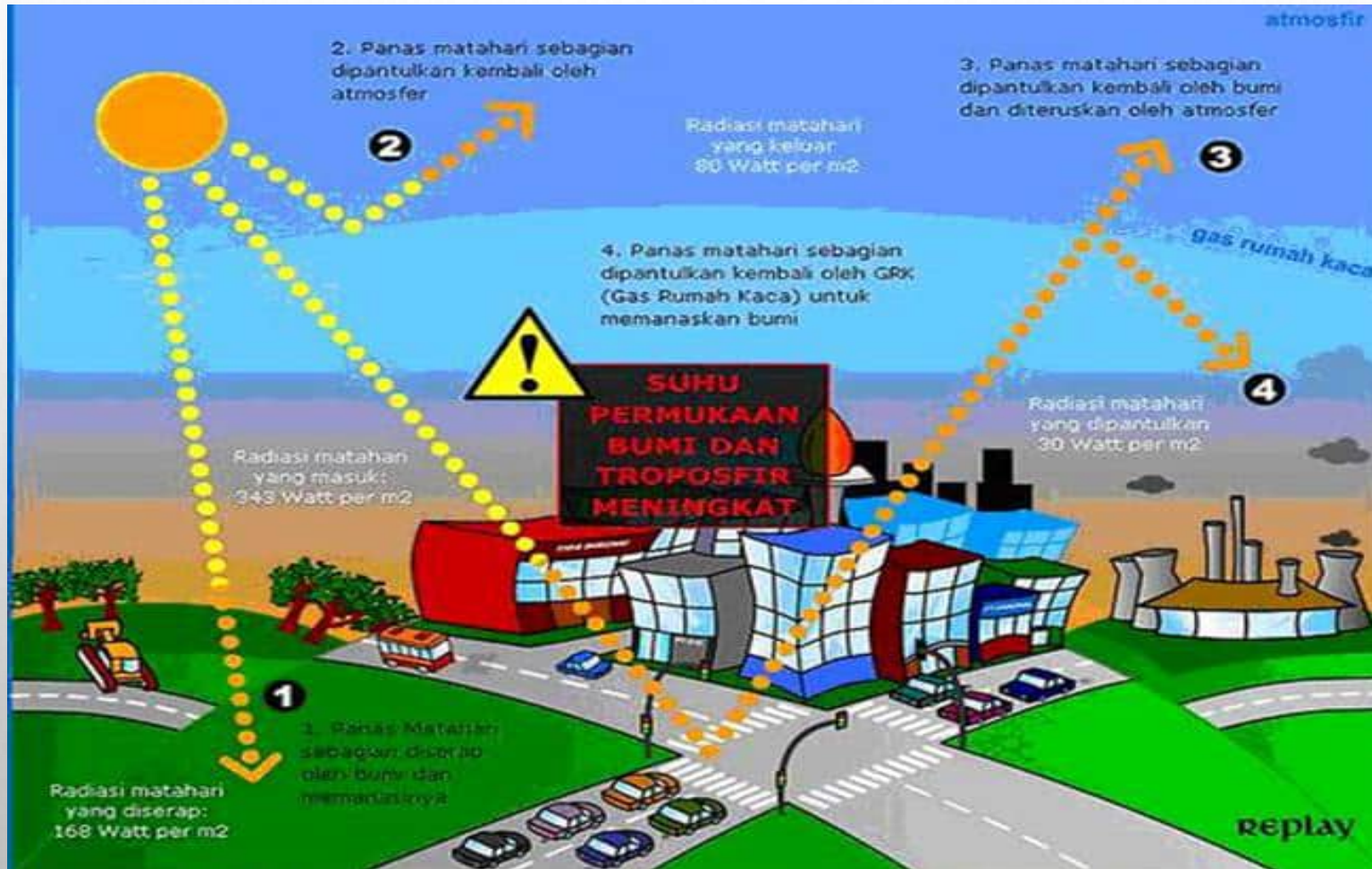
- SALAH SATU KOMPONEN IKLIM ADALAH TEMPERATUR, HASIL PENELITIAN SEBELUMNYA SELAMA 100 TAHUN TERAKHIR (1906-2005) TEMPERATUR PERMUKAAN BUMI RATA-RATA TELAH NAIK SEKITAR  $0.74^{\circ}\text{C}$ , DENGAN PEMANASAN YANG LEBIH BESAR PADA DARATAN DIBANDINGKAN LAUTAN.



# LANJUTAN

- MENGAPA SUHU PERMUKAAN BUMI BISA MENINGKAT? PENELITIAN YANG TELAH DILAKUKAN PARA AHLI SELAMA BEBERAPA DEKADE TERAKHIR INI MENUNJUKKAN BAHWA TERNYATA MAKIN PANASNYA PLANET BUMI TERKAIT LANGSUNG DENGAN EFEK RUMAH KACA YANG MERUPAKAN HASIL DARI PENYERAPAN ENERGI OLEH GAS-GAS TERTENTU YANG TERDAPAT DI ATMOSFER (DISEBUT GAS RUMAH KACA KARENA GAS-GAS INI SECARA EFEKTIF 'MENANGKAP' PANAS YANG TERDAPAT DI ATMOSFER BAGIAN BAWAH) DAN MERADIASIKAN KEMBALI SEBAGIAN DARI PANAS TERSEBUT KE BUMI

# LANJUTAN

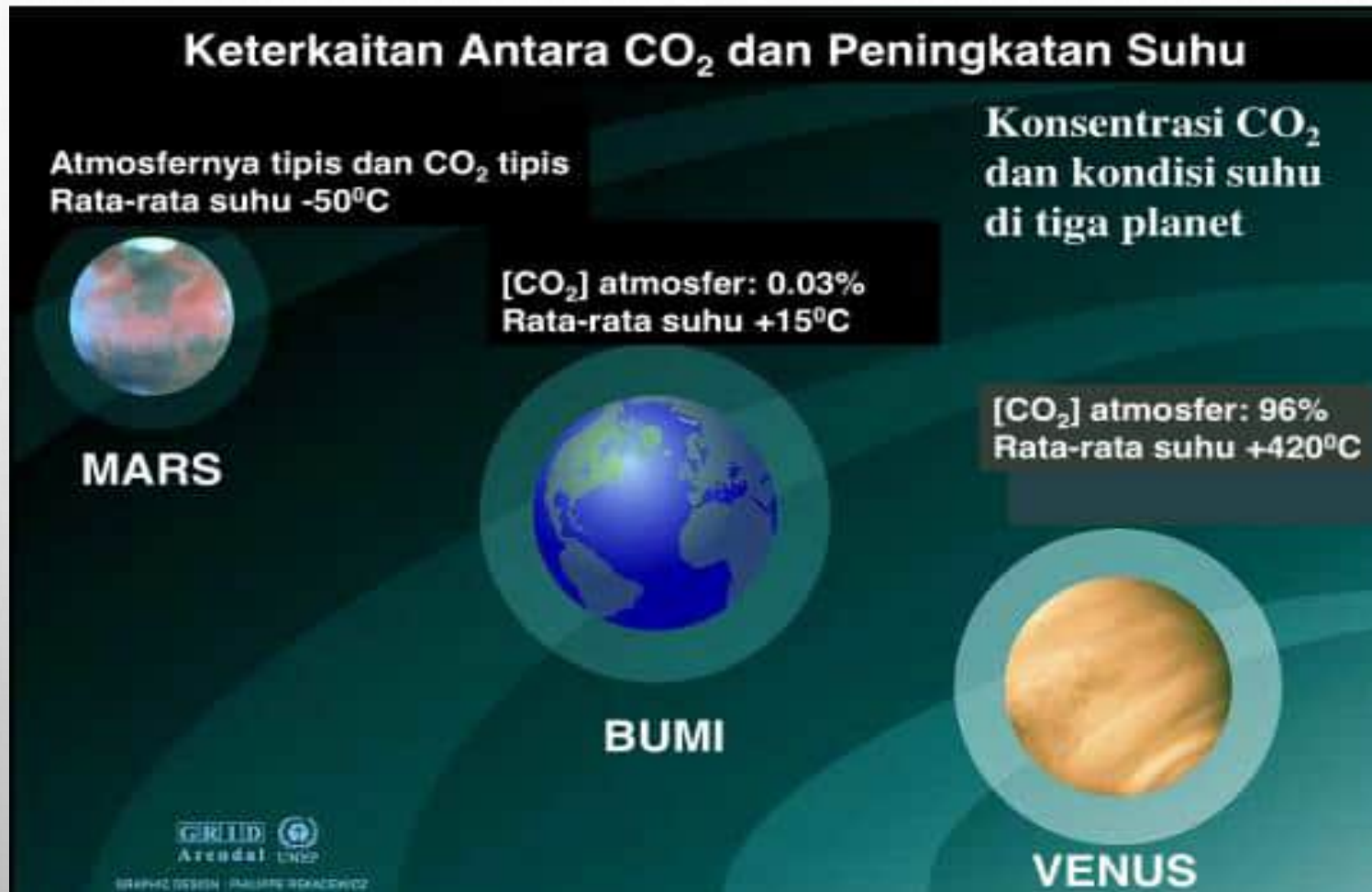


# LANJUTAN

- AKTIVITAS MANUSIA TELAH MENINGKATKAN KONSENTRASI GAS RUMAH KACA DALAM ATMOSFER (SEBAGIAN BESAR BERUPA KARBON DIOKSIDA YANG BERASAL DARI PEMBAKARAN BATU BARA, MINYAK, DAN GAS; DITAMBAH GAS-GAS LAINNYA).
- GAS RUMAH KACA LAINNYA YANG MENJADI KONTRIBUTOR UTAMA PEMANASAN GLOBAL ADALAH METANA ( $\text{CH}_4$ ) YANG DIHASILKAN DARI AKTIVITAS AGRIKULTUR DAN PETERNAKAN (TERUTAMA DARI SISTEM PENCERNAAN HEWAN-HEWAN TERNAK), NITROGEN OKSIDA (NO) DARI PUPUK, DAN GAS-GAS YANG DIGUNAKAN UNTUK KULKAS DAN PENDINGIN RUANGAN (CFC). RUSAKNYA HUTAN-HUTAN YANG SEHARUSNYA BERFUNGSI SEBAGAI PENYIMPAN  $\text{CO}_2$ , JUGA MAKIN MEMPERPARAH KEADAAN INI KARENA POHON-POHON YANG MATI AKAN MELEPASKAN  $\text{CO}_2$  YANG TERSIMPAN DI DALAM JARINGANNYA KE ATMOSFER.



# LANJUTAN



# LANJUTAN

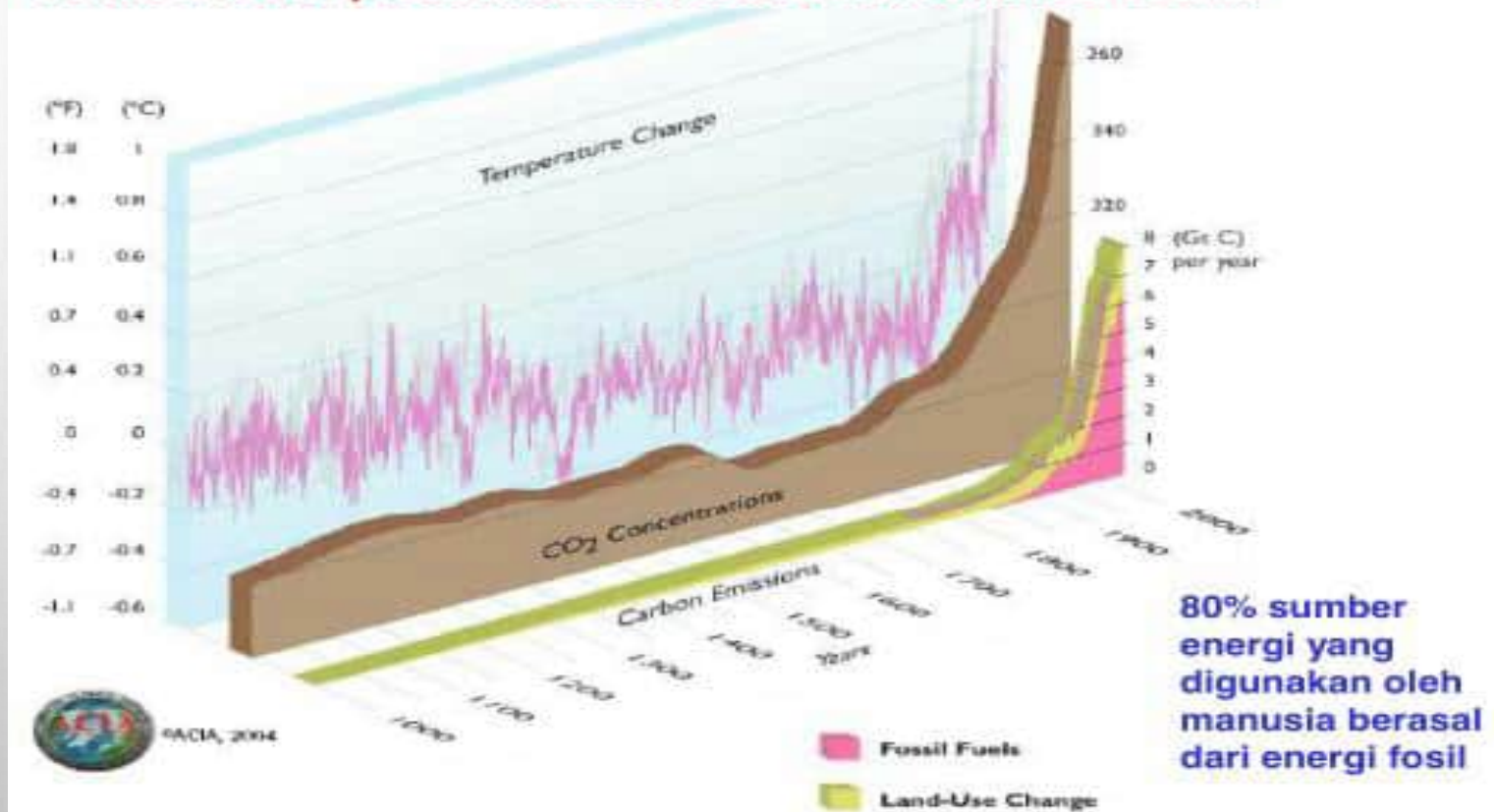
## Aktivitas Manusia dan Pemanasan Global

	Forcing 1750-2005 (watt/m <sup>2</sup> )
• Emisi dari aktivitas manusia ...	
• CO <sub>2</sub>	+ 1.7
• CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O, dan CFCs	+ 1.0
• Net ozone (troposphere↑, stratosphere↓)	+ 0.3
• Serapan oleh partikel udara (soot)	+ 0.3
• Pantulan partikel (sulfates, etc.)	- 0.7
• Pengaruh tidak langsung dari partikel	- 0.7
• Aktivitas LULUCF meningkatkan pantulan	- 0.2
• Perubahan alami dari sinar matahari yang mencapai bumi	+ 0.1

LULUCF = Land Use, Land Use Change and Forestry

# LANJUTAN

**Sumber emisi utama CO<sub>2</sub> selama 250 tahun terakhir berasal dari pembakaran fosil dan konversi hutan**

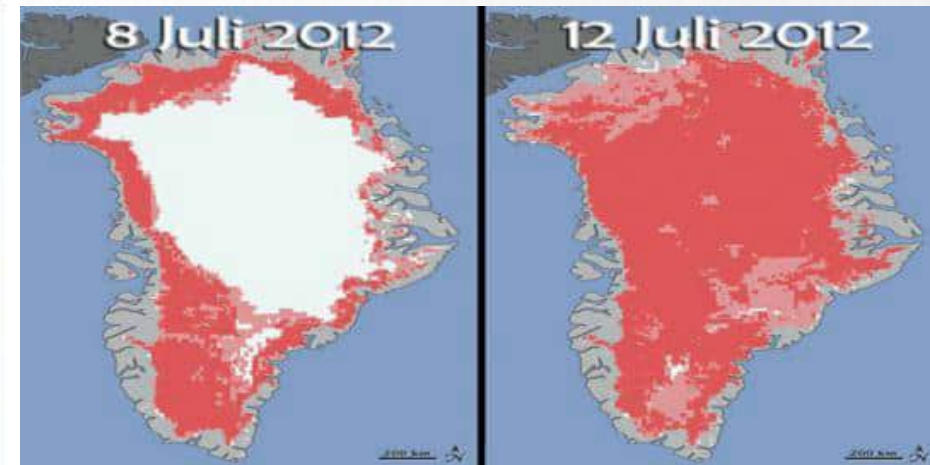
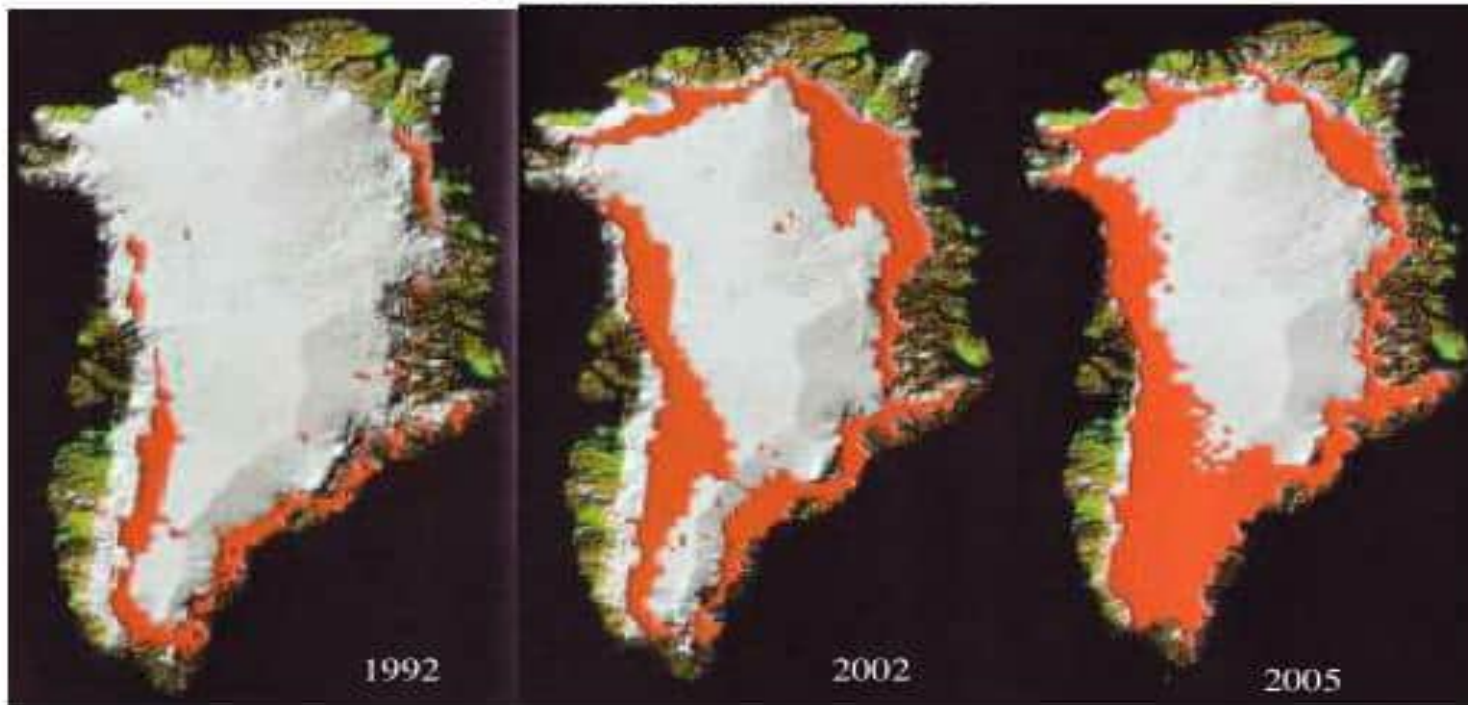




# LANJUTAN

## Pencairan Es - Greenland

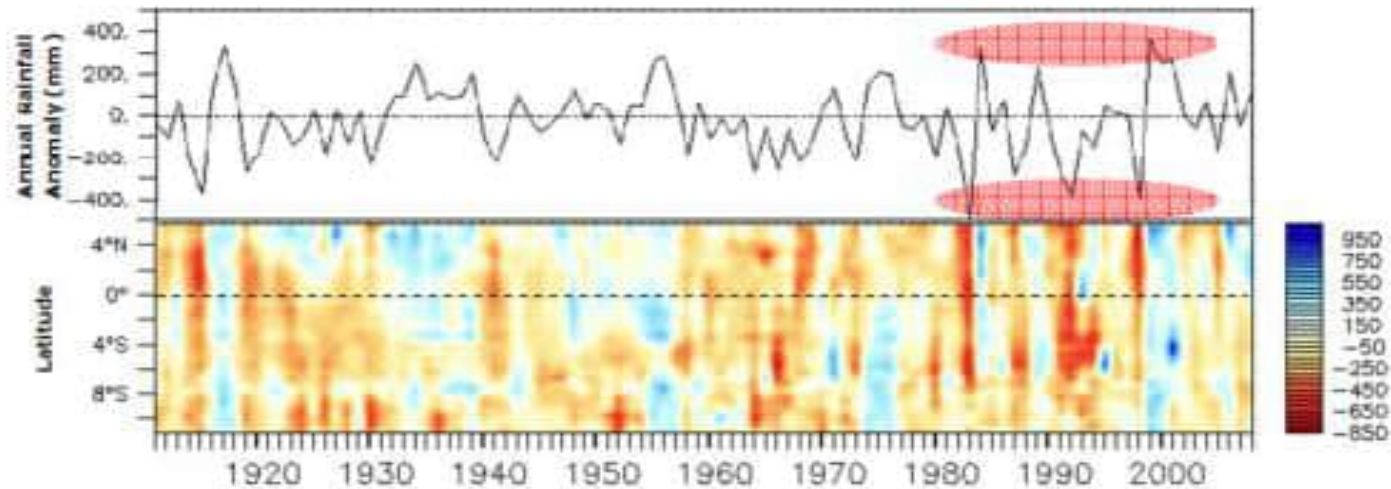
Sumber: ACIA, 2004 and CIRES, 2005



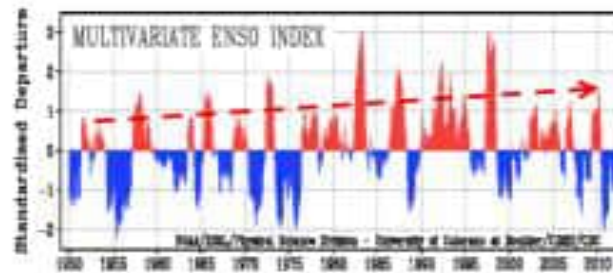
PERUBAHAN IKLIM AKIBAT GRK BERSIFAT JANGKA PANJANG, PERUBAHAN IKLIM YANG TERJADI SAAT INI AKIBAT DARI EMISI GRK MASA LALU, JADI WALAUPUN DAPAT DIHENTIKAN EMISI, PERUBAHAN IKLIM TETAP TERJADI

# LANJUTAN

## ***Peningkatan Kejadian Iklim Esktrim***



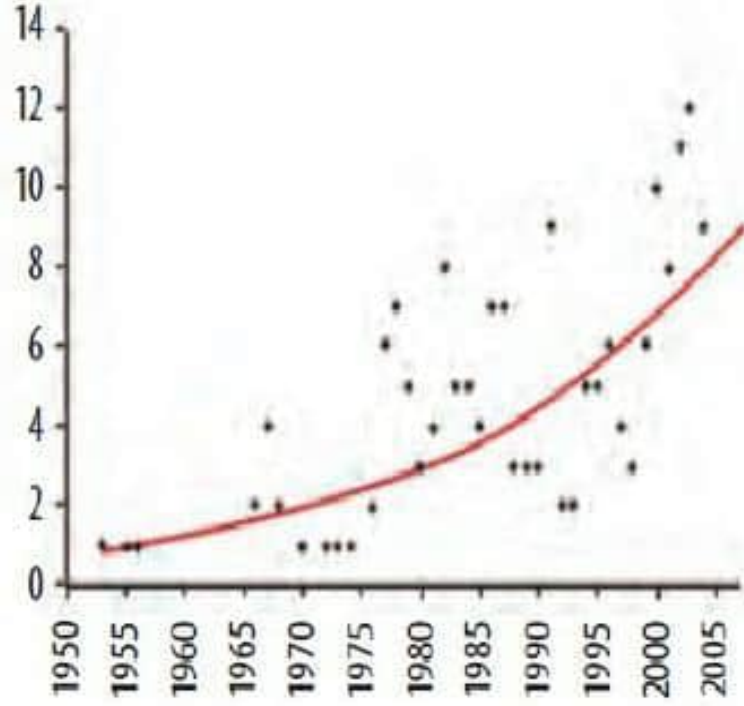
- Curah hujan rata-rata wilayah Indonesia menurut lintang (atas) dan keragaman SML di pasifik (bawah).
- Terjadi peningkatan intensitas kejadian iklim ekstrim



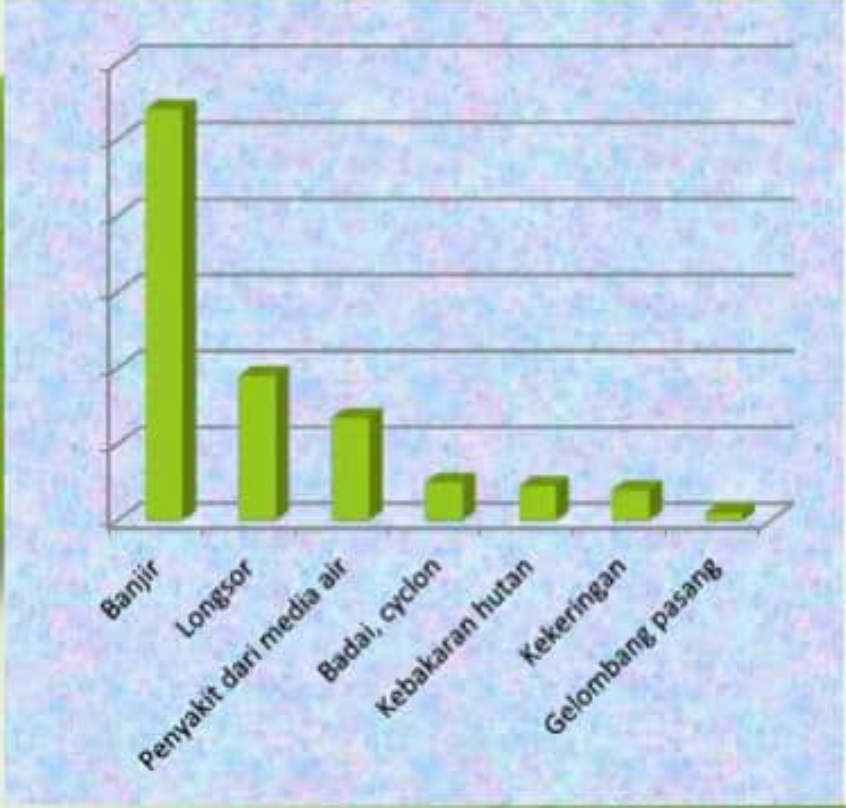
SML : Suhu Muka laut



Jumlah bencana terkait iklim



Jumlah kejadian





**KERENTANAN SEKTOR AIR  
AKIBAT PERUBAHAN IKLIM**

# PENGERTIAN

- Kerentanan menggambarkan 'derajat atau **tingkat kemudahan terkena** atau ketidakmampuan untuk menghadapi **dampak buruk dari perubahan iklim** termasuk keragaman iklim dan iklim esktrim
- Tinggi rendahnya **t i n g k a t** kerentanan (vulnerability) ditentukan oleh **tingkat sensitivitas, tingkat keterpaparan dan kemampuan adaptasi**

# PENGERTIAN LANJUTAN

- Tingkat keterpaparan **menunjukkan derajat**, lama dan atau besar peluang **suatu system untuk kontak** atau **dengan** goncangan atau **gangguan** (adger 2006 and kasperson et al. 2005 in gallopin 2006).
- **Tingkat sensitivitas merupakan kondisi internal dari system yang menunjukkan derajat kerawanannya terhadap gangguan**

# PENGERTIAN LANJUTAN

- Adaptasi, menunjukkan kemampuan dari suatu system untuk melakukan penyesuaian terhadap perubahan iklim sehingga potensi dampak negative dapat dikurangi dan dampak positif dapat dimaksimalkan atau dengan kata lain kemampuan untuk mengatasi konsekuensi dari perubahan iklim

# IDENTIFIKASI KOMPONEN KERENTANAN

- **DAERAH ALIRAN SUNGAI (DAS) DAN KEKRITISAN LAHAN**, Kerusakan DAS atau wilayah sungai (WS) mencerminkan tingkat kekritisian lahan dan merupakan komponen kerentanan utama untuk bahaya banjir, kekeringan, dan tanah longsor.
- Pengurangan lahan berhutan telah menyebabkan lahan kritis bertambah luas. Luas lahan kritis di Indonesia pada tahun 2004 = 74.012.463,68 ha (tidak termasuk provinsi nanggroe aceh darussalam, sumatera barat, jambi, bangka-belitung, DKI jakarta, banten, jawa barat, gorontalo, dan sulawesi tengah). Data tersebut menunjukkan adanya penambahan lahan kritis lebih dari 10 juta ha sejak tahun 2000 (untuk Lahan sangat kritis dan kritis).



# IDENTIFIKASI KOMPONEN KERENTANAN LANJUTAN

No	Provinsi	Luas lahan sangat kritis dan kritis (ha)	
		2000	2004
1	Nanggroe Aceh D.	351.015	**)
2	Sumatera Utara	469.143	7.655.290
3	Riau	334.868	2.416.925
4	Kepulauan Riau	*)	-
5	Sumatera Barat	131.155	**)
6	Jambi	716.147	**)
7	Bengkulu	578.543	705.302
8	Sumatera Selatan	3.461.840	3.968.200,89
9	Bangka Belitung	*)	**)
10	Lampung	299.157	527.349

Sumber : Departemen Kehutanan 2006

\*\*) Data dalam proses di Dirjen

\*) Masih digabung dengan provinsi induk

# IDENTIFIKASI KOMPONEN KERENTANAN LANJUTAN

- **KEPADATAN PENDUDUK (KP).** Indonesia secara umum memiliki KP yang tinggi dengan distribusi yang tidak merata. Wilayah jawa-bali memiliki KP dan jumlah penduduk paling tinggi dan sumatera ditempat kedua. Jumlah penduduk indonesia pada 2005 adalah 218.868.791 jiwa dengan KP rata-rata 112 jiwa/km<sup>2</sup>, dan pertumbuhan rata-rata hingga 2030 sebesar 1,4 jiwa/tahun (diolah dari data BPS, 2006).
- Selama periode 1961 hingga 2005, pulau jawa yang luasnya kurang dari 7% luas daratan Indonesia dihuni oleh sekitar 60% penduduk, sehingga pulau jawa merupakan pulau yang terpadat dengan kepadatan penduduk 1001 orang per kilometer persegi. Kondisi ini mengakibatkan beban pulau jawa relatif berat daripada pulau-pulau lainnya di indonesia

# IDENTIFIKASI KOMPONEN KERENTANAN LANJUTAN

- **TATAGUNA LAHAN** merupakan komponen kerentanan utama untuk semua jenis bahaya, juga digunakan sebagai potensi fisik bahaya terkait ketersediaan air dan banjir. Berdasarkan kriteria hutan sebagai tutupan lahan yang sangat adaptif terhadap perubahan iklim, jawa-bali dan sumatera menunjukkan kerentanan yang tinggi karena lahan hutan di kedua wilayah tersebut relatif sedikit dibanding luasan keseluruhan wilayahnya; sulawesi, dan bagian timur kepulauan nusatenggara menunjukkan kerentanan sedang; sedangkan kepulauan maluku, dan papua relatif kurang rentan terhadap semua bahaya perubahan iklim

# IDENTIFIKASI KOMPONEN KERENTANAN LANJUTAN

- Kerusakan lahan dan hutan di Indonesia pada periode tahun 2000 hingga 2006 masih tinggi, meskipun laju pertahunnya menunjukkan penurunan. Pada periode 1982-1990 laju deforestasi tercatat 0,9 juta hektar per tahun. Pada periode 1990-1997 naik menjadi 1,8 juta hektar per tahun dan 1997-2000 menjadi 2,83 juta hektar per tahun. Pada kurun waktu 2000 hingga 2006 laju deforestasi turun menjadi 1,19 juta hektar pertahun (dephut, 2007).

# IDENTIFIKASI KOMPONEN KERENTANAN LANJUTAN

- **KEBUTUHAN AIR** merupakan komponen kerentanan utama untuk bahaya penurunan ketersediaan air dan kekeringan. Kebutuhan air tertinggi pada kondisi kini (2005-2009) terdapat pada sektor pertanian (64.558.685.000 m<sup>3</sup>/tahun (74,7% dari total kebutuhan air seluruh indonesia). Berikutnya adalah kebutuhan sektor industri sebesar 15.426.560.000 m<sup>3</sup>/tahun (17,7%).
- Jawa-bali memiliki kebutuhan air paling tinggi, yaitu total sebesar 50.175.395.000 m<sup>3</sup>/tahun (58,1%), disusul sumatera sebesar 18.378.141.000 m<sup>3</sup>/tahun (21,3%).
- Indonesia secara umum akan mengalami peningkatan kebutuhan air pada kondisi proyeksi 2010-2030 dibanding kondisi kini;

# IDENTIFIKASI KOMPONEN KERENTANAN LANJUTAN

No	Wilayah	2000	2004
1	Sumatera	83.778,10	88.666,58
2	Jawa	246.970,43	261.381,23
3	Bali & Nusa Tenggara	23.342,60	24.704,64
4	Kalimantan	20.872,48	22.090,40
5	Sulawesi	28.735,68	30.412,42
6	Maluku & Papua	7.986,71	8.452,74
		411.686,00	435.708,00

Kebutuhan Air Minum Penduduk Tahun 2000 dan 2004

# IDENTIFIKASI KOMPONEN KERENTANAN LANJUTAN

- **POTENSI AIR TANAH TERTEKAN DAN CEKUNGAN AIR TANAH (CAT).** kondisi air tanah tertekan di indonesia cukup baik jumlahnya dan tersebar cukup merata jumlah seluruh potensi air tanah tertekan adalah  $18.841,37 \times 10^6$  m<sup>3</sup>/tahun yang tersebar di 465 cat.
- Kandungan air tanah di indonesia tinggi di jawa-bali, sumatera, dan papua;
- Kandungan sedang di sulawesi, maluku dan Nusa tenggara;
- Kandungan kecil di kalimantan.
- Air tanah merupakan sumber penting di indonesia, sehingga dilibatkan sebagai komponen kerentanan utama untuk bahaya penurunan ketersediaan air dan kekeringan



# IDENTIFIKASI KOMPONEN KERENTANAN LANJUTAN

- **KEMIRINGAN LAHAN** adalah komponen kerentanan utama untuk bahaya tanah longsor dan potensi fisik bahaya banjir. kemiringan lahan juga dilibatkan sebagai potensi fisik bahaya untuk bahaya banjir dan tanah longsor. Secara umum, kemiringan lahan indonesia dapat dibagi menjadi:
- kemiringan lahan merupakan potensi fisik untuk bahaya tanah longsor dan potensi bahaya banjir

Kemiringan Lahan	Kelerengan (%)
Tinggi	$\geq 36$
Sedang	5-35
Rendah	0-4

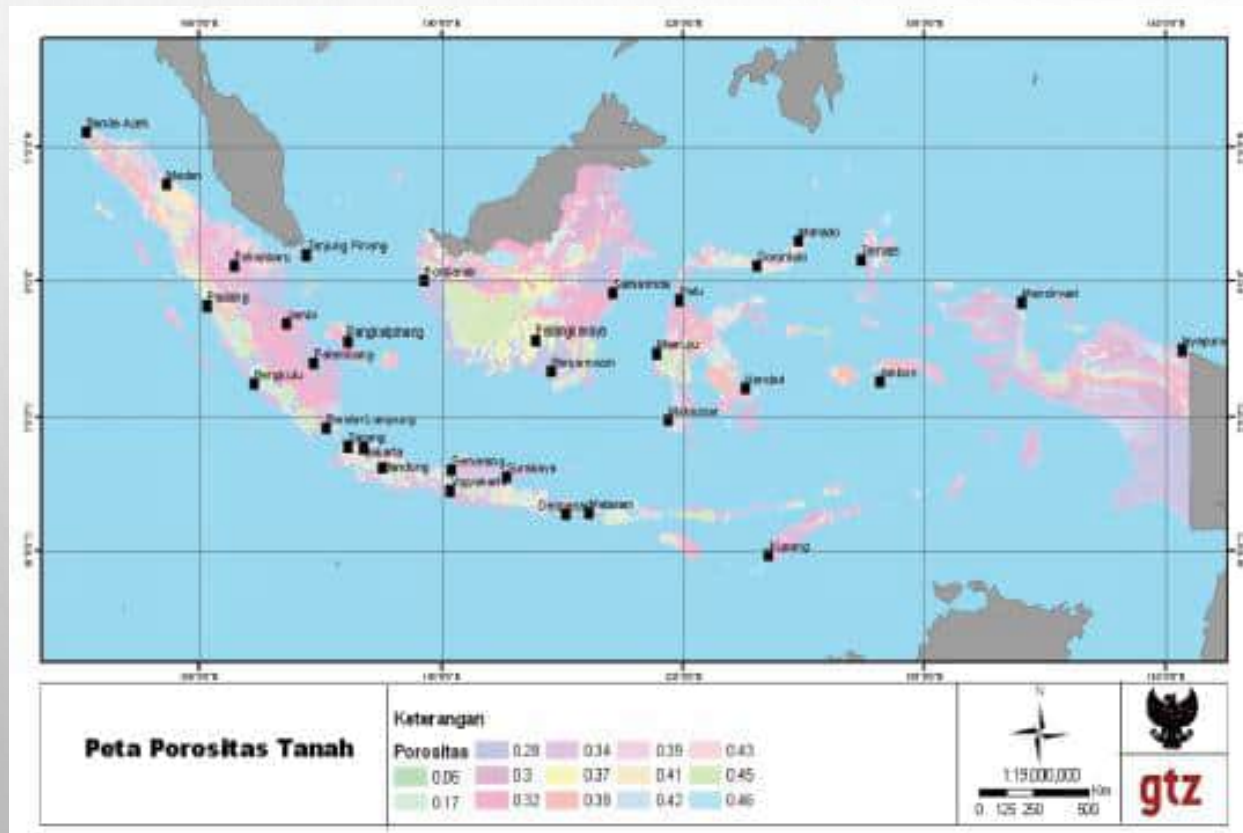
Tabel Kemiringan Lahan



# IDENTIFIKASI KOMPONEN KERENTANAN LANJUTAN

- **SIFAT TANAH** merupakan komponen kerentanan tambahan untuk bahaya tanah longsor dan potensi fisik bahaya banjir dan kekeringan. sifat tanah dianggap tetap. sifat tanah yang menjadi perhatian dalam kaitannya dengan bahaya banjir dan kekeringan adalah batuan sedimen lempung tertentu. identifikasi jenis dan sebaran batuan tersebut secara tepat diperiksa kembali berdasarkan keterangan peta geologi, peta kerentanan longsor, dan laporan-laporan bencana longsor.

# IDENTIFIKASI KOMPONEN KERENTANAN LANJUTAN



Peta Porositas Tanah

# IDENTIFIKASI KOMPONEN KERENTANAN LANJUTAN

- **KUALITAS AIR** merupakan komponen kerentanan tambahan (kualitatif) dan dilibatkan dalam penilaian kerentanan terhadap bahaya penurunan ketersediaan air. Pada umumnya kualitas air di Indonesia masih relatif baik, sehingga masih memenuhi kebutuhan air untuk berbagai jenis kebutuhan, terutama di pedesaan, kecuali di perkotaan. Di beberapa kota besar di Jawa-Bali telah menurun. Kualitas air di beberapa kota besar di Sumatera, Kalimantan, dan sedikit di Sulawesi dan Kepulauan Nusantara, khususnya NTB, ada yang telah menunjukkan penurunan;

# IDENTIFIKASI KOMPONEN KERENTANAN LANJUTAN

No	Sungai	Provinsi	Jumlah Titik	Status Mutu
1	Krueng Aceh	NAD	6	Cemar ringan
2	Deli	Sumatera Utara	11	Cemar sedang – cemar berat
3	Batang Agam	Sumatera Barat	6	Memenuhi – cemar ringan
4	Kampar	Riau	10	Cemar ringan – cemar sedang
5	Indragiri	Riau	14	Cemar ringan – cemar sedang
6	Rokan	Riau	15	Cemar ringan – cemar sedang
7	Siak	Riau	14	Cemar ringan – cemar sedang
8	Batanghari	Jambi	12	Cemar berat
9	Air Bengkulu	Bengkulu	6	Cemar ringan
10	Musi	Sumatera Selatan	8	Cemar sedang
11	Rangkui	Bangka Belitung	6	Cemar sedang – cemar berat
12	Way Sekampung	Lampung	6	Cemar sedang – cemar berat
13	Ciliwung	DKI Jakarta	15	Cemar ringan – cemar berat
14	Kali Angke	Banten	6	Cemar sedang – cemar berat
15	Citarum	Jawa Barat	6	Cemar sedang – cemar berat
16	Progo	Jawa Tengah	6	Cemar sedang
17	Progo	DI Yogyakarta	7	Cemar berat
18	Brantas	Jawa Timur	18	Cemar sedang – cemar berat
19	Tukad Badung	Bali	6	Cemar ringan – cemar berat

Status Mutu Air Beberapa Sungai di Indonesia

# IDENTIFIKASI KOMPONEN KERENTANAN LANJUTAN

- **INFRASTRUKTUR KEAIRAN** meliputi berbagai sarana dan prasarana untuk penyediaan atau pengambilan air, seperti saluran irigasi, bendung, embung, penurapan mata air; atau pun sarana air untuk tujuan lain seperti PLTH. Infrastruktur air merupakan komponen kerentanan utama untuk sebagian besar bahaya terkait air, yaitu komponen adaptasi. Namun, sumur bor di kawasan pantai yang sudah mengalami intrusi air laut dapat menjadi paparan (*exposure*) atau sensitivitas untuk bahaya intrusi air laut. Informasi infrastruktur irigasi diperoleh dari informasi luas lahan yang sudah memperoleh fasilitas irigasi. Jawa-bali dan Sumatera adalah dua wilayah yang memiliki infrastruktur irigasi cukup merata;

# IDENTIFIKASI KOMPONEN KERENTANAN LANJUTAN

- Kerentanan perubahan iklim pada infrastruktur keairan dapat diminalisasi dengan melakukan penyediaan dan pemeliharaan serta perbaikan sarana dan prasarana untuk penyedia dan pengambilan air, seperti saluran irigasi, penurapan mata air, dan berkaitan dengan operasional infrastruktur air seperti bendungan untuk irigasi maupun PLTA

# IDENTIFIKASI KOMPONEN KERENTANAN LANJUTAN

- **KOMPONEN KERENTANAN INDIVIDU LAINNYA** gerakan nasional rehabilitasi Hutan dan lahan (GNRHL), program kali bersih (prokasih), penurunan lahan (*land subsidence*) Di perkotaan, dan “peta kerentanan tanah longsor” merupakan beberapa diantara komponen Kerentanan lainnya untuk bahaya terkait air. Komponen-komponen tersebut merupakan komponen Kerentanan tambahan dan umumnya berupa komponen untuk adaptasi, kecuali komponen terkait Kerentanan intrusi air tanah.



# GAMBARAN KERENTANAN IKLIM SEKTOR AIR

- Proses penyelesaian kajian ini, terutama yang bersifat kuantitatif berupa informasi spasial dilakukan dengan memanfaatkan aplikasi GIS (*geographic information system*) terhadap komponen keseluruhan komponen kerentanan dengan mengacu kepada bahaya-bahaya perubahan iklim pada sektor air. Kerentanan tersebut berupa :



# GAMBARAN KERENTANAN IKLIM SEKTOR AIR LANJUTAN

- Komponen kerentanan terhadap bahaya **penurunan ketersediaan air** (PKA) terdiri atas 6 (enam) parameter yaitu : kepadatan penduduk, tataguna lahan, kebutuhan air, kualitas air, infrastruktur keairan dan potensi air tanah.
- Komponen kerentanan terhadap **banjir** terdiri atas 7 (tujuh) parameter yaitu : kepadatan penduduk, tata guna lahan, kekritisian lahan/kerusakan DAS, penurunan lahan di perkotaan (*subsidence*), infrastruktur keairan (sistem drainase perkotaan), GNRHL, prokasih

# GAMBARAN KERENTANAN IKLIM SEKTOR AIR LANJUTAN

- Komponen kerentanan terhadap **kekeringan** terdiri atas 6 (enam) parameter yaitu: kepadatan penduduk, tataguna lahan, kebutuhan air, kualitas air, infrastruktur keairan, potensi air tanah.
- Komponen kerentanan terhadap bahaya **tanah longsor** terdiri atas 3 (tiga) parameter yaitu: kepadatan penduduk, landuse, infrastruktur keairan

# KERENTANAN (LANJUTAN) DAN RESIKO SEKTOR AIR AKIBAT PERUBAHAN IKLIM

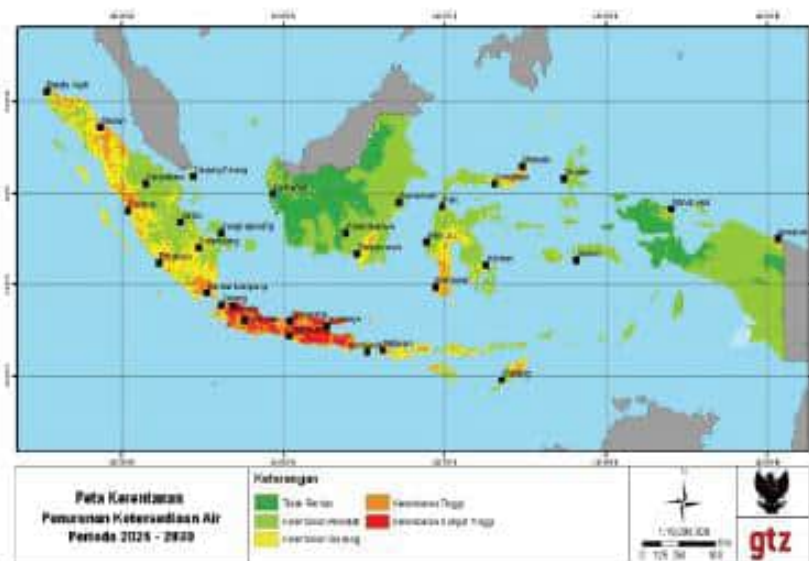
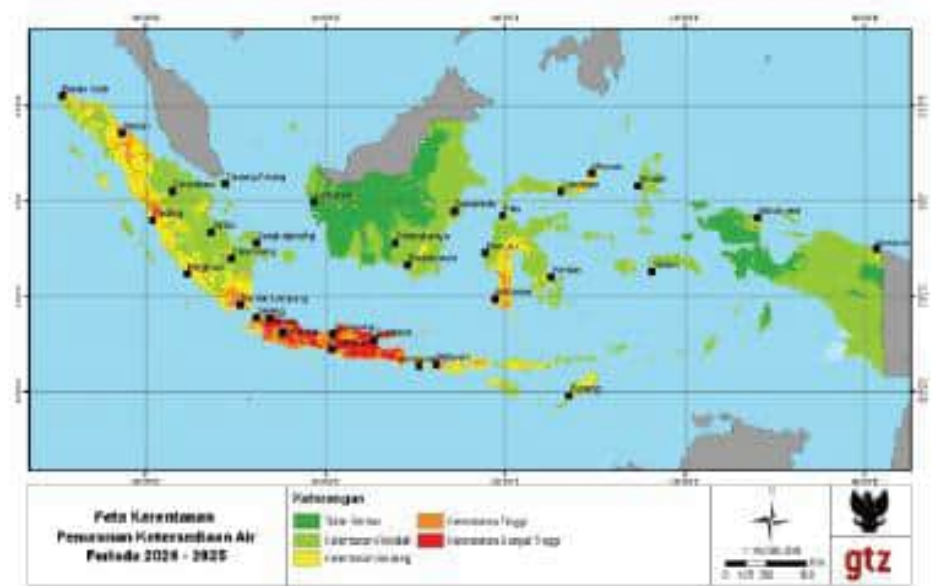
# Kerentanan terhadap Bahaya Penurunan Ketersediaan Air

- Terdapat 2 (dua) parameter keterpaparan atau eksposur (*exposure*, E) untuk kerentanan terhadap bahaya PKA, yaitu: **1) tataguna lahan** dan **2) kepadatan penduduk**. Data untuk kedua parameter tersebut adalah data spasial dengan tingkat ketelitian relatif lebih rinci berdasarkan sebarannya dalam ruang.
- Sensitivitas terhadap bahaya PKA, terdapat 2 (dua) parameter kepekaan atau sensitivitas (*sensitivity*, S) yaitu: **1) kebutuhan air**, **2) penurunan kualitas air**
- Terdapat 2 (dua) parameter kapasitas adaptasi (*adaptive capacity*, AC) atau kemampuan penyesuaian untuk kerentanan terhadap bahaya PKA yaitu: **1) infrastruktur air**, dan **2) potensi air tanah**.

# Kerentanan terhadap Bahaya Penurunan Ketersediaan Air

POTENSI BAHAYA	BAHAYA	KERENTANAN		
		Komp	Komponen Bagian	Bobot
Kenaikan Temperatur, Curah Hujan Rata-rata	PENURUNAN KETERSEDIAAN AIR	E	Kepadatan Penduduk	0.31
			Tataguna Lahan	0.08
		S	Kebutuhan Air	0.21
			Kualitas Air	
		AC	Infrastruktur Keairan (waduk & irigasi)	0.21
			Potensi Air Tanah	0.14

# Lanjutan



# Kerentanan terhadap Bahaya Banjir

- Terdapat dua parameter keterpaparan atau eksposur (*exposure*, E) untuk kerentanan terhadap bahaya banjir, yaitu: **1) Tata guna Lahan** dan **2) Kepadatan Penduduk**
- Terdapat 2 (dua) parameter kepekaan atau sensitivitas (*sensitivity*, S) untuk kerentanan terhadap bahaya banjir, yaitu: **1) tingkat kekritisian lahan/kerusakan DAS, 2) penurunan lahan diperkotaan**
- Terdapat tiga komponen kerentanan kapasitas adaptasi (AC) terhadap bahaya PKA, 3 (tiga) parameter tersebut, yaitu: **1. infrastruktur drainase, 2. GNRHL, 3. prokasih** juga merupakan parameter untuk komponen kerentanan AC terhadap bahaya banjir



# Kerentanan terhadap Bahaya Banjir

POTENSI BAHAYA	BAHAYA	KERENTANAN		
		Komp	Komponen Bagian	Bobot
Kenaikan Temperatur, Curah Hujan Maksimum	BANJIR	E	Kepadatan Penduduk	0.36
			Tataguna Lahan	0.13
		S	Kekritisian Lahan/Kerusakan DAS	0.07
			Penurunan Lahan di Perkotaan ( <i>subsidence</i> )	
		AC	Infrastruktur Keairan (sistem drainase perkotaan)	0.22
			GNRHL (DepHut)	0.07
			Prokasih (SLHI)	

# Kerentanan terhadap Bahaya Kekeringan

- Komponen eksposur (*exposure*, E) dari kerentanan terhadap bahaya kekeringan, terdiri atas 2 (dua) parameter, yaitu: **1) Tataguna Lahan**, dan **2) Kepadatan Penduduk**
- Identifikasi komponen kerentanan terhadap bahaya kekeringan terdiri atas 2 (dua) parameter untuk komponen kerentanan sensitivitas (*sensitivity*, S). Kedua parameter tersebut adalah: **1) Kebutuhan Air**, **2) Kualitas air**
- Kapasitas adaptasi (AC) **1) Infrastruktur keairan** dan **2) Potensi Air Tanah** digunakan kerentanan terhadap bahaya kekeringan dengan penjelasan analog sebagaimana pada kerentanan terhadap dua jenis bahaya sebelumnya.

# Kerentanan terhadap Bahaya Kekeringan

POTENSI BAHAYA	BAHAYA	KERENTANAN		
		Komp	Komponen Bagian	Bobot
Kenaikan Temperatur, Curah Hujan Minimum	KEKERINGAN	E	Kepadatan Penduduk	0.31
			Tataguna Lahan	0.08
		S	Kebutuhan Air	0.21
			Kualitas Air	
		AC	Infrastruktur Keairan (waduk & irigasi)	0.21
			Potensi Air Tanah	0.14

# Lanjutan



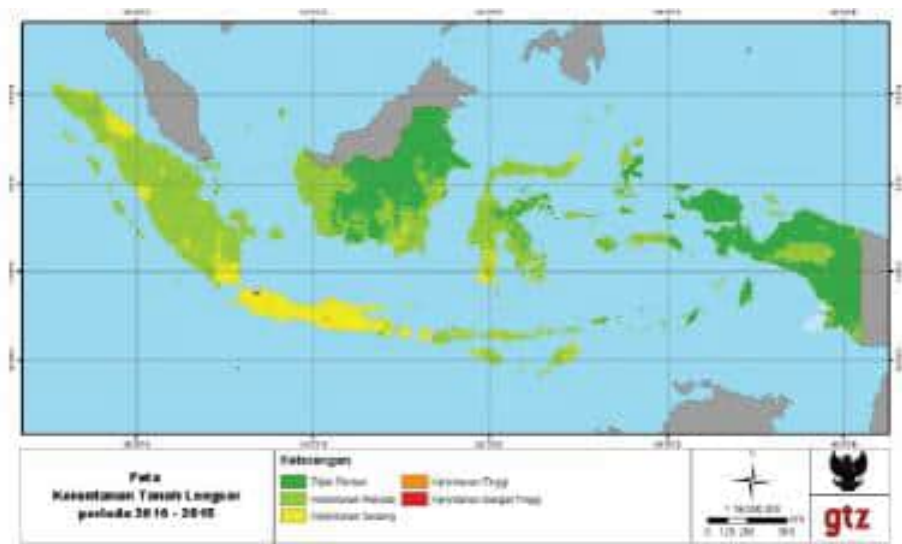
# Bobot kerentanan terhadap bahaya tanah longsor

- Komponen eksposur (*exposure*, E) dari kerentanan terhadap bahaya kekeringan, terdiri atas 2 (dua) parameter, yaitu: **1) Kepadatan penduduk**, dan **2) landuse**
- Kapasitas adaptasi (AC) yang digunakan kerentanan terhadap bahaya tanah longsor adalah infrastruktur penting.

# Bobot kerentanan terhadap bahaya tanah longsor

POTENSI BAHAYA	BAHAYA	KERENTANAN		
		Komp	Komponen Bagian	Bobot
Kenaikan Temperatur, Curah Hujan Minimum	TANAH LONGSOR	E	Kepadatan Penduduk	0.53
			Landuse	0.31
		AC	Infrastruktur Penting	0.16

# Lanjutan





# POTENSI DAMPAK PERUBAHAN IKLIM PADA SEKTOR SUMBER DAYA AIR

- Potensi dampak atau risiko perubahan iklim terhadap sumber daya air (SDA) adalah hasil penapisan (*overlay*) dari bahaya dan kerentanan sektor air karena perubahan iklim.
- Risiko (R) merupakan fungsi dari peluang (P) terjadinya kejadian yang tidak diinginkan dan konsekuensi (K) yang ditimbulkan oleh kejadian tersebut
- Konsekuensi yang ditimbulkan tergantung tingkat kerentanan (Vulnerability Index)

Matrik Risiko Iklim dapat dibuat dengan menggabungkan indeks kerentanan dan peluang atau kemungkinan terjadinya kejadian iklim ekstrim

Peluang atau kemungkinan terjadinya Iklim ekstrim	Sangat tinggi/ Sangat mungkin	Tinggi/ kemungkinan besar	Sedang	Rendah/ kemungkinan kecil	Sangat Rendah/ kemungkinan sangat kecil
<i>Vulnerability Index</i>					
Indek 5 sangat rentan)	SST	ST	T	M-T	M
Indek 4 Rentan)	ST	T	M-T	M	M-R
Indek 3 Agak Rentan	T	M-T	M	M-R	R
Indek 2 Kurang Rentan	M-T	M	M-R	R	SR
Indek 1 Tidak rentan	M	M-R	R	SR	SSR

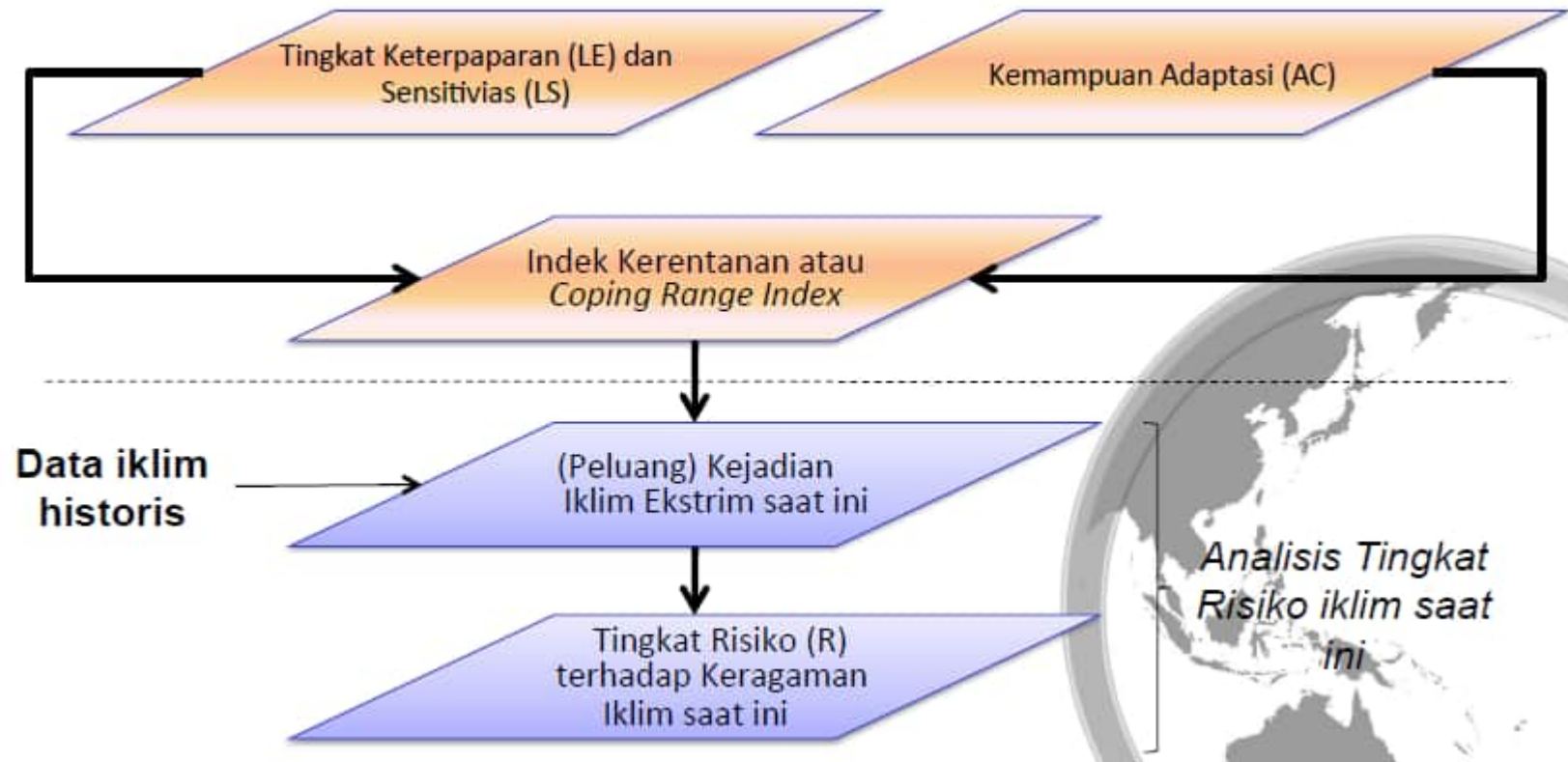
**S=sangat, SS=sangat-sangat, T=tinggi, M = medium, R-rendah**

Matrik Risiko Iklim dapat dibuat dengan menggabungkan indeks kerentanan dengan tren bencana

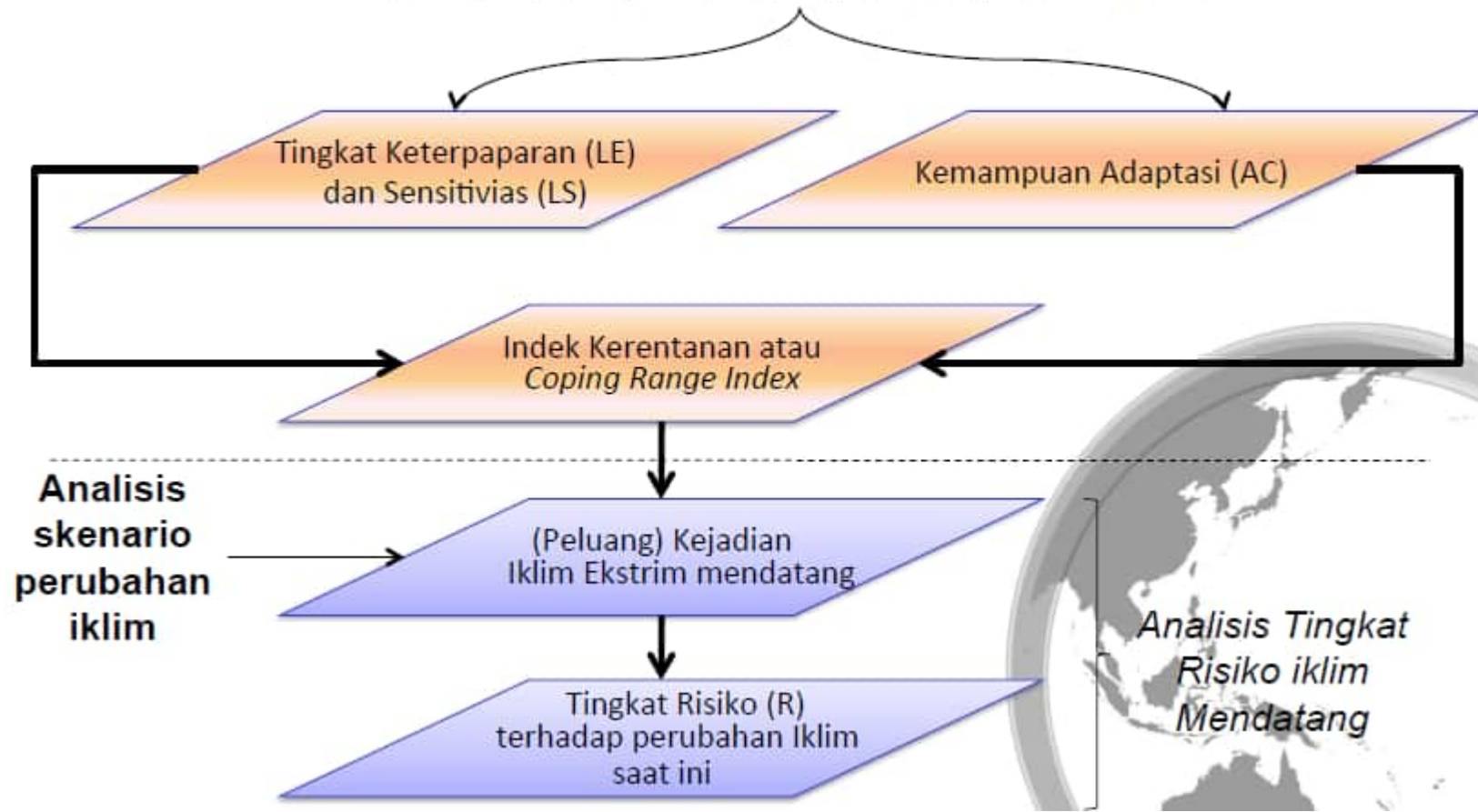
Indek Kerentanan	Tren Bencana		
	Positif	0	Negatif
5 = sangat rentan	ST	T	M-T
4 = Rentan	T	M-T	M
3 = Agak rentan	M-T	M	M-R
2 = Kurang rentan	M	M-R	R
1 = Tidak rentan	M-R	R	SR

S=sangat, SS=sangat-sangat, T=tinggi, M = medium/sedang, R-rendah

*Peta indeks risiko iklim dapat diperoleh dengan meng-overlay peta indeks kerentanan dengan peluang terjadinya kejadian iklim yang tidak diinginkan (iklim esktrim)*



*Dapat berubah dengan waktu karena adanya  
intervensi atau pelaksanaan program pembangunan*





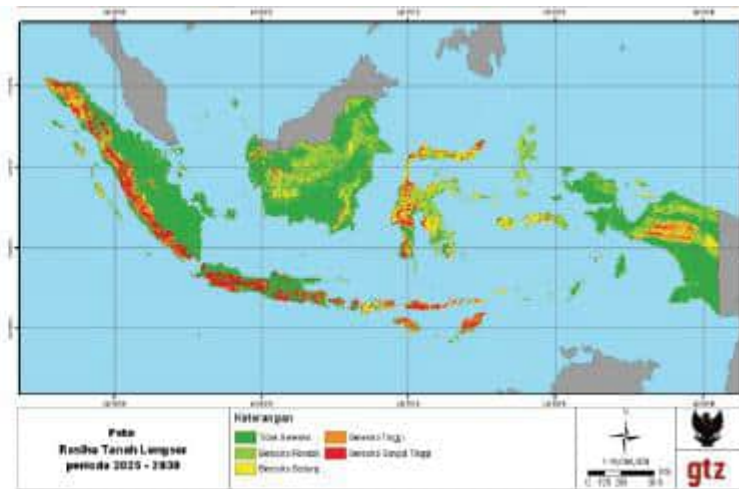
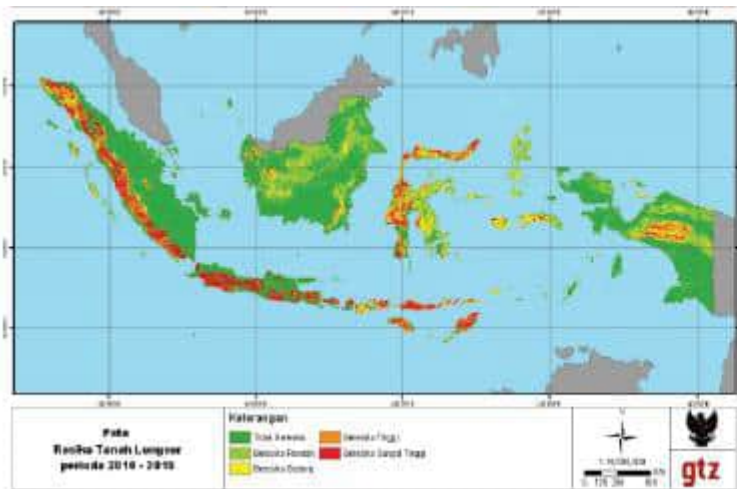
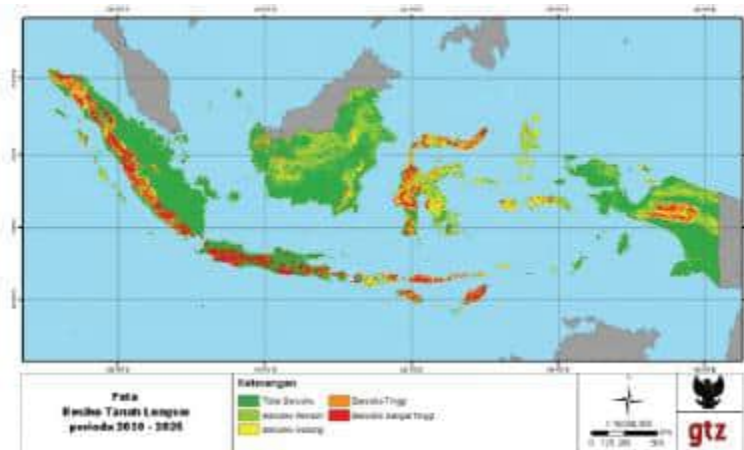
# Resiko penurunan ketersediaan air



# Resiko kekeringan



# Resiko tanah longsor



# Tingkat resiko wilayah Sumatera

	Tingkat Resiko	Luas (Km2)					
		2000-2005	2005-2010	2010-2015	2015-2020	2020-2025	2025-2030
PKA	Tidak Beresiko	44567,24	96623,41	10173,70	10166,22	10129,83	10129,83
	Beresiko Rendah	332211,21	293856,34	173913,74	89035,92	85640,88	48553,08
	Beresiko Sedang	89199,00	85719,92	277746,97	315801,64	322755,66	303240,63
	Beresiko Tinggi	93,64	1,23	14366,50	61178,63	57653,57	113844,12
	Beresiko Sangat Tinggi				18,50	20,97	433,26
Resiko Banjir	Tidak Beresiko	462496,25	460591,77	459741,60	475123,52	469947,19	460740,56
	Beresiko Rendah	12215,55	13812,97	14117,09	853,48	6008,88	11842,59
	Beresiko Sedang	1437,63	1747,18	2219,28	191,03	248,81	3345,65
	Beresiko Tinggi	55,46	52,97	126,92	30,68		272,39
	Beresiko Sangat Tinggi				6,17		3,70



# Lanjutan

	Tingkat Resiko	Luas (Km2)					
		2000-2005	2005-2010	2010-2015	2015-2020	2020-2025	2025-2030
<b>Kekeringan</b>	Tidak Beresiko	232365,38	138099,92	32435,77	4722,89	148,66	4,43
	Beresiko Rendah	179118,64	261842,35	337985,98	325538,79	261425,70	141670,50
	Beresiko Sedang	53959,49	63625,67	91633,36	131905,31	191241,53	285378,46
	Beresiko Tinggi	627,57	2503,14	4015,97	3904,09	13252,73	38996,73
	Beresiko Sangat Tinggi					2,47	20,97
<b>Longsor</b>	Tidak Beresiko	232365,38	138099,92	32435,77	4722,89	148,66	4,43
	Beresiko Rendah	179118,64	261842,35	337985,98	325538,79	261425,70	141670,50
	Beresiko Sedang	53959,49	63625,67	91633,36	131905,31	191241,53	285378,46
	Beresiko Tinggi	627,57	2503,14	4015,97	3904,09	13252,73	38996,73
	Beresiko Sangat Tinggi					2,47	20,97

# ADAPTASI PERUBAHAN IKLIM DI SEKTOR SUMBERDAYA AIR

## ARAH KEBIJAKAN PEMBANGUNAN JANGKA PANJANG SEKTOR SUMBER DAYA AIR

- Pengelolaan SDA dilaksanakan dengan memperhatikan keserasian antara konservasi dan pendayagunaan, antara hulu dan hilir, antara pemanfaatan air permukaan dan air tanah, antara pengelolaan demand (permintaan) dan pengelolaan supply, serta antara pemenuhan kepentingan jangka pendek dan jangka Panjang
- Konservasi akan lebih diutamakan sehingga akan terjadi keseimbangan antara upaya untuk memenuhi kebutuhan jangka pendek dan upaya untuk memenuhi kebutuhan jangka panjang.



# LANJUTAN

- Pola hubungan hulu-hilir akan terus dikembangkan agar tercapai pola pengelolaan yang lebih berkeadilan serta rasionalisasi permintaan dan penggunaan air melalui demand management.
- Pengembangan dan penerapan pemanfaatan air permukaan dan air tanah untuk menciptakan sinergi dan menjaga keberlanjutan ketersediaan air tanah

# LANJUTAN

- Pendayagunaan sumber daya air untuk pemenuhan kebutuhan air irigasi difokuskan pada upaya peningkatan fungsi jaringan irigasi yang sudah dibangun tapi belum berfungsi, rehabilitasi pada areal irigasi berfungsi yang mengalami kerusakan, dan peningkatan kinerja operasi dan pemeliharaan, yang dilakukan hanya pada area yang ketersediaan airnya terjamin dan petani penggarapnya sudah siap, dengan prioritas area irigasi di luar Pulau Jawa.
- Pendayagunaan sumber daya air untuk pemenuhan kebutuhan air baku diprioritaskan pada pemenuhan kebutuhan pokok rumah tangga terutama di wilayah rawan/defisit air, wilayah tertinggal, dan wilayah strategis

# LANJUTAN

- Pemanfaatan air tanah untuk pemenuhan kebutuhan air baku akan dikendalikan dan sejalan dengan itu akan dilakukan upaya peningkatan penyediaan air baku dan air permukaan.
- Pengendalian daya rusak air terutama dalam hal penanggulangan banjir mengutamakan pendekatan non-konstruksi melalui konservasi sumberdaya air dan pengelolaan daerah aliran sungai dengan memperhatikan keterpaduan dengan tata ruang wilayah.
- Pengamanan pantai-pantai dari abrasi terutama dilakukan pada daerah perbatasan, pulau-pulau kecil serta pusat kegiatan ekonomi

# LANJUTAN

- Peningkatan partisipasi masyarakat dan kemitraan di antara pemangku kepentingan terus diupayakan tidak hanya pada saat kejadian banjir, tetapi juga pada tahap pencegahan serta pemulihan pasca bencana. Penanggulangan banjir diutamakan pada wilayah berpenduduk padat dan wilayah strategis
- Pengembangan dan pengelolaan sumber daya air juga dilakukan dengan penataan kelembagaan melalui pengaturan kembali kewenangan dan tanggung jawab masing-masing pemangku kepentingan

# DI MASA DEPAN TERDAPAT ANCAMAN BAHAYA PERUBAHAN IKLIM TERHADAP SEKTOR AIR

- penurunan ketersediaan air,
- kekeringan,
- banjir,
- tanah longsor,
- intrusi air laut.

# ISU STRATEGIS SEKTOR AIR

- keseimbangan air antara ketersediaan dan kebutuhan air (neraca air) yang harus senantiasa terjaga baik temporal maupun spasial dengan prioritas pada penyediaan kebutuhan air sehari-hari penduduk;
- pengurangan kerentanan dan risiko bahaya banjir, kekeringan, dan tanah longsor;
- penemuan solusi yang sinergis untuk isu lintas sektoral, terutama isu air dengan pertanian, energi, industri, kesehatan, dan kehutanan;

# LANJUTAN

- infrastruktur keairan yang memadai dan penyediaan sumber-sumber air alternatif pada daerah khusus;
- konservasi air berbasis peran serta masyarakat dan revitalisasi kearifan lokal;
- manajemen SDA terpadu; dan
- database, teknologi, dan riset SDA terkait perubahan iklim.



# ADAPTASI PERUBAHAN IKLIM SEKTOR SDA

Arah kebijakan adaptasi SDA ditujukan untuk mengurangi potensi dampak dari bahaya akibat perubahan iklim dan kerentanan terkait sektor air

- Melaksanakan kajian bahaya, kerentanan, dampak perubahan iklim pada sektor SDA yang lebih rinci;
- meningkatkan kapasitas data dan informasi SDA, meliputi ketersediaan, kebutuhan, sumber, dan cara penduduk memperoleh air; melalui pemutakhiran, peningkatan, penyediaan dan akses masyarakat terhadap data dan informasi SDA;

# LANJUTAN

- meningkatkan kapasitas sumber air guna meningkatkan keadaan penyediaan air;
- meningkatkan atau menerapkan konsep conjunctive use (penggunaan secara bijak antara air tanah dan air permukaan) pada daerah yang potensi air permukaannya kurang;
- meningkatkan penyediaan serta akses masyarakat terhadap data dan informasi tentang bencana terkait air dan perubahan iklim seperti banjir, kekeringan, dan tanah longsor,
- pengaturan (regulasi) lebih lanjut dari UU SDA di tingkat nasional dan daerah yang mempertimbangkan isu perubahan iklim;

# LANJUTAN

- menetapkan atau mengamankan daerah atau tangkapan air atau perlindungan kawasan lindung sumber air
- sosialisasi dan kampanye adaptasi perubahan iklim sektor air.

# PROGRAM UNGGULAN DALAM RANGKA ADAPTASI PERUBAHAN IKLIM SEKTOR AIR

- Kajian Kerentanan dan Risiko Perubahan Iklim sektor air Tingkat Regional dan Kawasan Strategis
- Peningkatan Kapasitas Tampungan dan Infrastruktur Air untuk Pemantapan Neraca Sumber Daya Air dan Pencegahan Bencana Air.
- Peningkatan Ketersediaan Air pada Kawasan sangat Rentan melalui Teknologi Tepat Guna dan Pengembangan Sumber-sumber Air Setempat.

# LANJUTAN

- Peningkatan Konservasi Sumber Daya Air dan Pengurangan Intensitas Bahaya dan Bencana Perubahan Iklim
- Revitalisasi Kearifan Lokal, Peningkatan Kapasitas dan Peranserta Masyarakat dalam Adaptasi Perubahan Iklim sektor Air.

# Program Prioritas untuk Adaptasi Tahap I (2010-2015)

Dengan berlandaskan pada hasil kajian kerentanan maka program prioritas untuk adaptasi pada tahap I difokuskan pada wilayah tertentu dengan mengacu pada wilayah, yaitu Jawa: BBWS Bengawan Solo dan Pemali Juwana; Sumatera: BWS Sumatera I dan Mesuji Sekampung; Kalimantan: BWS Kalimantan II; Sulawesi: BWS Pompengan dan Jeneberang; Nusatenggara: BWS Nusatenggara I; Maluku: BWS Maluku dan Papua: BWS. Program prioritas tersebut adalah sebagai berikut:

# Program Prioritas untuk Adaptasi Tahap II (2015-2020)

Dengan berlandaskan pada hasil kajian kerentanan maka program prioritas untuk adaptasi pada tahap II difokuskan pada wilayah tertentu dengan mengacu pada wilayah, yaitu Jawa: BBWS Brantas dan Ciliwung-Cisedane; Sumatera: BWS Sumatera II dan V; Kalimantan: BWS Kalimantan III; Sulawesi: BWS Sulawesi II; Nusatenggara: BWS Nusatenggara II; Maluku: BWS Maluku dan Papua: BWS Papua. Program prioritas tersebut ini adalah sebagai berikut:



# Program Prioritas untuk Adaptasi Tahap III (2021-2025)

Dengan berlandaskan pada hasil kajian kerentanan maka program prioritas untuk adaptasi pada tahap III difokuskan pada wilayah tertentu dengan mengacu pada wilayah, yaitu Jawa: BBWS Serayu-Opak, Cimanuk-Cisanggarung dan BBWS Bali; Sumatera: BWS Sumatera IV dan VI; Kalimantan: BWS Kalimantan I; dan Sulawesi: BWS Sulawesi . Program prioritas tersebut ini adalah sebagai berikut:

# Program Prioritas untuk Adaptasi Tahap IV (2026-2030)

Dengan berlandaskan pada hasil kajian kerentanan maka program prioritas untuk adaptasi pada tahap IV difokuskan pada wilayah tertentu dengan mengacu pada wilayah, yaitu Jawa: BBWS Citarum-Citanduy dan Cidanau-Ciujung-Cidurian; Sumatera: **BBWS Sumatera VIII** dan BWS Sumatera III; Kalimantan: BWS Kalimantan I; dan Sulawesi: BWS Sulawesi. Program prioritas tersebut ini adalah sebagai berikut:

# PERMASALAHAN BANJIR DAN UPAYA MENGATASINYA

# PERMASALAHAN BANJIR

## ❑ Kondisi alam (statis)

- ❖ Geografi
- ❖ Topografi
- ❖ Geometri alur sungai : kemiringan dasar, belokan sungai dll

## ❑ Peristiwa alam (dinamis)

- ❖ Curah hujan
- ❖ Pembendungan akibat pasang surut
- ❖ Amblesnya tanah
- ❖ Erosi dan sedimentasi

# LANJUTAN

## □ manusia (dinamis)

- ❖ Pertumbuhan penduduk
- ❖ Penggunaan ruang yang tidak sesuai
- ❖ Kapasitas saluran yang tidak memadai
- ❖ Sampah
- ❖ Prasarana pengendali banjir yang terbatas
- ❖ kenaikan muka air laut akibat “*global warming*”

# KOTA2 YANG SEBAGIAN/KESELURUHAN BERADA DI DATARAN BANJIR

NO	KOTA	SUNGAI
1	JAKARTA	Kamal, Tanjungan, Angke, Pesanggrahan, Sekretaris, Grogol, Krukut, Cideng, Ciliwung, Cipinang, Sunter, Buaran, Jatikramat, Cakung
2	SEMARANG	Kali Garang/Kali Semarang
3	BANDUNG SELATAN	Sungai Citarum Hulu
4	SURABAYA	Kali Brantas
5	PALEMBANG	Sungai Musi
6	PADANG	Batang Arau, Batang Kuranji, Batang Air Dingin,
7	PEKANBARU	Sungai Siak
8	JAMBI	Sungai Batanghari
9	MEDAN	Sungai Belawan, Deli, Babura, Percut, Kera
10	BANDA ACEH	Krueng Aceh
11	PONTIANAK	Sungai Kapuas
12	BANJARMASIN	Sungai Barito
13	SAMARINDA	Sungai Mahakam
14	MAKASSAR	Sungai Jeneberang

# MASALAH TEKNIS

- Dataran banjir berkembang/dikembangkan menjadi kawasan budidaya: permukiman/perkotaan, industri, pertanian, dsb tanpa mempertimbangkan adanya resiko tergenang banjir.
- Sehubungan kondisi diatas, kawasan yang mengalami masalah banjir meluas dari tahun ke tahun
- Terjadinya perubahan pola banjir (debit banjir semakin membesar); menurunkan kinerja sistem pengendali banjir yang ada (contoh: q-100 tahunan sungai ciliwung di manggarai: 370 m<sup>3</sup>/dt pada th 1973 (nedeco) menjadi 570 m<sup>3</sup>/dt pada th 1996 (jica)



# LANJUTAN

- Upaya struktur/sistem pengendali banjir dan drainase hanya untuk mengendalikan banjir s/d besaran banjir tertentu (sistem pengendali banjir dengan debit banjir rencana 5-100 tahunan, dan sistem drainase 2-10 tahunan), dan bukan banjir yang terbesar. Sistem yg ada pada umumnya belum disiapkan untuk mengantisipasi terjadinya debit banjir yang lebih besar dalam rangka *flood damage management*, termasuk sop-nya

# LANJUTAN

- Perencanaan dan pengoperasian sistem pengendali banjir termasuk prakiraan dan peringatan dini tidak tepat dan akurat akibat terbatasnya data dan informasi yang benar dan berlanjut
- Karakter sungai yang spesifik dan dinamis serta terbatasnya litbang untuk menunjang perekayasaan di bidang ini menimbulkan hasil rekayasa yang kurang efektif dan efisien
- Kinerja sistem pengendali banjir semakin menurun akibat terbatasnya kegiatan O&P, pemantauan, serta terjadinya perubahan pola banjir

# MASALAH NON TEKNIS

- Belum terdapat kesamaan persepsi dan pengertian di kalangan stakeholders (pemerintah, masyarakat/IsM, swasta) menyangkut banjir, masalah banjir dan upaya mengatasinya sehingga mengakibatkan kontra produktif terhadap pencapaian tujuan penanganan masalah.
- Belum difahaminya fenomena alam yang dinamis menimbulkan terjadinya kerancuan, kesalah fahaman, simpang siur dan *misleading* yang antara lain dapat memicu timbulnya *class action*. Beberapa istilah dan pengertian yang ada di masyarakat rancu a.L: perioda ulang banjir, peil banjir, bebas banjir, banjir kiriman, dsb.

# LANJUTAN

- Masyarakat di dataran banjir belum memahami dan menyadari adanya resiko tergenang banjir yang bisa terjadi kapan saja
- Masyarakat belum memahami kinerja sistem pengendali banjir dan drainase yang terbatas, sehingga terjadi *over confidence* dan *over investment* pembangunan di dataran banjir, serta tidak siap menghadapi bencana yang masih bisa terjadi (pada saat sistem tidak berfungsi akibat rusak dan/atau lumpuh karena kapasitasnya terlampaui)

# LANJUTAN

- SOP/manual penanggulangan banjir (*flood fighting*) termasuk tanggap darurat (*emergency actions*) masih rancu; demikian pula mekanisme koordinasi dan peran setiap stakeholders belum jelas
- Terdapat potensi konflik antar daerah sehubungan dengan batas administrasi yang berbeda dengan batas das/dps atau wilayah sungai. Belum ada pengaturan yang jelas yang dikaitkan dengan pelaksanaan otonomi daerah, antara pemanfaatan di hilir dan konservasi di hulu.

## LANJUTAN

- Pembangunan prasarana dan sarana fisik pengendali banjir belum diikuti dengan pembentukan institusi pengelola yang bersifat permanen dengan sumber dana O&P yang jelas
- Penggalian dana O&P prasarana dan sarana fisik dari penerima manfaat belum dilakukan; kemungkinan akan mengalami kesulitan karena prasarana dan sarana tidak dapat menjamin bebas banjir

# LANJUTAN

- Dominasi pemerintah dengan penanganan fisiknya telah mengikis budaya kemandirian dan gotong royong di kalangan masyarakat, dan sebaliknya telah menimbulkan apatisme, ketergantungan dan bahkan sering muncul pernyataan tidak puas dan protes dari masyarakat
- Kesadaran masyarakat dalam ikut mengatasi masalah banjir masih rendah; contoh permukiman di bantaran, permukiman yang sempitkan sungai, sampah, tanaman/rumah di tubuh tanggul, dsb
- Penegakan hukum dan pengawasan belum berjalan dengan baik



# UPAYA MENGATASI BANJIR

## □ Upaya struktural

- Pembuatan tanggul (mencegah meluapnya air)
- Merendahkan elevasi muka air banjir (normalisasi, sudetan, banjir kanal, interkoneksi)
- Memperkecil debit banjir (waduk)
- Mengurangi genangan banjir (folder, pompa, sistem drainase)



Berdasarkan debit banjir rencana (*design flood*)

# LANJUTAN

## ☐ Upaya non struktural

- Pengelolaan dataran banjir (flood plain/risk management)
- Flood proofing terhadap bangunan
- Tata ruang, penghijauan/reboisasi
- Retention & detention pond
- Penegakan hukum
- Manajemen sampah

# LANJUTAN

- Penetapan sempadan sungai
- Informasi publik dan penyuluhan
- Pengentasan kemiskinan
- Perkiraan banjir dan peringatan dini
- Penanggulangan banjir (flood fighting) dan evakuasi
- Relokasi

# FENOMENA EL NINO & LA NINA

# PENGERTIAN

- El nino berasal dari Bahasa Spanyol yang artinya anak laki-laki sedangkan La nina artinya anak perempuan
- El nino adalah suatu kondisi dimana meningkatnya suhu permukaan laut di samudra pasifik yang berdampak berkurangnya curah hujan di Indonesia
- La nina merupakan kebalikan dari el nino dan berdampak meningkatnya curah hujan di Indonesia

# DAMPAK PEMANASAN GLOBAL

- Siklus normal el nino dan la nina berkisar 2-7 tahun
- Dampak pemanasan global dan perubahan iklim terhadap siklus fenomena el nino dan la nina semakin pendek 2-3 tahun

# MENENTUKAN EL NINO DAN LA LINA

- Indikator yang digunakan untuk mengetahui fenomena el nino dan la nina saat ini adalah SOI (southern Oscillation Index) yaitu suatu metode yang dikembangkan oleh badan meteorologi Australia

Southern oscillation index (SOI) adalah index yang didasarkan pada perbedaan pengamatan tekanan udara pada permukaan laut di Tahiti dan Darwin (Australia)





# LANJUTAN

$$SOI = 10 \frac{(P_{diff} - P_{diffav})}{SD(P_{diff})}$$

$P_{diff}$  = (Tekanan udara rata-rata Thiti) – (tekanan udara rata-rata Darwin)

$P_{diffav}$  = rata-rata  $P_{diff}$  pada bulan yang ditanyakan

$SD(P_{diff})$  = standar deviasi  $P_{diff}$  pada bulan yang ditanyakan

Pengkalian dengan 10 adalah sebuah pembulatan. Menggunakan pembulatan berarti nilai SOI berkisar antara -35 sampai +35, jadi nilai SOI dapat dinyatakan dalam angkut bulat.

# LANJUTAN

SOI yang bernilai negatif selama 3 bulan berturut-turut, dengan nilai SOI di bawah -7 mengindikasikan terjadinya El Nino.

SOI bernilai negatif biasanya diikuti dengan kenaikan suhu di Pasifik bagian tengah dan timur, penurunan kekuatan angin pasat dan pengurangan intensitas hujan di daerah sekitar bagian barat Pasifik (Indonesia dan Australia).

SOI bernilai positif selama 3 bulan berturut-turut dengan nilai SOI diatas + 7 menunjukkan keadaan La Nina. Ditandai dengan menguatnya angin pasat di samudera Pasifik dan meningkatnya suhu di utara Australia dan Indonesia bagian Timur.

# LANJUTAN

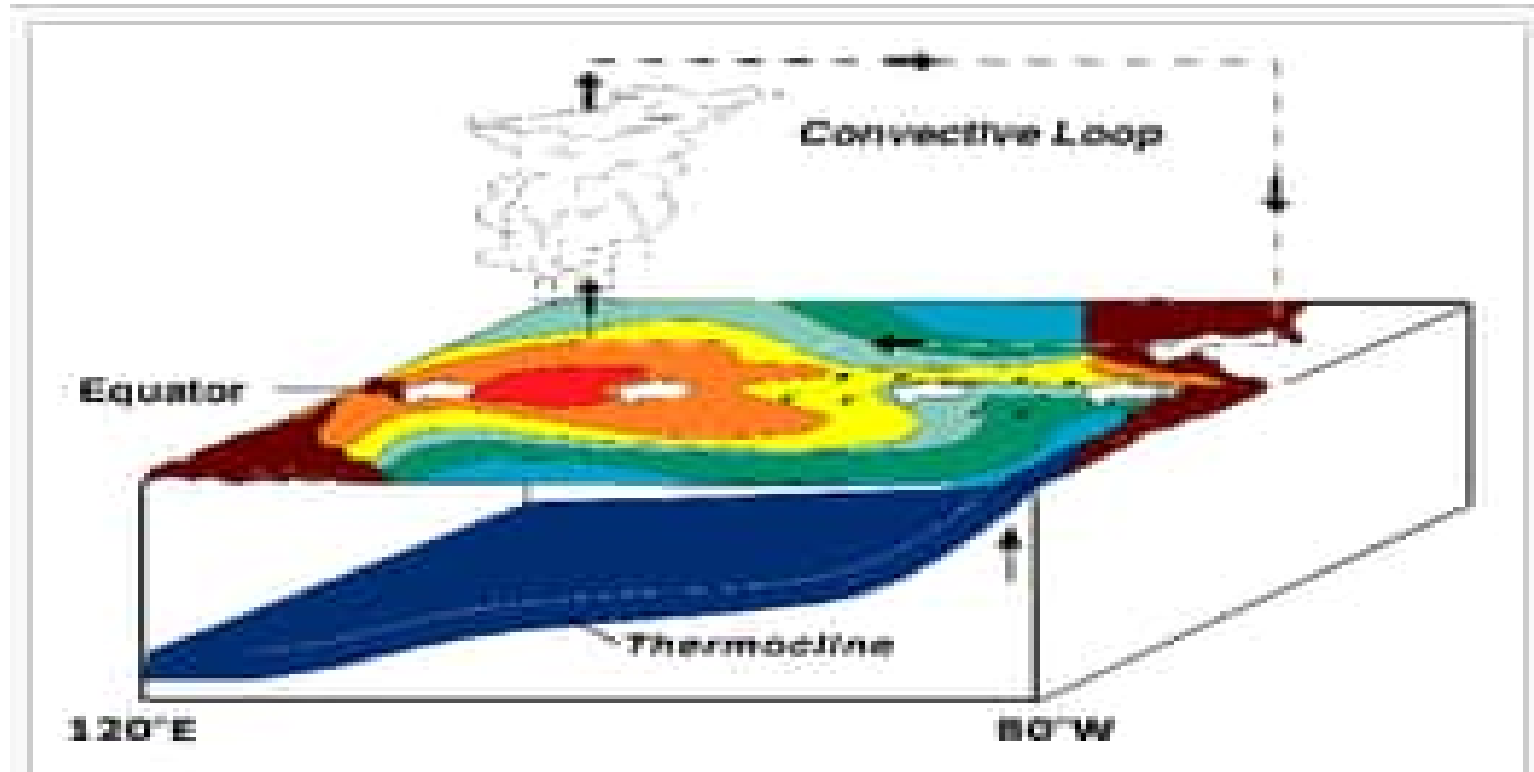
**Angin pasat** adalah angin yang bertiup tetap sepanjang tahun dari daerah subtropis menuju ke daerah equator (khatulistiwa). Terdiri dari Angin Pasat Timur Laut bertiup di belahan bumi Utara dan Angin Pasat Tenggara bertiup di belahan bumi Selatan



# LANJUTAN

- El nino kuat nilai SOI dibawah -10 selama 6 bulan
- El nino lemah nilai SOI -5 hingga -10 selama 6 bulan
- Normal jika Nilai SOI antara -5 hingga +5 selama 6 bulan
- La nina lemah nilai SOI +5 hingga +10 selama 6 bulan
- La nina kuat jika nilai SOI diatas +10 selama 6 bulan

# METEOROLOGIS (NORMAL)

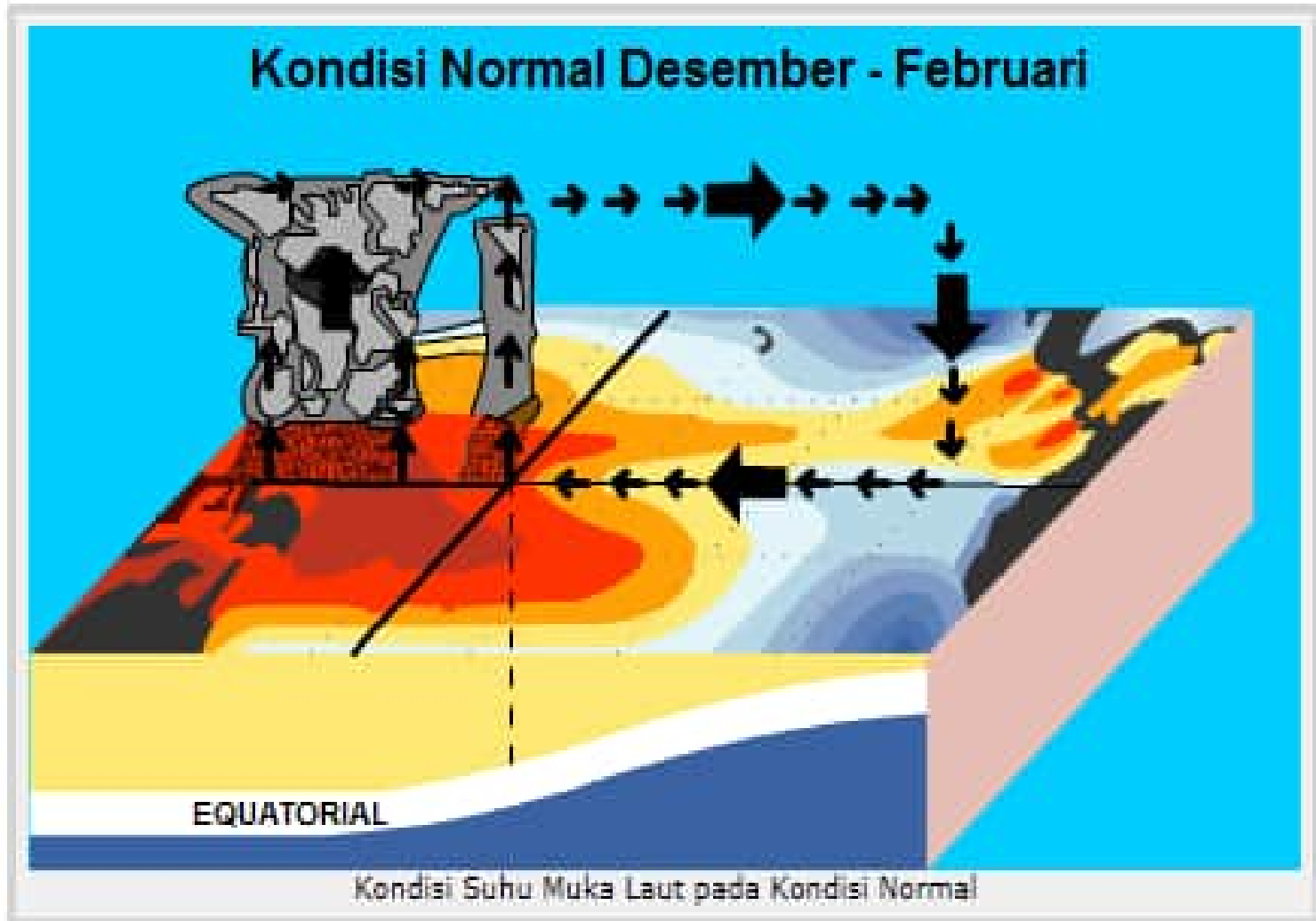


Normal Pacific pattern. Equatorial winds gather warm water pool toward west. Cold water upwells along South American coast. (NOAA / PMEL / TAO)

# LANJUTAN

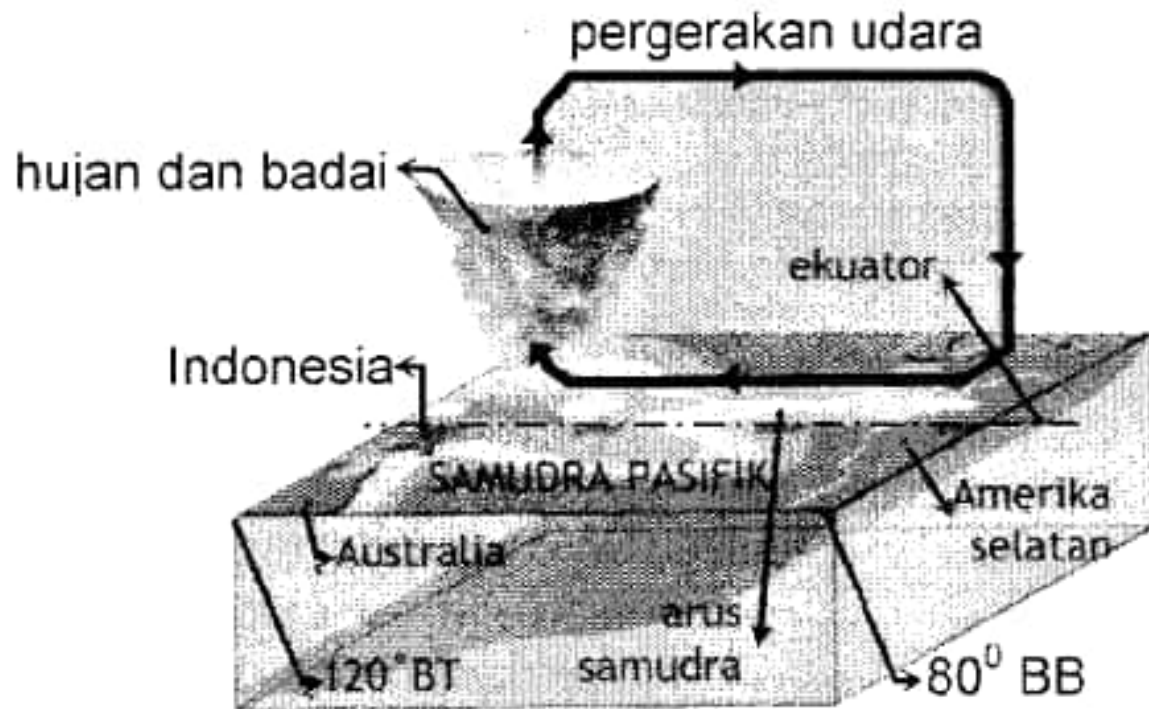
- Pada kondisi normal, arus laut biasanya mengalir dari Timur ke Barat, yaitu dari Amerika menuju Asia
- Hal ini menyebabkan terbentuknya kumpulan air hangat di sekitar kepulauan di Indonesia yang menyebabkan curah hujan tinggi.

# LANJUTAN

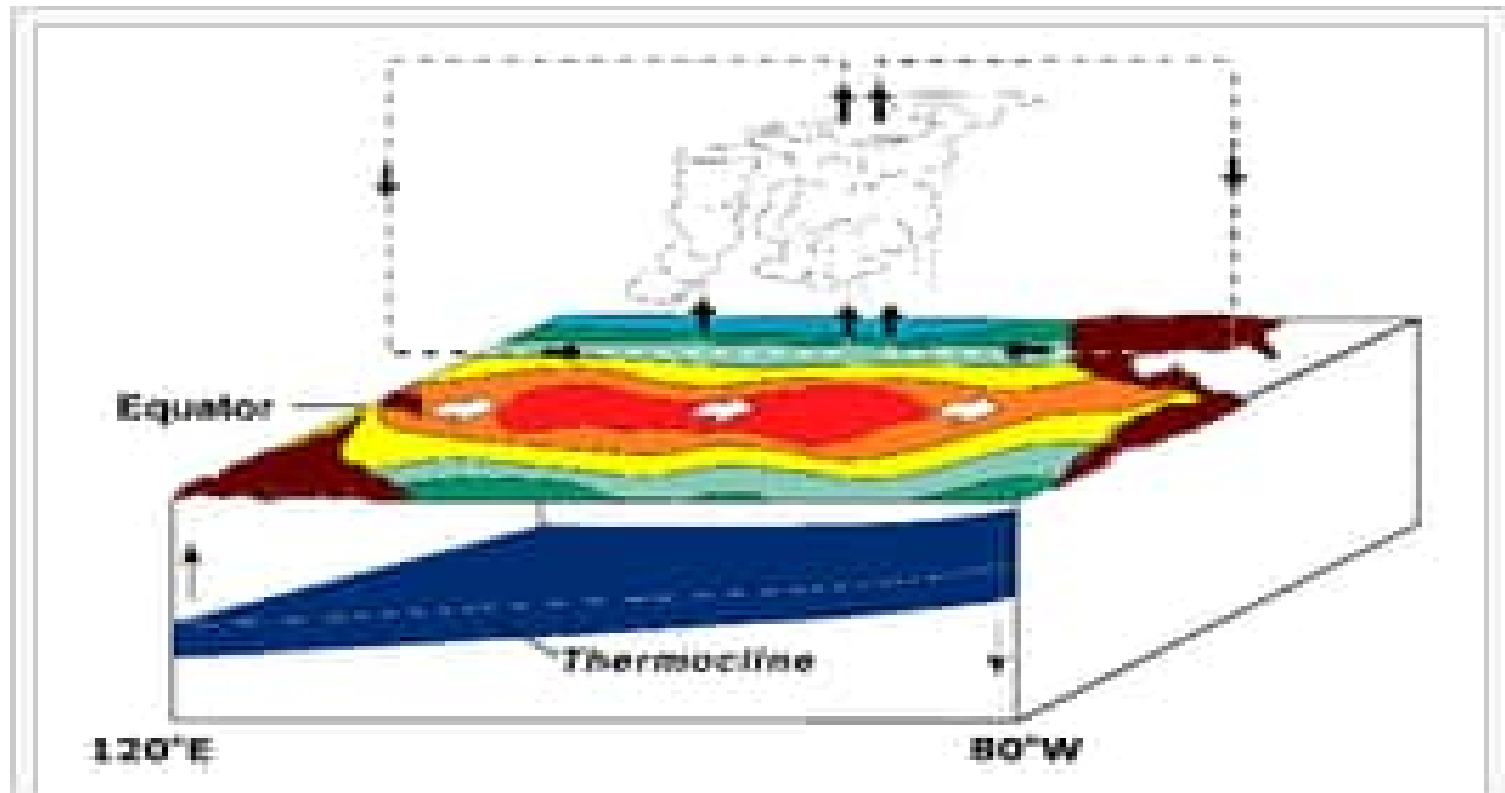




# LANJUTAN

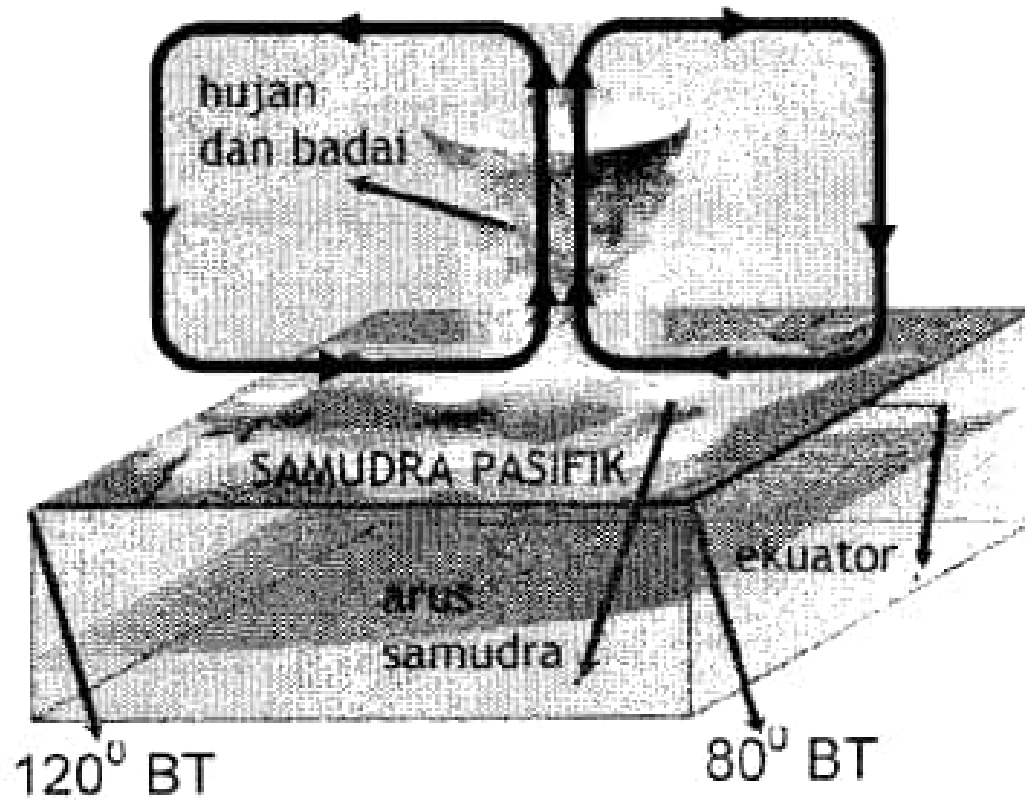


# EL NINO



El Niño Conditions. Warm water pool approaches South American coast. Absence of cold upwelling increases warming.

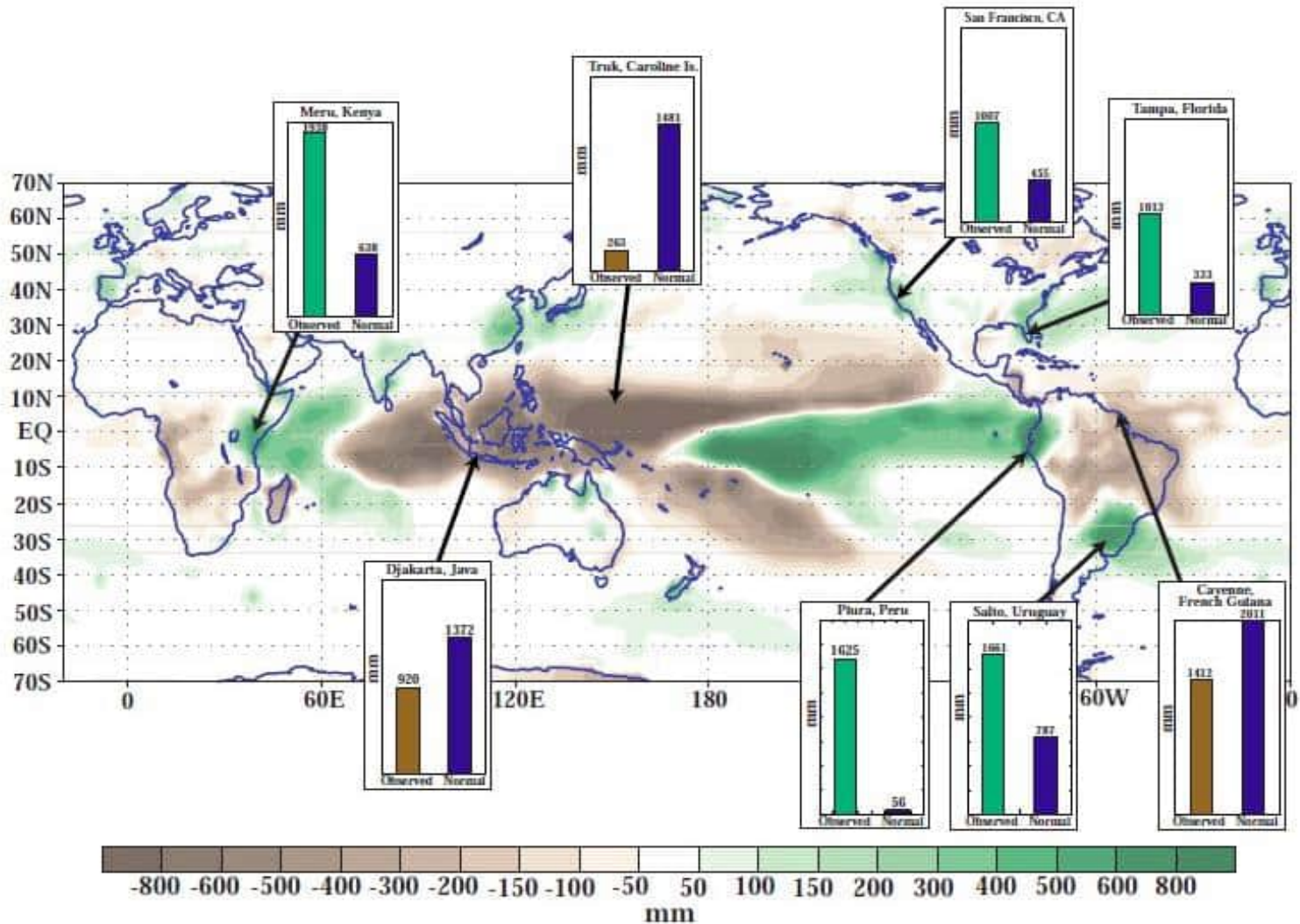
# EL NINO



# LANJUTAN

- El Nino menyebabkan meningkatnya curah hujan dan badai di Amerika Utara dan Selatan termasuk angin topan dan tornado, sekaligus kemarau panjang di Australia dan Indonesia (Morris, 2004)

# PENURUNAN HUJAN AKIBAT EL NINO



# PENGARUH EL NINO

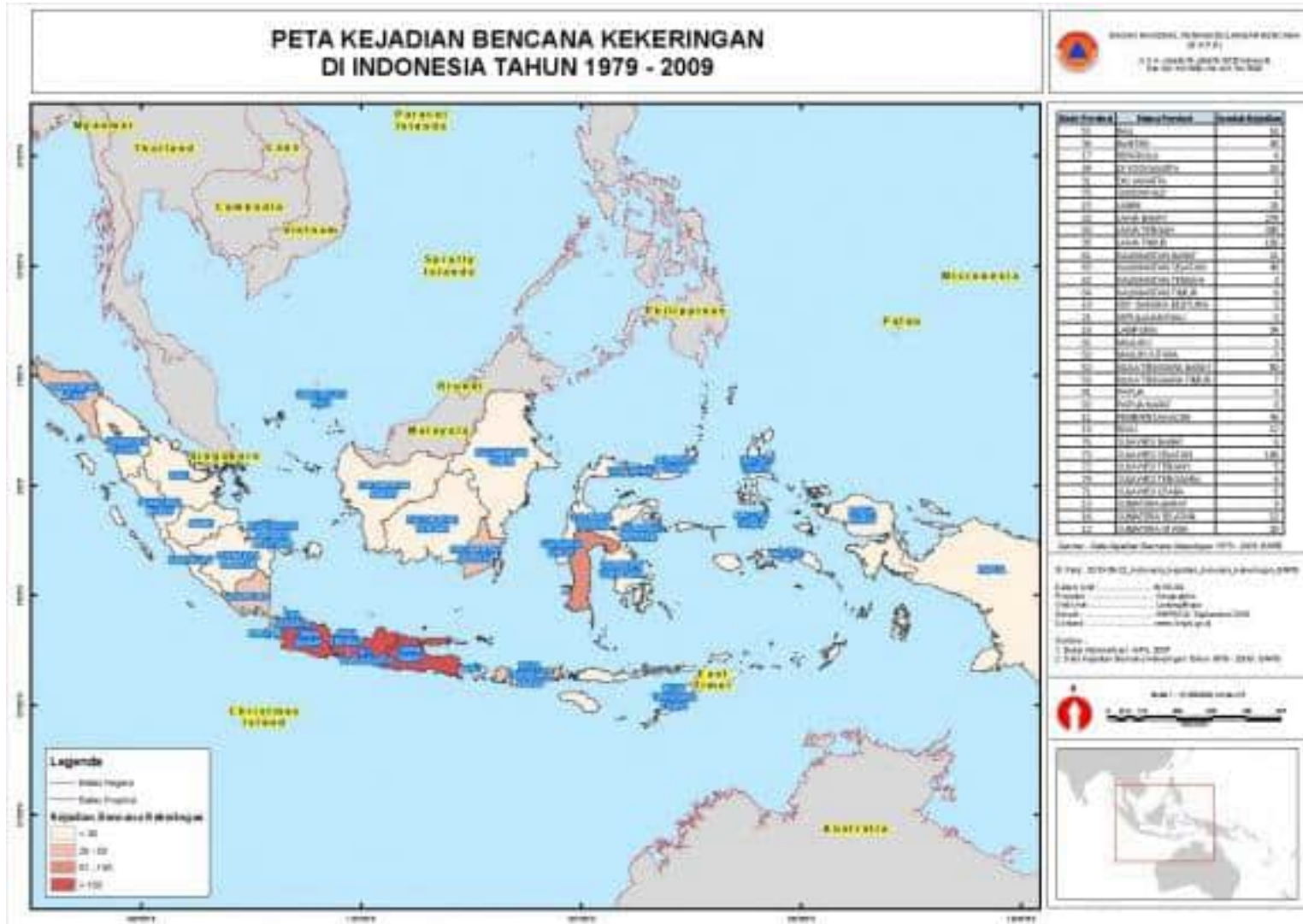
- akhir musim kemarau dan awal musim hujan mundur dari normal
- curah hujan musim kemarau turun tajam dibanding normal
- deret hari kering semakin panjang, khususnya di daerah Indonesia bagian Timur

# ANCAMAN KEKERINGAN





# KEKERINGAN MASA LALU

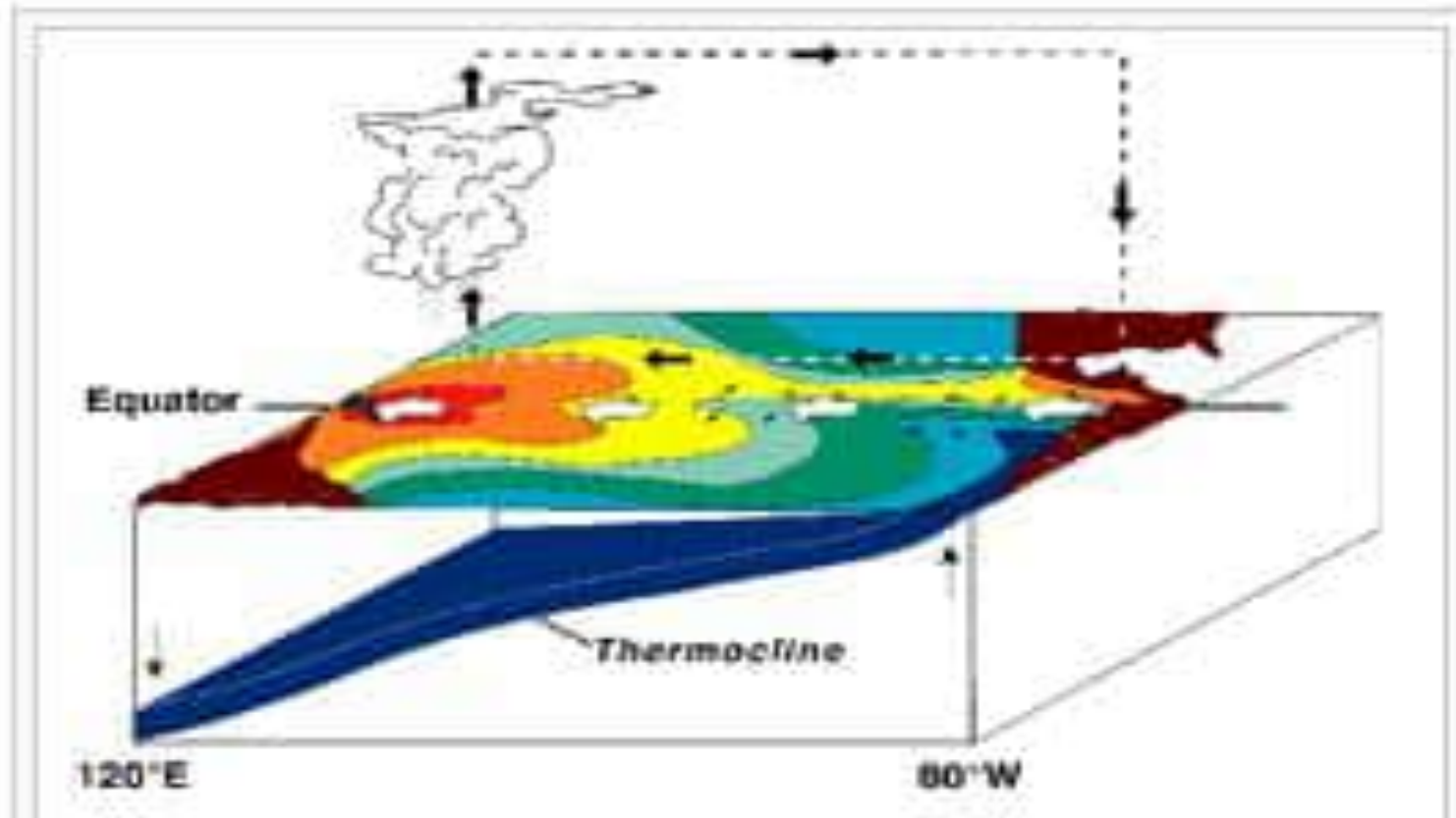




# DAMPAK KEKERINGAN

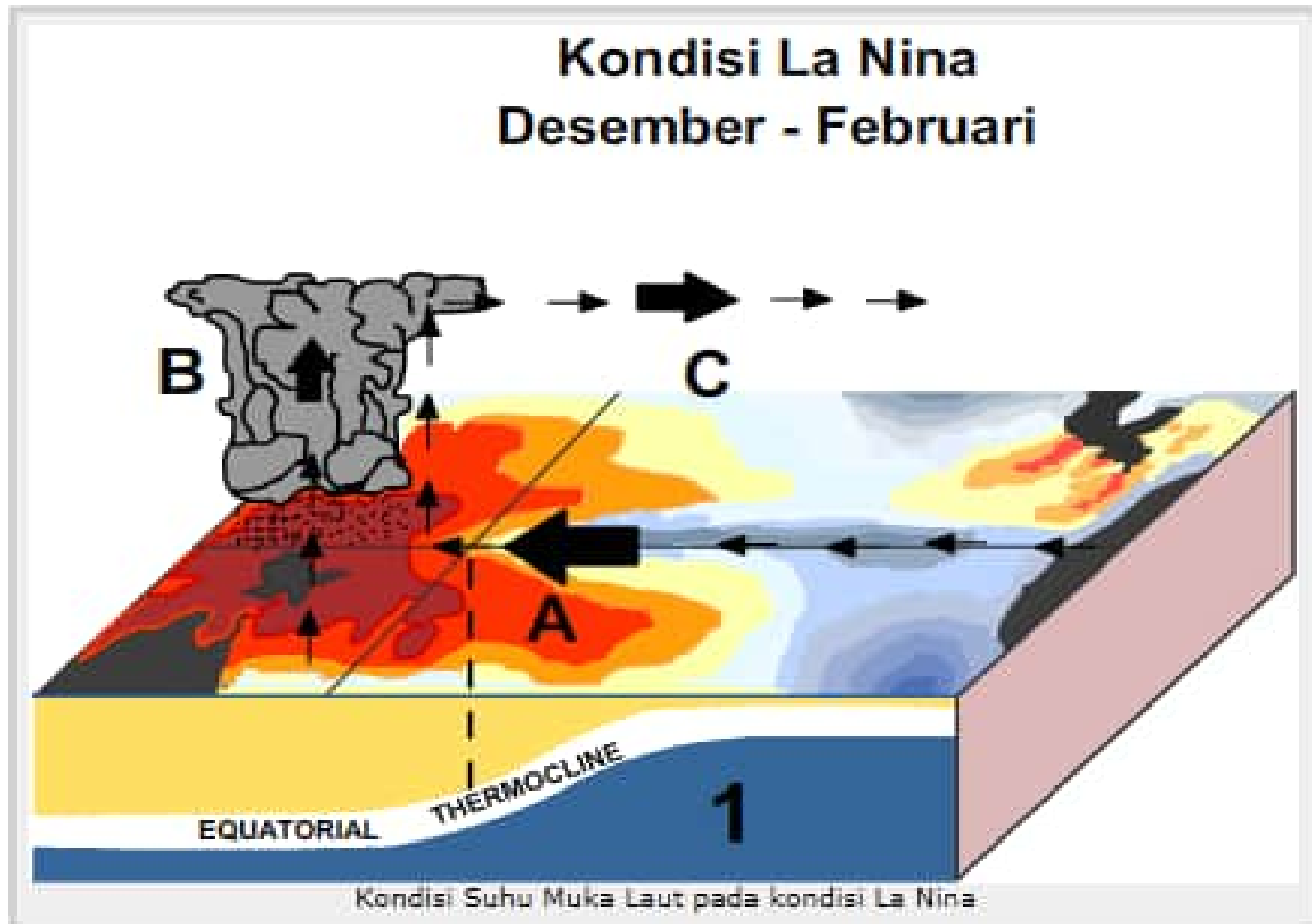
- Kekeringan akan berdampak pada kehidupan manusia, tanaman serta hewan.
- Kekeringan menyebabkan tanaman akan mati dan tanah menjadi gundul yang pada musim hujan menjadi mudah tererosi dan banjir.
- Dampak dari bahaya kekeringan mengakibatkan bencana berupa hilangnya bahan pangan akibat tanaman pangan dan ternak mati, petani kehilangan mata pencaharian, banyak orang kelaparan, sehingga berdampak terjadinya urbanisasi.

# LA NINA



La Niña Conditions. Warm water is farther west than usual.

# LANJUTAN



# PENGARUH LA NINA



# PENGARUH LA NINA

- Fenomena La Nina menyebabkan curah hujan di sebagian besar wilayah Indonesia bertambah, bahkan sangat berpotensi menyebabkan terjadinya banjir. Peningkatan curah hujan ini sangat tergantung dari intensitas La Nina tersebut. Namun karena posisi geografis Indonesia yang dikenal sebagai benua maritim, maka tidak seluruh wilayah Indonesia dipengaruhi oleh fenomena La Nina.



# KONSERVASI, PENDAYAGUNAAN DAN PENGUSAHAAN SDA

# ASPEK KONSERVASI SDA

# UU NO 7 TAHUN 2004

Perlindungan dan pelestarian sumber air

Pengawetan air

Pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air



# DEFINISI MENURUT PP NO 42 2008

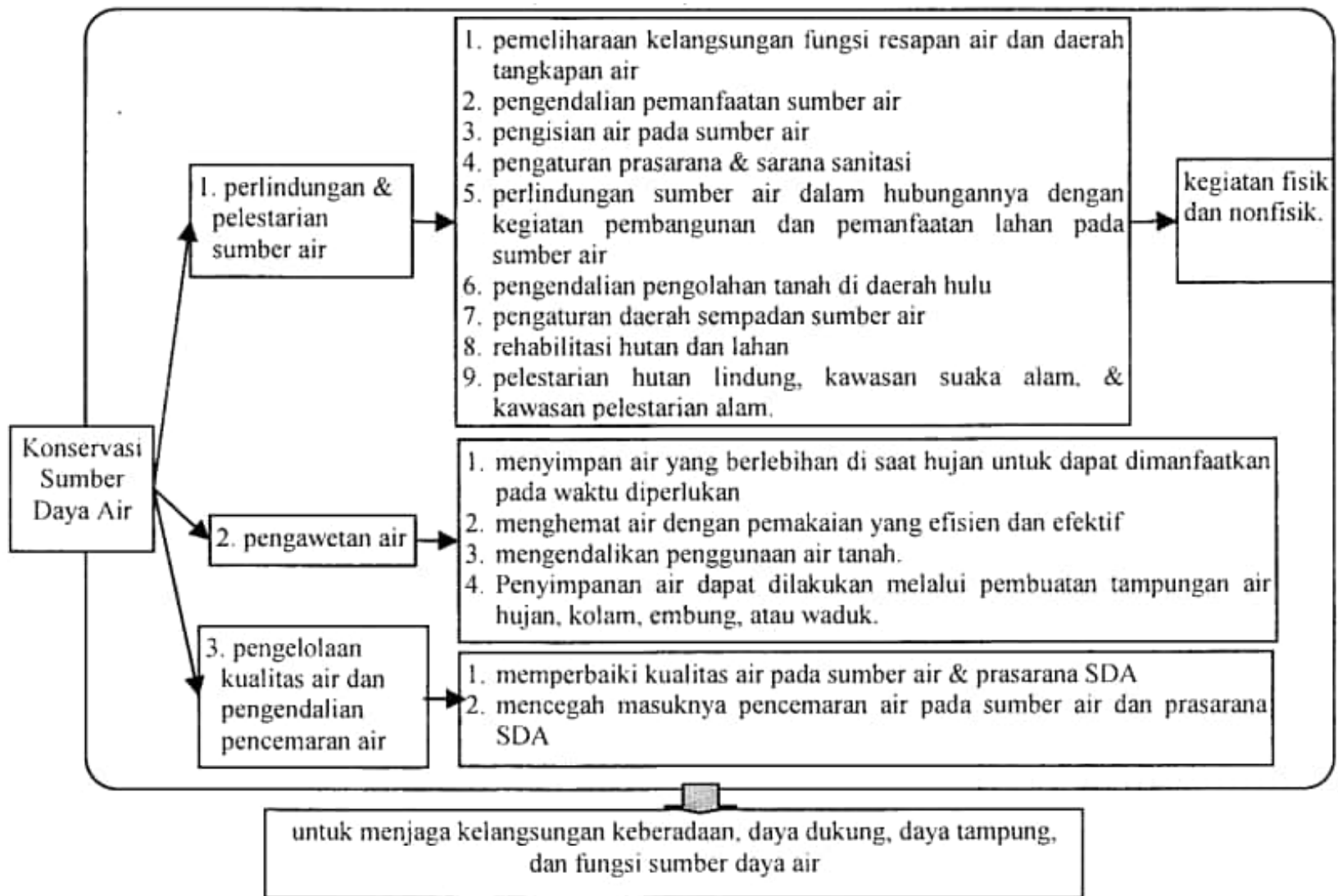
Perlindungan sumber air adalah upaya pengamanan sumber air dari kerusakan yang ditimbulkan baik akibat tindakan manusia maupun faktor alam

Pengawetan air adalah upaya pemeliharaan keberadaan dan ketersediaan air atau kuantitas air agar tersedia sesuai dengan fungsi dan manfaatnya

## LANJUTAN

Pengelolaan kualitas air adalah upaya mempertahankan dan memulihkan kualitas air yang masuk dan yang berada di sumber air

Zone pemanfaatan sumber air adalah ruang pada sumber air yang dialokasikan, baik sebagai fungsi lindung maupun pada fungsi budidaya



# A. PERLINDUNGAN DAN PELESTARIAN SUMBER AIR

1. Pemeliharaan kelangsungan fungsi resapan air dan daerah tangkapan air
  - a. Dilakukan pada kawasan yang ditetapkan yang menjadi acuan rencana tata ruang wilayah (menteri terkait dan/atau pemerintah daerah)
    - Menetapkan kawasan yang berfungsi sebagai daerah resapan dan tangkapan air
    - Menetapkan peraturan untuk pelestarian fungsi resapan dan daerah tangkapan air

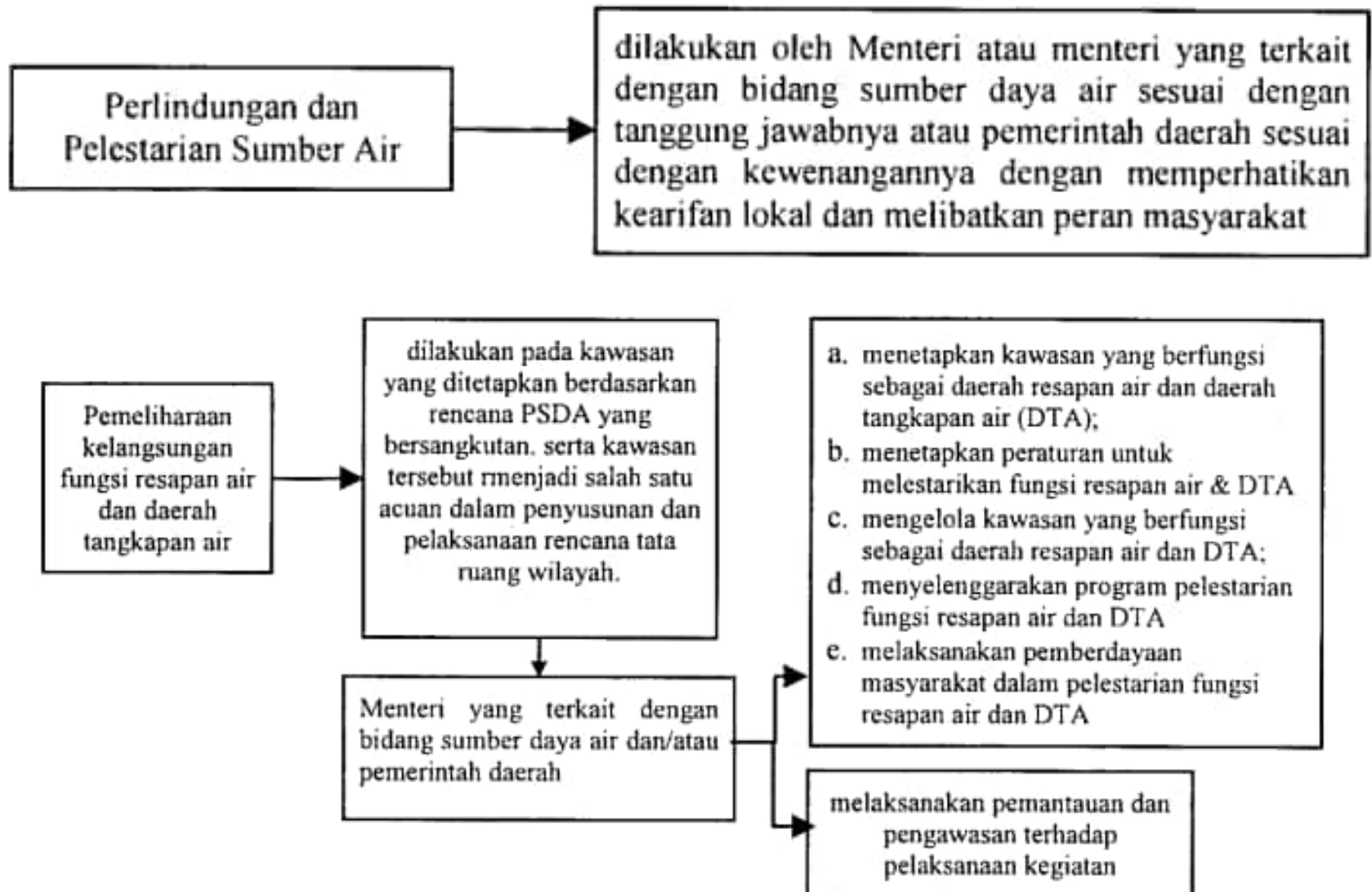
# LANJUTAN

Mengelola kawasan yang berfungsi sebagai daerah resapan dan tangkapan air

Menyelenggarakan program pelestarian fungsi resapan dan tangkapan air

Melakukan pemberdayaan masyarakat dalam pelestarian fungsi resapan dan tangkapan air

# PEMELIHARAAN KELANGSUNGAN FUNGSI RESAPAN AIR DAN DAERAH TANGKAPAN AIR

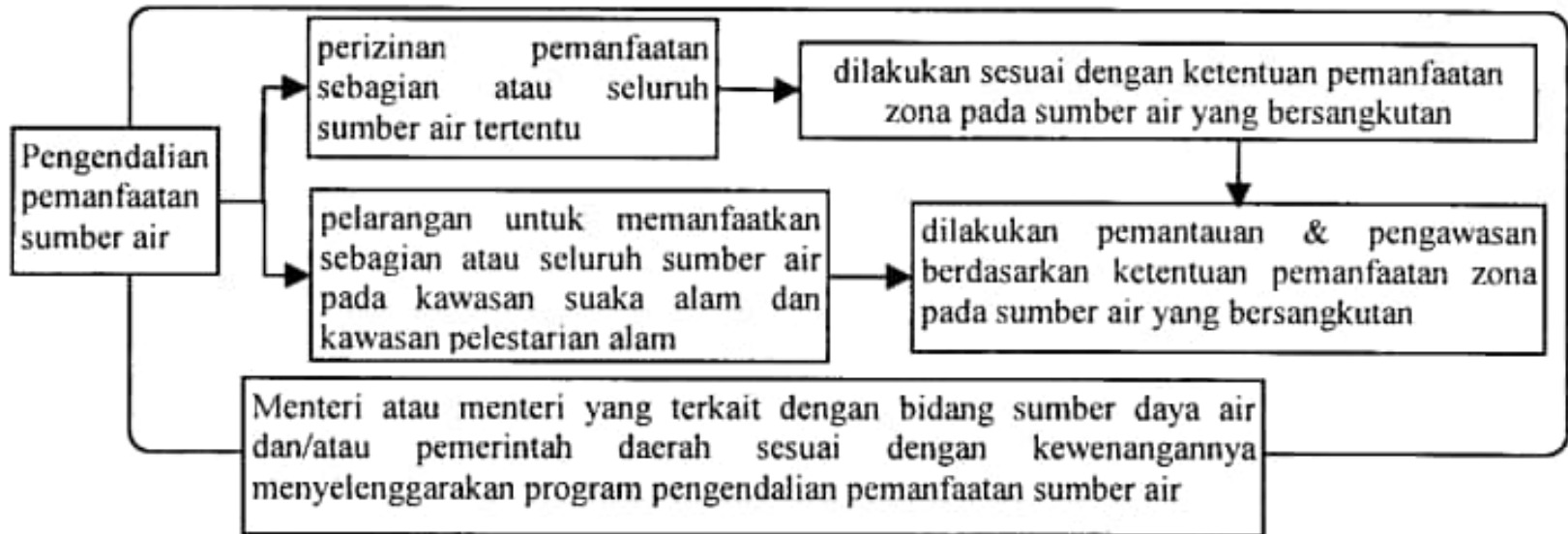


# LANJUTAN

## b. pengendalian pemanfaatan sumber air

- Perizinan pemanfaatan sebagian atau seluruh sumber air tertentu (sesuai ketentuan pemanfaatan zone pada sumber air tertentu)
- Pelarangan pemanfaatan sebagian atau seluruh sumber air pada kawasan suaka alam dan pelestarian alam (pemantauan & pengawasan berdasarkan ketentuan pemanfaatan zone pada sumber air tertentu)

# PENGENDALIAN PEMANFATAN SUMBER AIR





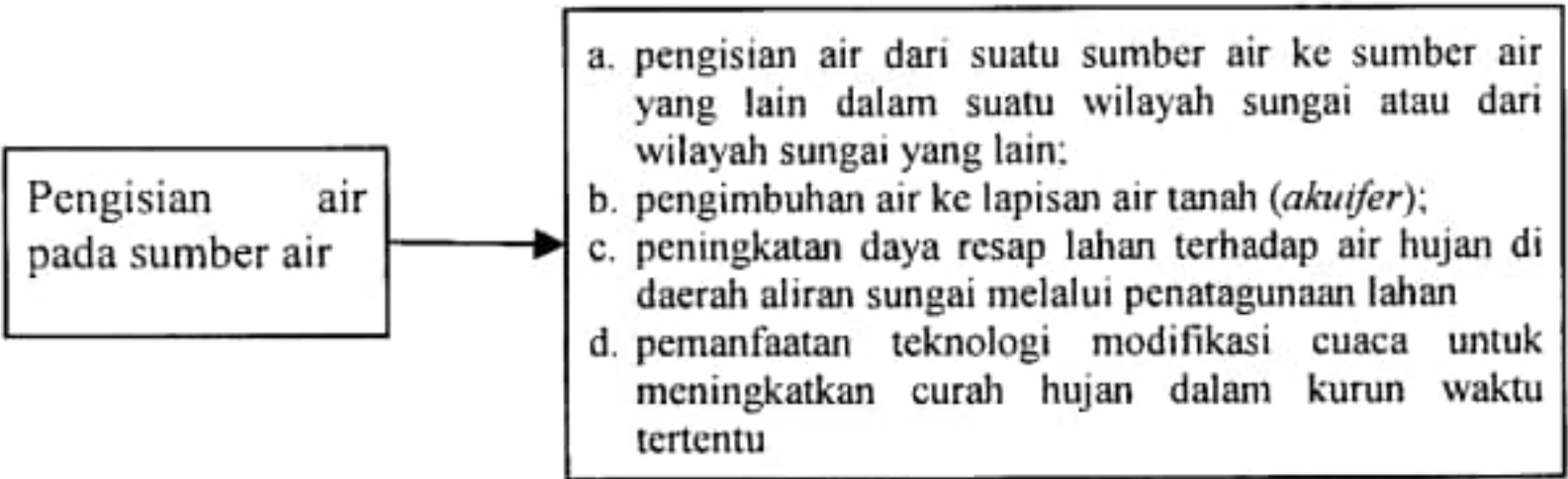
# LANJUTAN

## c. pengisian air pada sumber air

- Pengisian air dari suatu sumber air ke sumber air yang lain dalam suatu wilayah sungai atau dari wilayah sungai yang lain
- Penambahan air ke akuifer
- Peningkatan daya resap lahan terhadap air hujan di DAS melalui penatagunaan lahan
- Pemanfaatan teknologi modifikasi cuaca untuk meningkatkan curah hujan

# PENGISIAN SUMBER AIR

Pengisian air  
pada sumber air



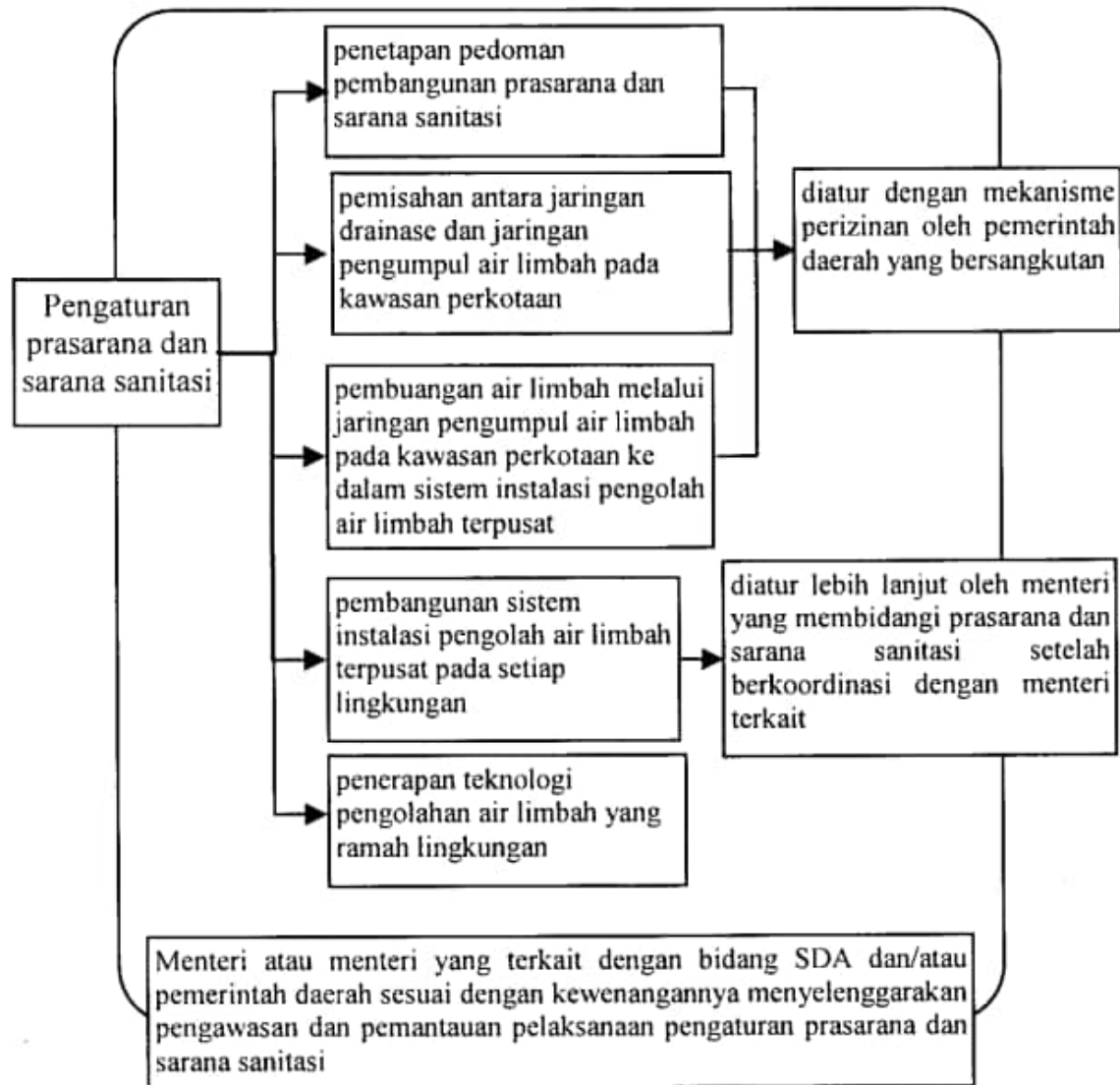
- a. pengisian air dari satu sumber air ke sumber air yang lain dalam suatu wilayah sungai atau dari wilayah sungai yang lain;
- b. pengimbuhan air ke lapisan air tanah (*akuifer*);
- c. peningkatan daya resap lahan terhadap air hujan di daerah aliran sungai melalui penatagunaan lahan
- d. pemanfaatan teknologi modifikasi cuaca untuk meningkatkan curah hujan dalam kurun waktu tertentu

# LANJUTAN

## d. pengaturan prasarana dan sarana sanitasi

- Penetapan pedoman pembangunan prasarana dan sarana sanitasi
- Pemisahan antara jaringan drainase dan jaringan air limbah
- Pembuangan jaringan air limbah melalui jaringan pengumpul ke sistem pengolahan air limbah terpusat (perkotaan)
- Penerapan teknologi pengolahan air limbah yang ramah lingkungan

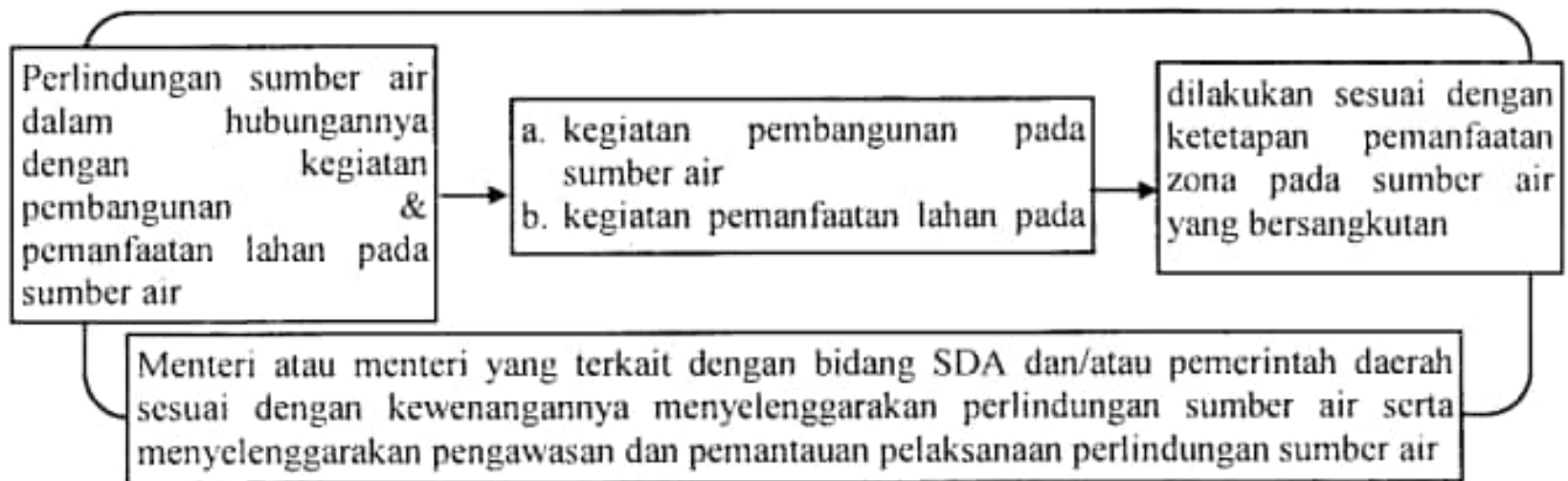
# pengaturan prasarana dan sarana sanitasi



## LANJUTAN

- e. perlindungan sumber air dalam hubungannya dengan kegiatan pembangunan dan pemanfaatan lahan pada sumber air;
  - Kegiatan pembangunan dan pemanfaatan pada sumber air dilakukan sesuai dengan ketentuan pemanfaatan zone pada sumber air

# LANJUTAN

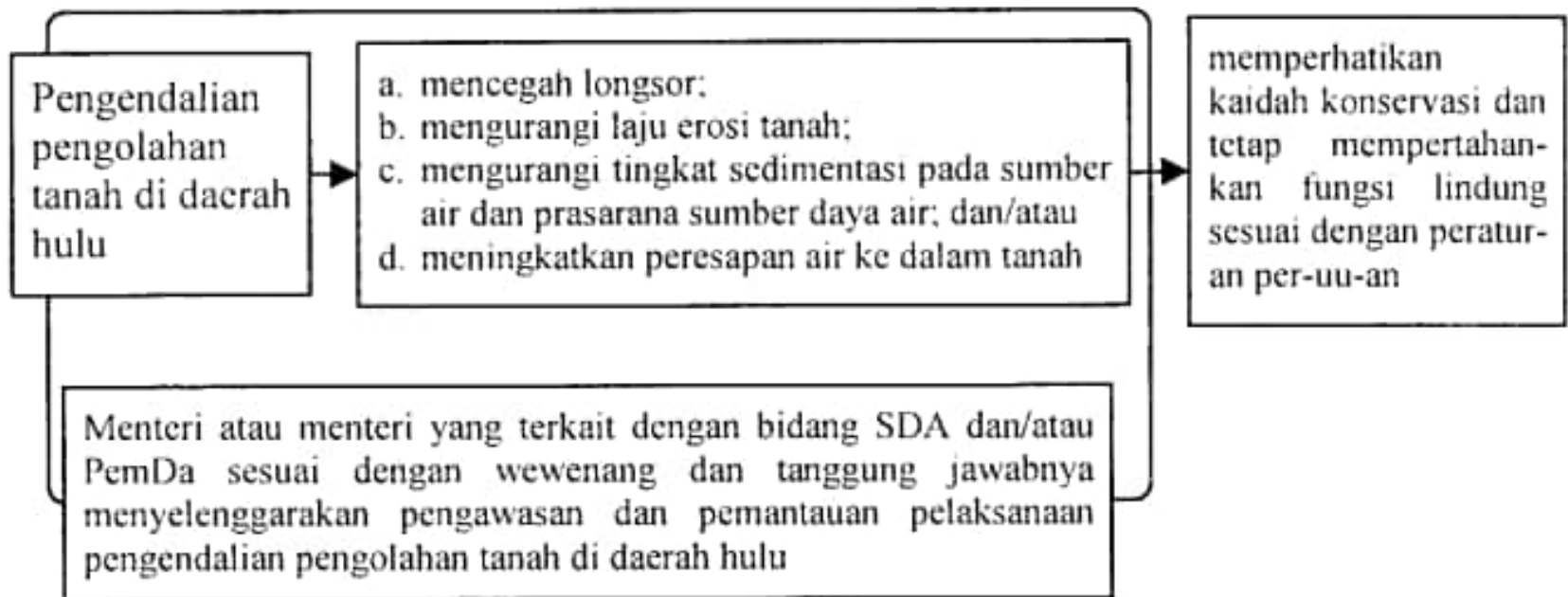


## LANJUTAN

- f. Pengendalian pengolahan tanah di daerah hulu
- ✓ Mencegah longsor
  - ✓ Mengurangi laju erosi
  - ✓ Mengurangi sedimentasi pada sumber air dan prasarananya
  - ✓ Meningkatkan peresapan air ke dalam tanah

Memperhatikan kaidah konservasi dan tetap mempertahankan fungsi lindung sesuai dengan peraturan per UU an

# Pengendalian pengolahan tanah di daerah hulu

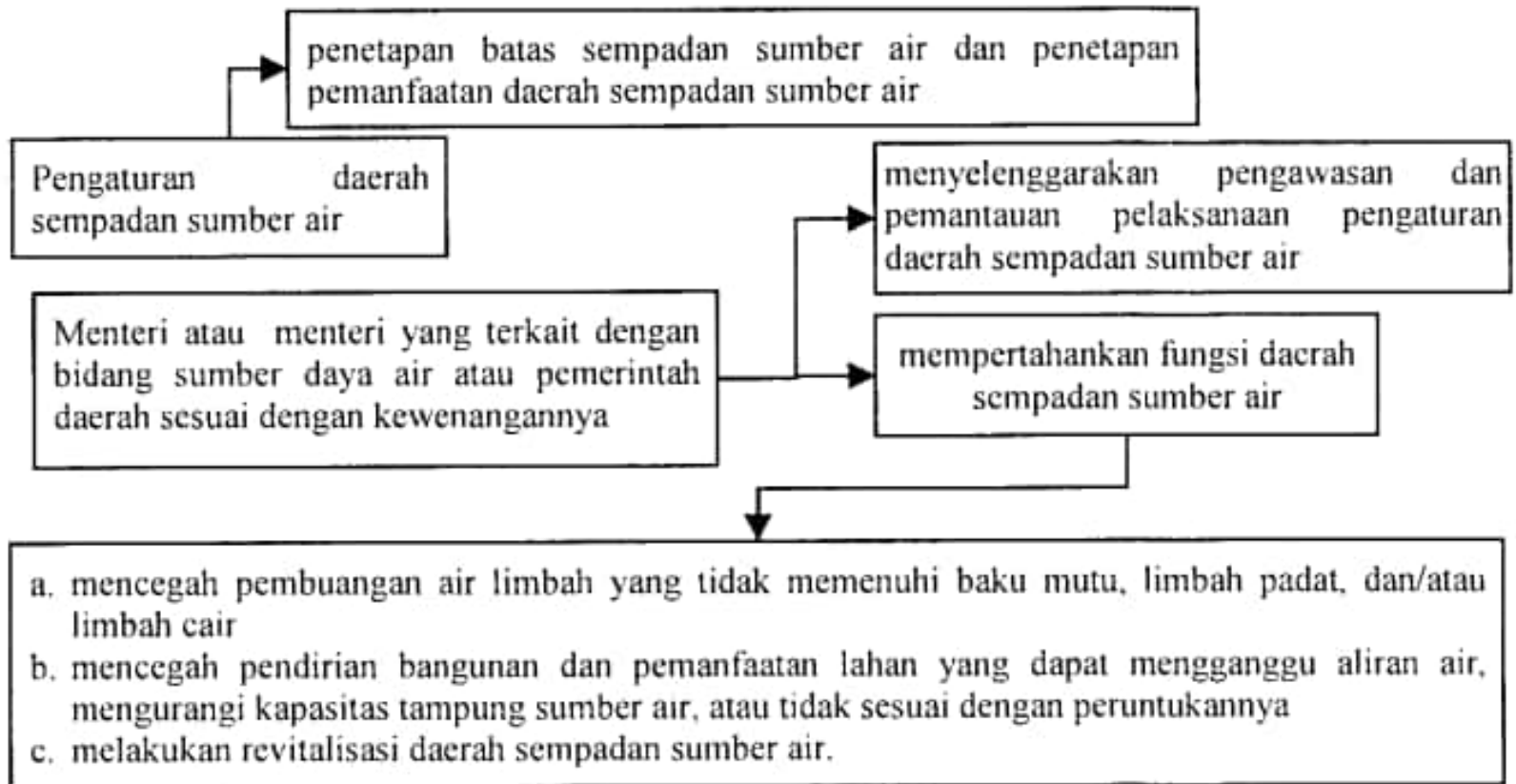




## LANJUTAN

- g. Pengaturan daerah sempadan sumber air
- Mencegah pembuangan air limbah yang tidak memenuhi baku mutu, limbah padat, dan/atau limbah cair
  - Mencegah pendirian bangunan dan pemanfaatan lahan yg dapat mengganggu aliran air
  - Melakukan revitalisasi daerah sempadan sumber air

# Pengaturan daerah sempadan sumber air

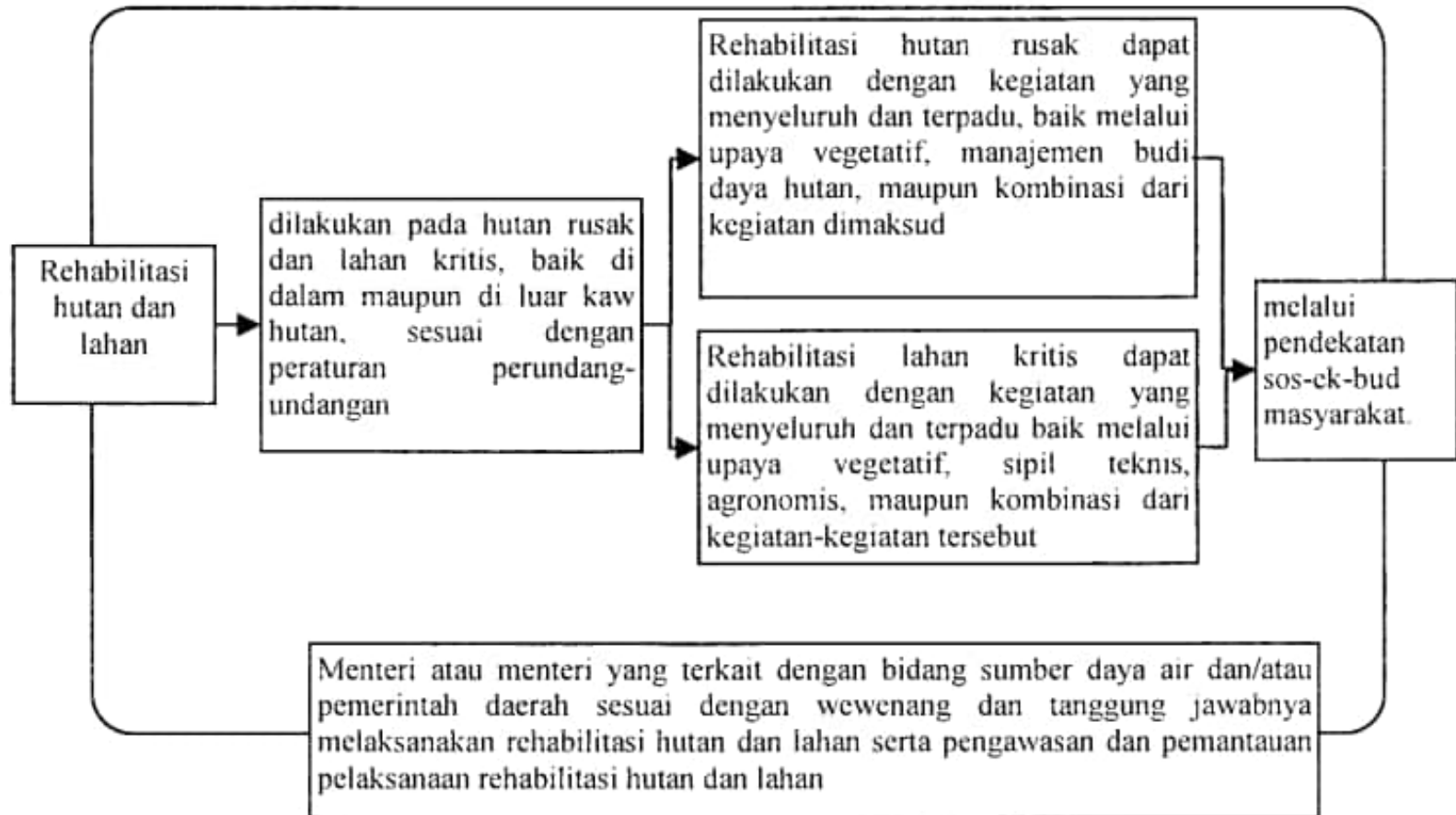


# LANJUTAN

## h. Rehabilitasi hutan dan lahan

- Dilakukan pada hutan yang rusak dan lahan kritis
- Rehabilitasi hutan yg rusak : upaya vegetatif dan manajemen budidaya hutan maupun kombinasi keduanya
- Rehabilitasi lahan kritis : vegetatif, sipil teknis, agronomis maupun kombinasinya

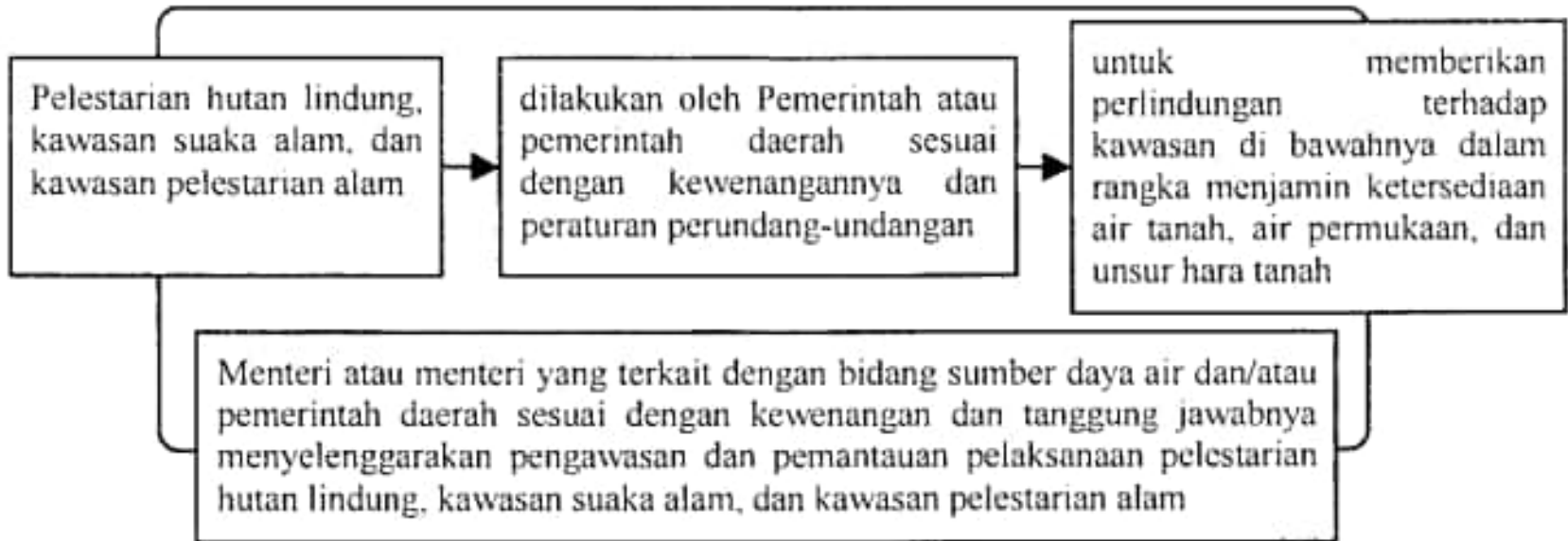
# Rehabilitasi hutan dan lahan



# LANJUTAN

- i. Pelestarian hutan lindung, kawasan suaka alam dan pelestarian alam
  - Dilakukan oleh pemerintah atau pemerintah daerah
  - Untuk memberikan perlindungan dalam rangka menjamin ketersediaan air tanah, air permukaan, dan unsur hara tanah

# Pelestarian hutan lindung, kawasan suaka alam dan pelestarian alam



## B. PENGAWETAN AIR

Pengawetan air pada prinsipnya : menyimpan air yang berlebih, penghematan penggunaan air dan untuk air tanah adalah pengendalian penggunaannya

- a. Menyimpan air yang berlebihan di saat hujan untuk dimanfaatkan pada waktu yang diperlukan
  - Pembuatan tampungan air hujan, kolam, embung maupun waduk

# LANJUTAN

## b. Penghematan air dengan pemakaian yang efektif

- Menerapkan tarif penggunaan air yang bersifat progresif
- Menggunakan air secara efektif dan efisien
- Mencegah kehilangan dan kebocoran air air
- Mengembangkan & menerapkan teknologi hemat air



# LANJUTAN

- Menerapkan praktek penggunaan air secara berulang
- Mendaur ulang air yang telah dipakai
- Memberikan insentif bagi pelaku penghemat air
- Memberikan disintensif bagi pelaku boros air

# LANJUTAN

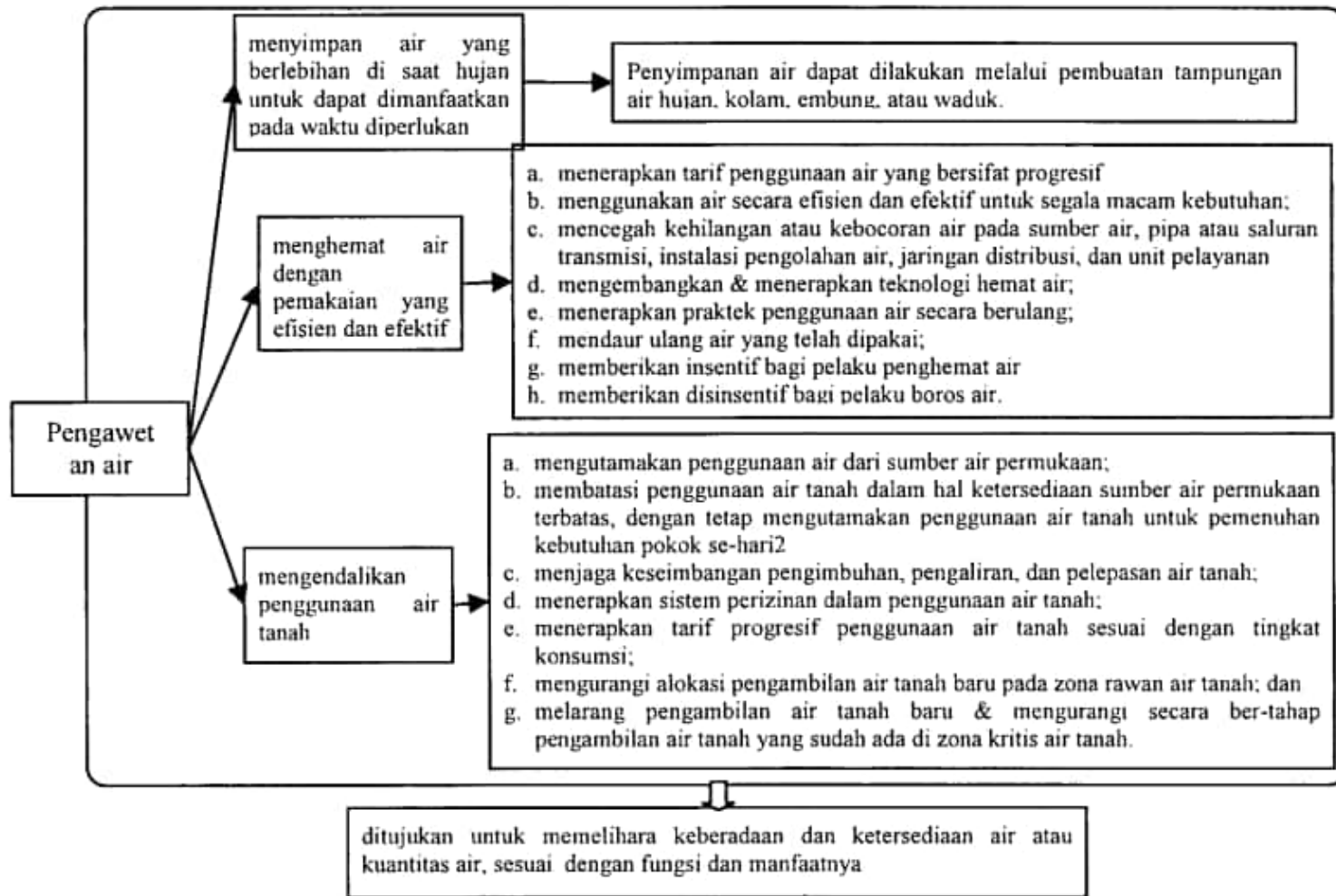
## c. Pengendalian penggunaan air tanah

- Mengutamakan penggunaan air dari sumber air permukaan
- Membatasi penggunaan air tanah
- Menjaga keseimbangan penambahan, pengaliran dan pelepasan air tanah
- Menerapkan sistem perizinan dalam penggunaan air tanah

# LANJUTAN

- Menerapkan tarif progresif penggunaan air tanah sesuai dengan tingkat konsumsi
- Mengurangi alokasi pengambilan air tanah baru pada zone rawan air tanah
- Melarang pengambilan air tanah baru & mengurangi secara bertahap pengambilan air tanah yang sudah ada di zone kritis air tanah

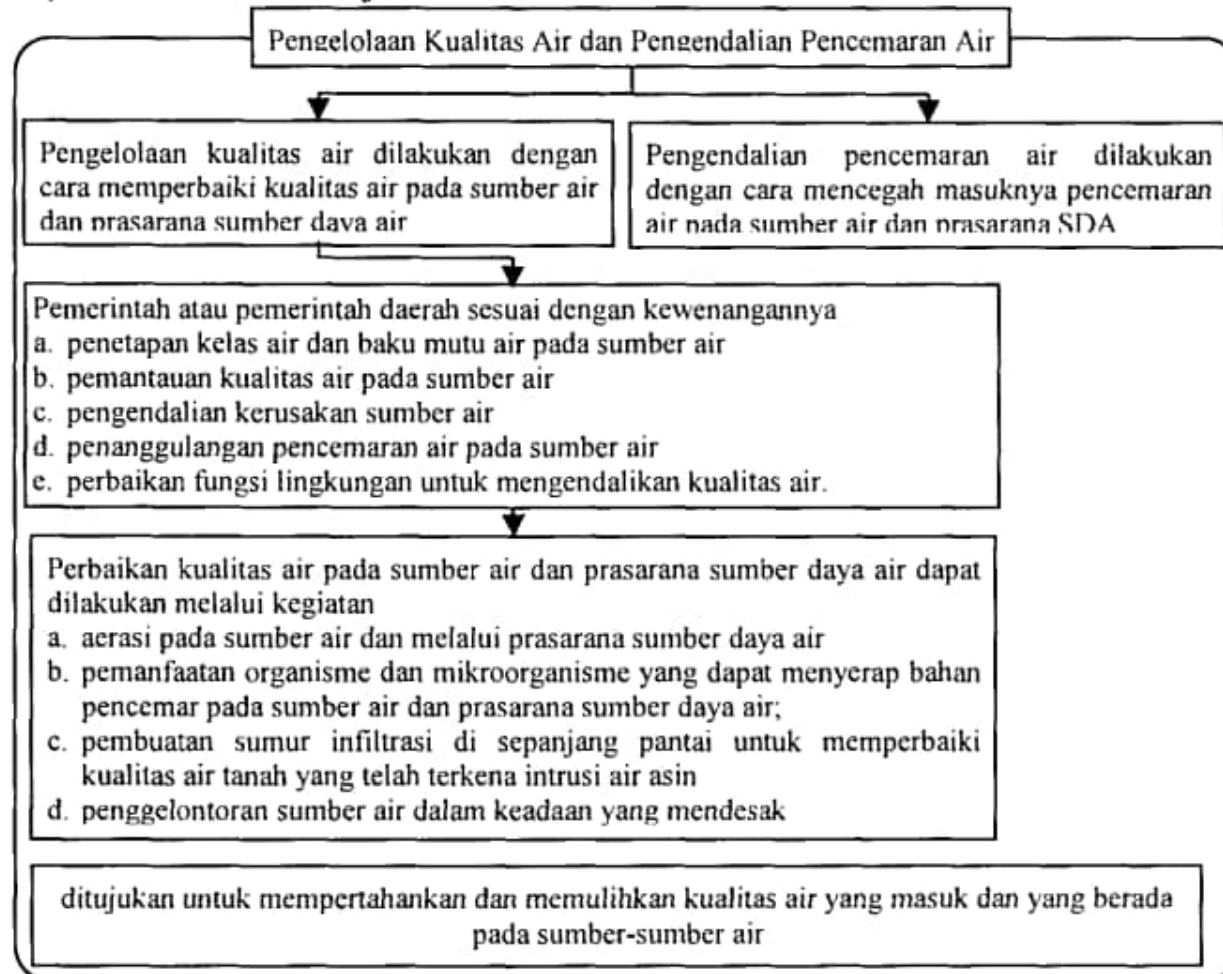
# PENGAWETAN AIR



## C. PENGELOLAAN KUALITAS AIR DAN PENGENDALIAN PENCEMARAN AIR

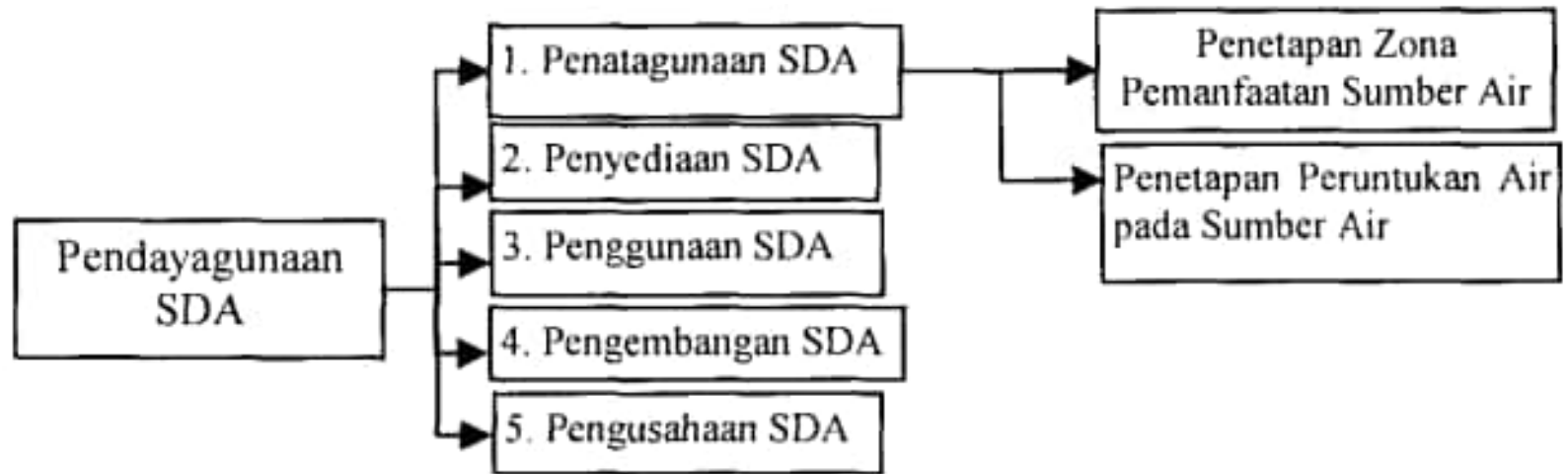
1. Pengelolaan kualitas air dilakukan dengan cara memperbaiki kualitas air pada sumber air dan prasarana sumberdaya air
  - a. Aerasi pada sumber air dan melalui prasarana prasarana sumberdaya air
  - b. Pemanfaatkan organisme dan mikro organisme yang dapat menyerap bahan pencemar pada sumber air dan prasarana sumber air
  - c. Pembuatan sumur infiltrasi di sepanjang pantai untuk memperbaiki kualitas air tanah yang terkena intrusi air asin
  - d. Penggelontoran sumber air dalam keadaan mendesak

# PENGELOLAAN KUALITAS AIR DAN PENGENDALIAN PENCEMARAN AIR



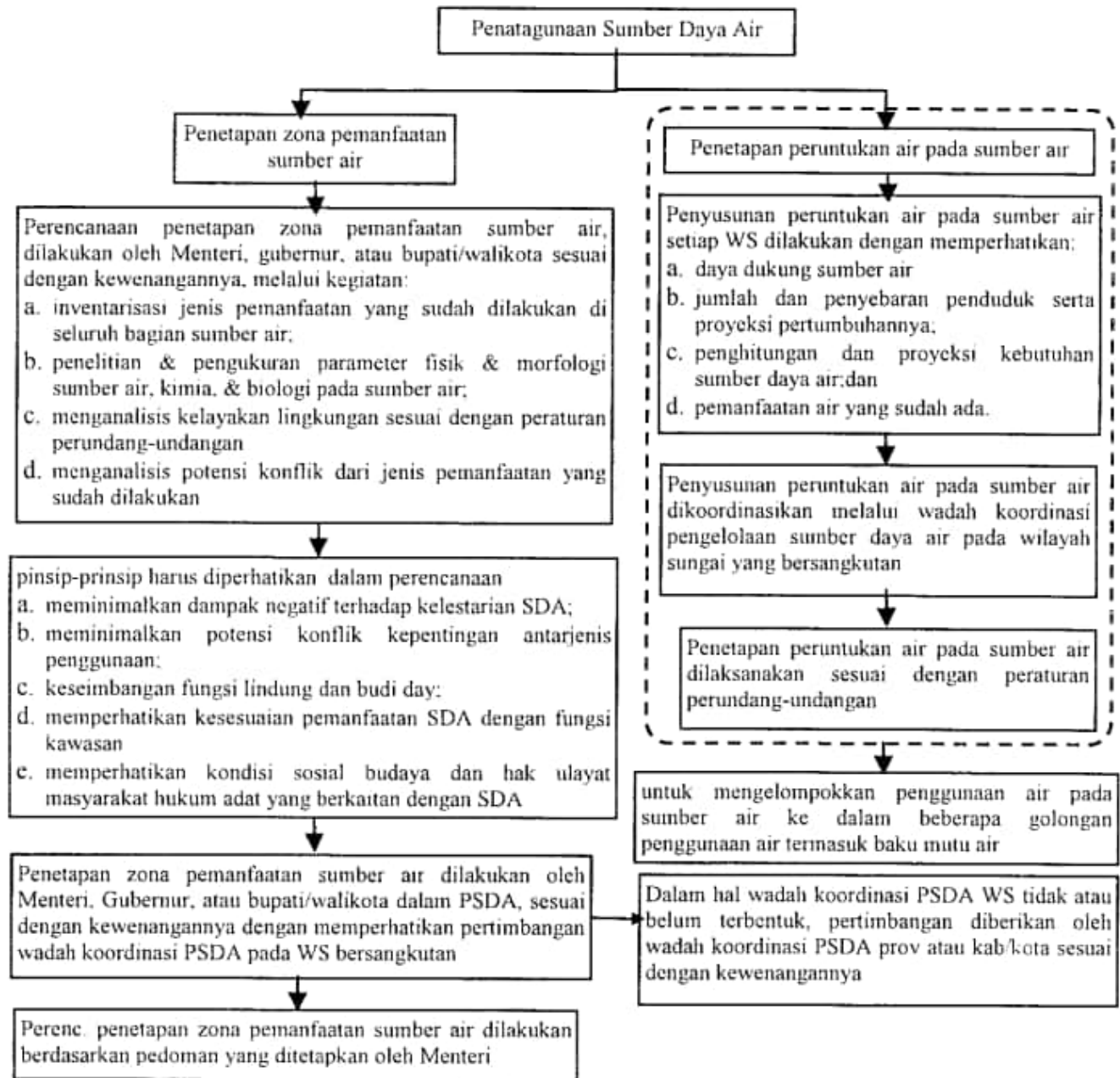
ASPEK PENDAYAGUNAAN SUMBER DAYA AIR

# Pendayagunaan Sumber Daya Air

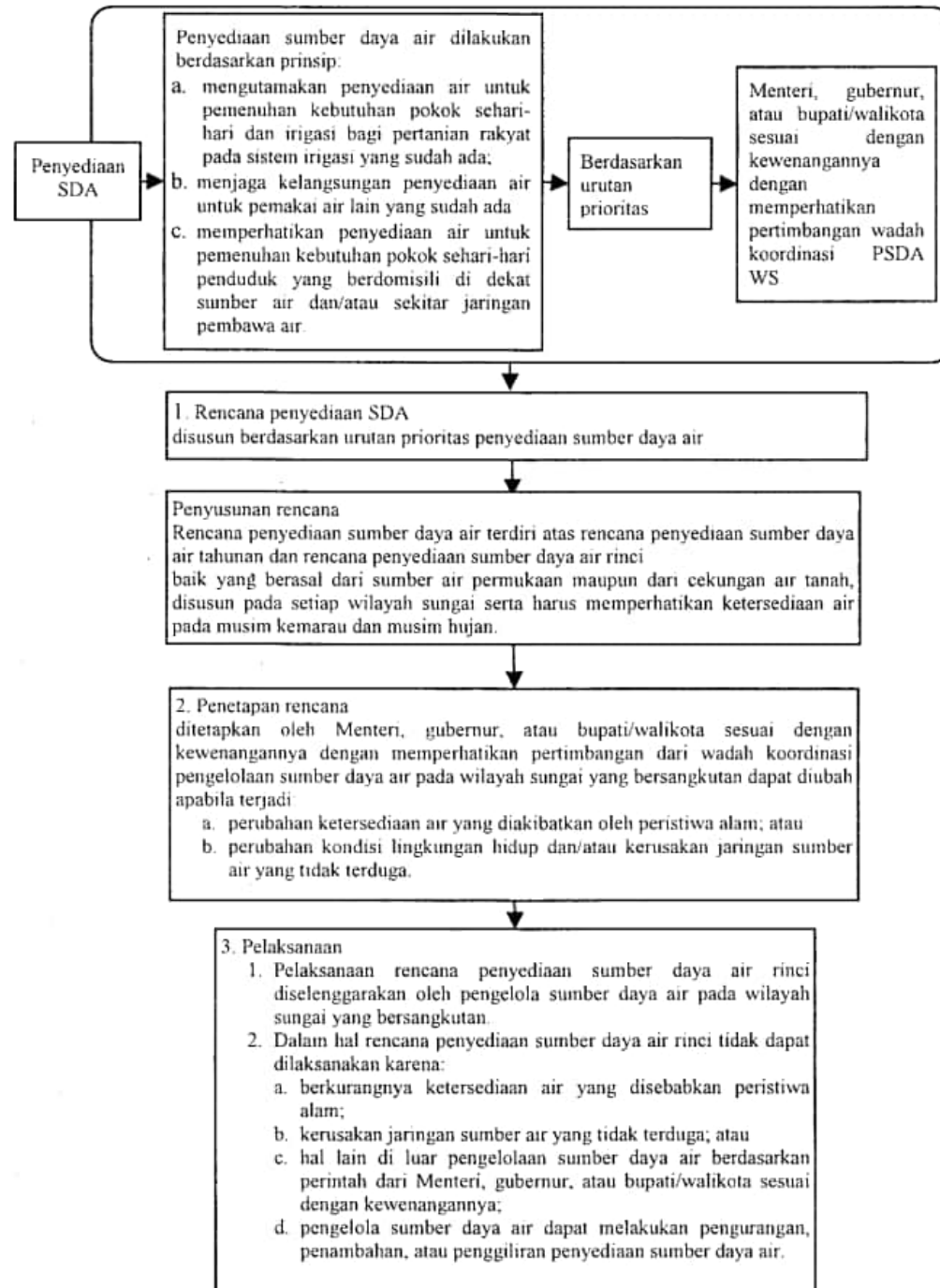




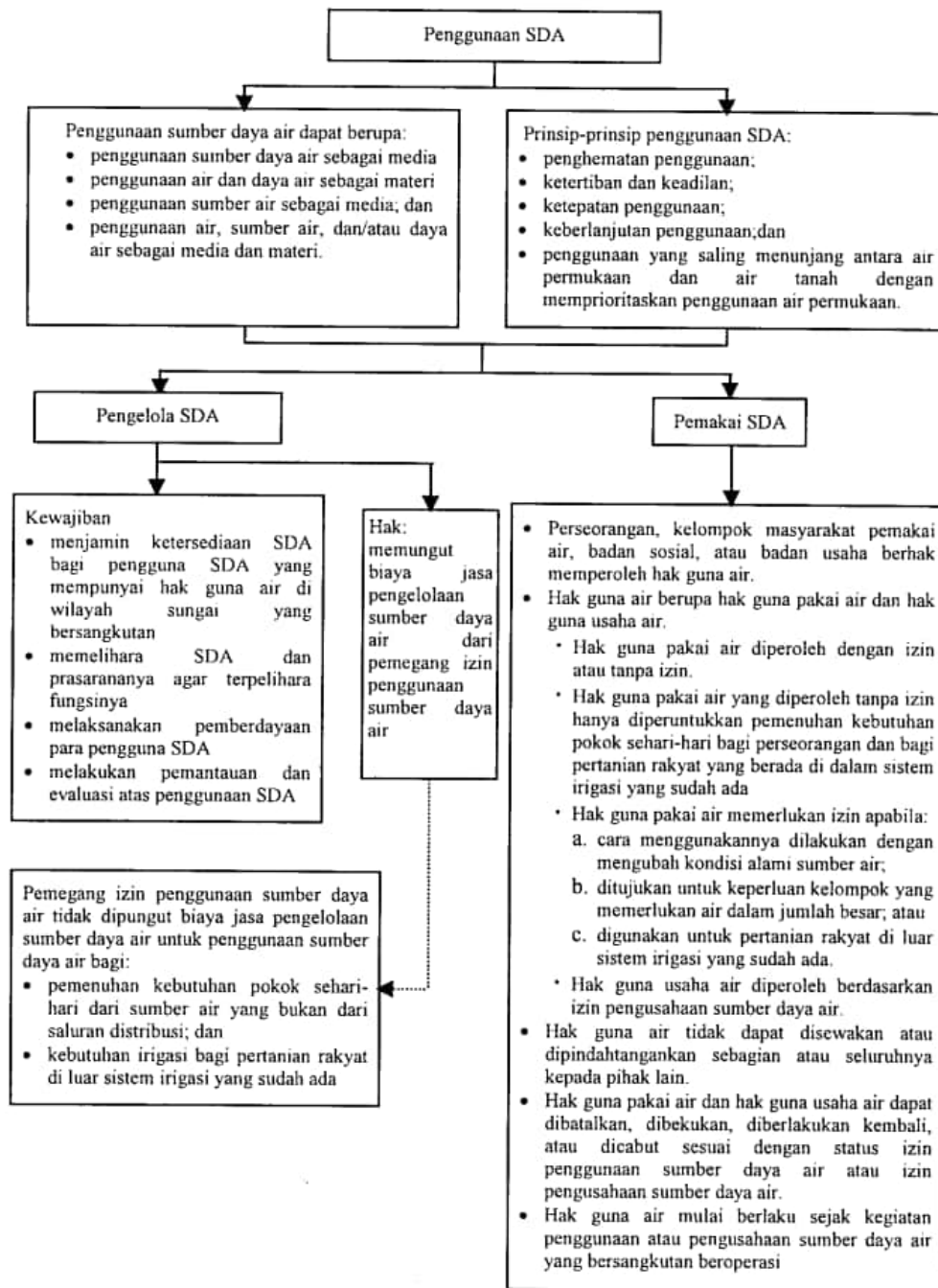
# PENATAGUNAAN SDA



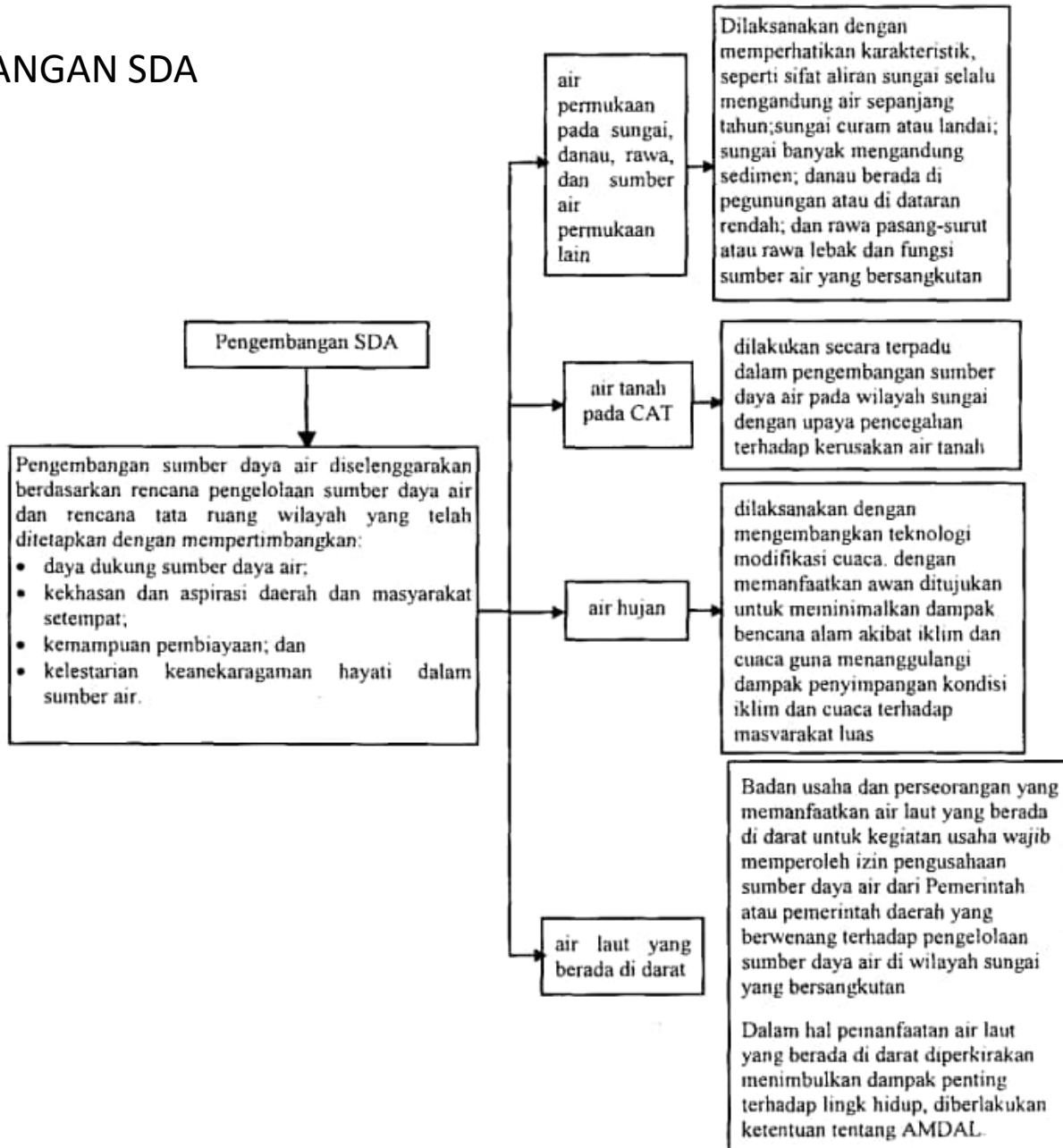
# PENYEDIAAN SDA



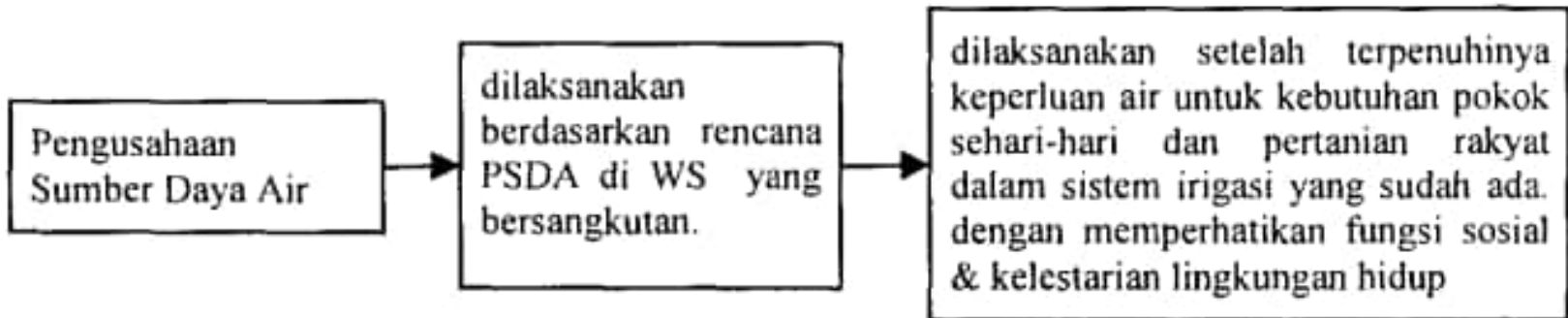
# PENGUNAAN SDA



# PENGEMBANGAN SDA

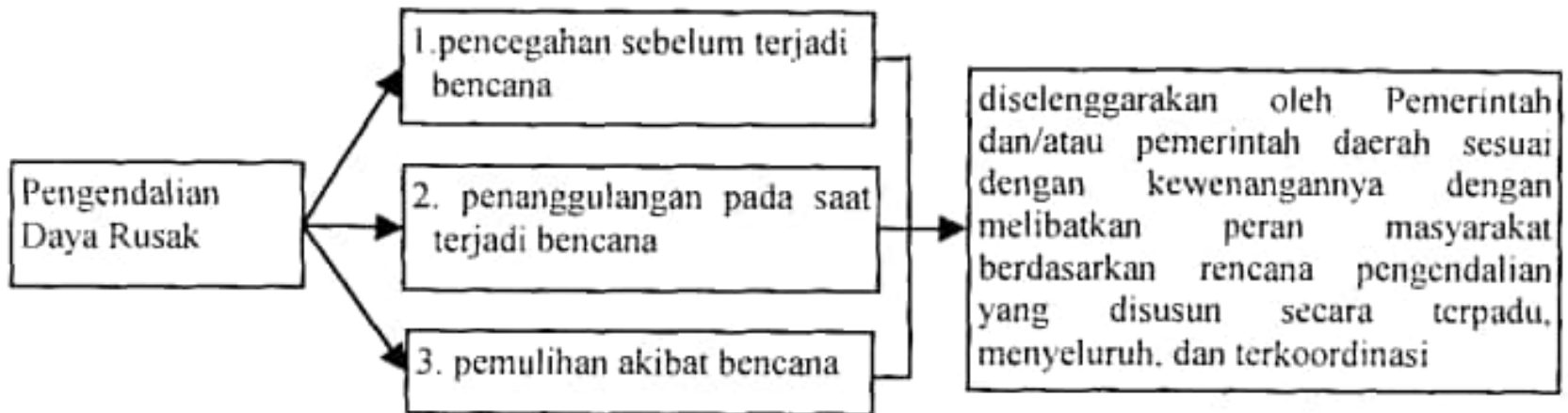


# PENGUSAHAAN SDA

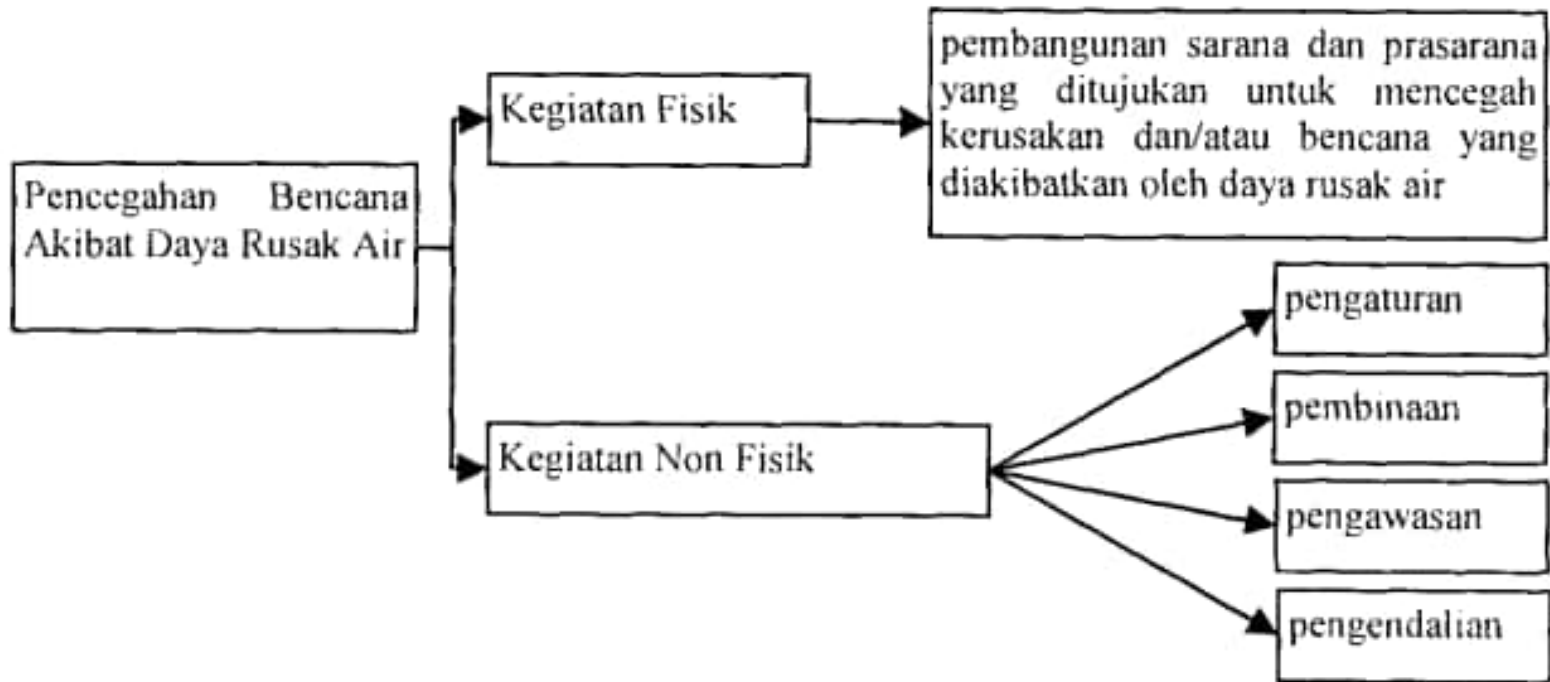


# ASPEK PENGENDALIAN DAYA RUSAK AIR

# PENGENDALIAN DAYA RUSAK AIR



# PENCEGAHAN BENCANA AKIBAT DAYA RUSAK AIR

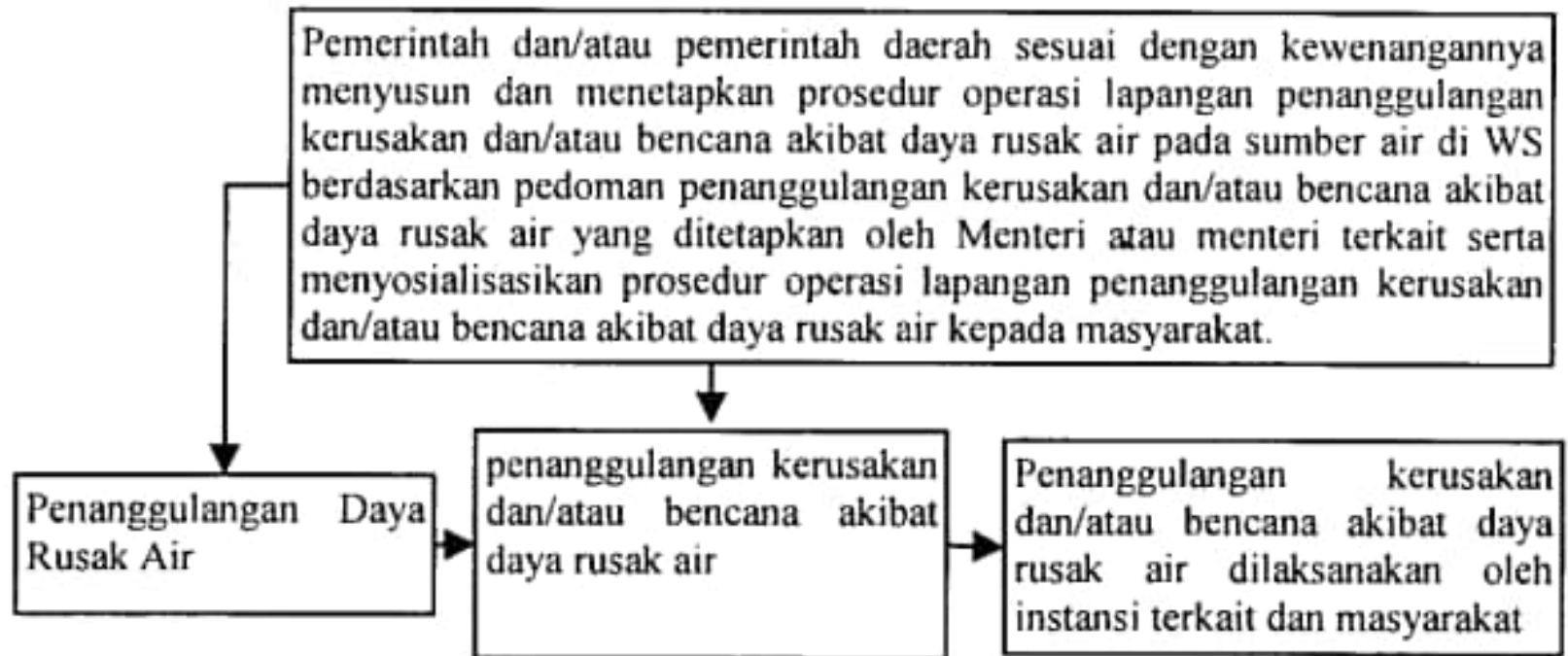




# KEGIATAN FISIK DAN NON FISIK

Pencegahan Bencana Akibat Daya Rusak Air
<p>1. Kegiatan Fisik Kegiatan fisik dalam rangka pencegahan bencana dilakukan melalui pembangunan sarana dan prasarana yang ditujukan untuk mencegah kerusakan dan/atau bencana yang diakibatkan oleh daya rusak air, misalnya, cek dam, sabo, waduk, bendungan, saluran pengendali banjir, dan vegetasi.</p>
<p>2. Kegiatan Non Fisik</p> <p>a. Pengaturan</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. penetapan kawasan rawan bencana pada setiap wilayah sungai<ol style="list-style-type: none"><li>a. Pemerintah dan/atau pemerintah daerah sesuai dengan kewenangannya menetapkan kawasan rawan bencana pada setiap wilayah sungai berdasarkan pedoman yang ditetapkan oleh Menteri atau menteri terkait sesuai dengan kewenangannya</li><li>b. Kawasan rawan bencana meliputi kawasan rawan<ul style="list-style-type: none"><li>- Banjir, termasuk banjir lahar dingin, - erosi dan sedimentasi, -longsor, - ambles,</li><li>- perubahan sifat dan kandungan kimiawi, biologi dan fisika air</li><li>- kepunahan jenis tumbuhan dan/atau satwa - wabah penyakit.</li></ul></li><li>c. Kaw rawan bencana dibagi ke dalam zona rawan bencana berdasar tingkat kerawannya</li><li>d. Dalam hal tingkat kerawanan bencana akibat daya rusak air secara permanen mengancam keselamatan jiwa, Pemerintah dan/atau pemerintah daerah dapat menetapkan kawasan rawan bencana tertutup bagi permukiman</li><li>e. Segala biaya yang timbul akibat penetapan menjadi tanggung jawab Pem dan/atau Pemda.</li></ol></li><li>2. penetapan sistem peringatan dini pada setiap wilayah sungai<ol style="list-style-type: none"><li>a. Pem dan/atau Pemda sesuai dengan kewenangannya menetapkan sistem peringatan dini pada setiap wilayah sungai. Peringatan dini dilakukan oleh pengelola SDA atau instansi terkait sesuai dengan kewenangannya.</li><li>b. Sistem peringatan dini disusun dan ditetapkan berdasarkan pedoman yang ditetapkan oleh Menteri atau menteri/kepala lembaga pemerintah nondepartemen yang terkait dengan bidang sumber daya air.</li></ol></li><li>3. penetapan prosedur operasi standar sarana dan prasarana pengendalian daya rusak air</li><li>4. penetapan prosedur operasi standar evakuasi korban bencana akibat daya rusak air.</li></ol>
<p>b. Pembinaan meliputi</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. penyebarluasan informasi dan penyuluhan. Kegiatan ini dilakukan untuk meningkatkan kesadaran masyarakat dalam rangka pencegahan bencana akibat daya rusak air.</li><li>2. pelatihan tanggap darurat.</li></ol> <p>c. Pengawasan meliputi</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. pengawasan penggunaan lahan pada kawasan rawan bencana sesuai dengan tingkat kerawanan daerah yang bersangkutan; dan</li><li>2. pengawasan terhadap kondisi &amp; fungsi sarana &amp; prasarana pengendalian daya rusak air, dilakukan, antara lain: penelusuran saluran, tanggul, &amp; sungai untuk mengetahui kondisi sarana &amp; prasarana yang kritis/rawan banjir.</li></ol> <p>d. Pengendalian meliputi</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. pengendalian penggunaan lahan pada kawasan rawan bencana sesuai dengan tingkat kerawanan daerah yang bersangkutan</li><li>2. upaya pemindahan penduduk yang bermukim di kawasan rawan bencana.</li></ol>

# PENANGGULANGAN DAYA RUSAK AIR



# PEMULIHAN AKIBAT BENCANA

