

# STUDI *WATER BALANCE* AIR TANAH DI KECAMATAN KEJAYAN, KABUPATEN PASURUAN, PROVINSI JAWA TIMUR

Oleh:

**Riztri Bonita Kusuma Dewi**

**33311100105**

Dosen pembimbing:

**Ir. Mas Agus Mardyanto, ME, PhD**



JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
2014



# PENDAHULUAN

# KONDISI EKSISTING

# LATAR BELAKANG

Kemajuan pembangunan terutama pada sektor industri.

Kebutuhan industri 90%nya mengandalkan air tanah.

Ketergantungan industri pada air tanah, terkait dengan kurangnya infrastruktur yang disediakan pemerintah.

Kelangkaan air tanah karena kurangnya daerah resapan untuk air tanah.

# RUMUSAN MASALAH

# TUJUAN

Bagaimanakah mengetahui potensi sumber daya air tanah terkait memenuhi kebutuhan air tanah ?



Mengetahui potensi sumber daya air tanah dalam memenuhi kebutuhan air tanah.

Bagaimana mengetahui kesetimbangan air tanah pada wilayah penelitian?



Mengevaluasi kesetimbangan air pada kondisi *eksisting* di wilayah penelitian.

Bagaimanakah apabila kesetimbangan air tanah secara kuantitas mengalami defisit?



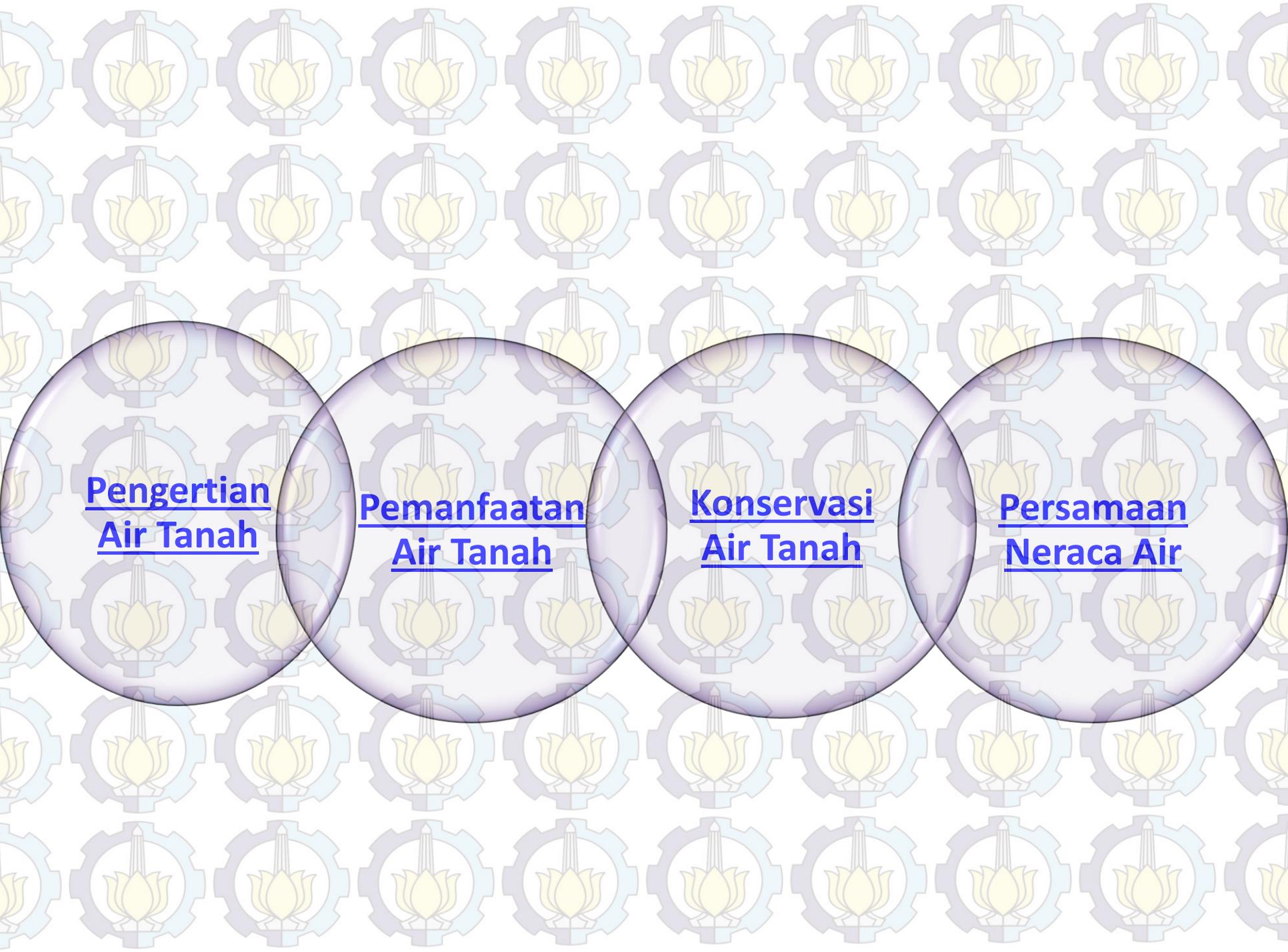
Mengusulkan upaya penanggulangan ketersediaan kuantitas air tanah, pada wilayah penelitian .

# Ruang Lingkup

- Wilayah studi adalah Kecamatan Kejayan, Kabupaten Pasuruan, Provinsi Jawa Timur.
- Akuifer yang ditinjau adalah akuifer bebas.
- Pembahasan terbatas pada kuantitas air tanah.
- Perhitungan neraca air menggunakan metode Thornthwaite & Mather serta Metode Ffolliot.



# TINJAUAN PUSTAKA



Pengertian  
Air Tanah

Pemanfaatan  
Air Tanah

Konservasi  
Air Tanah

Persamaan  
Neraca Air

# Pengertian Air Tanah

- Air tanah adalah air yang berada di bawah permukaan tanah. Air tanah dapat kita bagi lagi menjadi dua, yakni air tanah preatis dan air tanah artesis.
- Air tanah preatis adalah air tanah yang letaknya tidak jauh dari permukaan tanah serta berada di atas lapisan kedap air (*impermeable*). Dan pada air tanah preastis inilah cakupan wilayah studi dalam penelitian ini.
- Air tanah Artesis adalah air tanah yang letaknya jauh di dalam tanah, diantara dua lapisan batuan yang tidak dapat ditembus air atau lapisan kedap air.

# Pemanfaatan Air Tanah

- Penyediaan air bersih untuk permukiman.
- Penyediaan air pertanian atau penyediaan air irigasi.
- Penyediaan bagi Industri.



# Konservasi Air Tanah

- Konservasi air pada prinsipnya adalah penggunaan air yang jatuh ke tanah seefisien mungkin dan pengaturan waktu aliran yang tepat, sehingga tidak terjadi banjir yang merusak pada musim hujan dan terdapat cukup air pada musim kemarau.
- Konservasi air dapat dilakukan dengan:
  - (a) Conjunctive use: Pemanfaatan pemanfaatan air permukaan dan air tanah secara bersama
  - (b) meningkatkan efisiensi pemakaian air irigasi (Kodoatie dkk,2002)

# Konservasi Air Tanah (2)

Beberapa pengelolaan dan manajemen air tanah yaitu:

- Penghematan air.
- Penyuplai air secara *continue* untuk daerah-daerah yang sumber airnya sangat terbatas.
- Mengalirkan kelebihan air untuk daerah yang sumber airnya berlebih.



# Persamaan Neraca Air

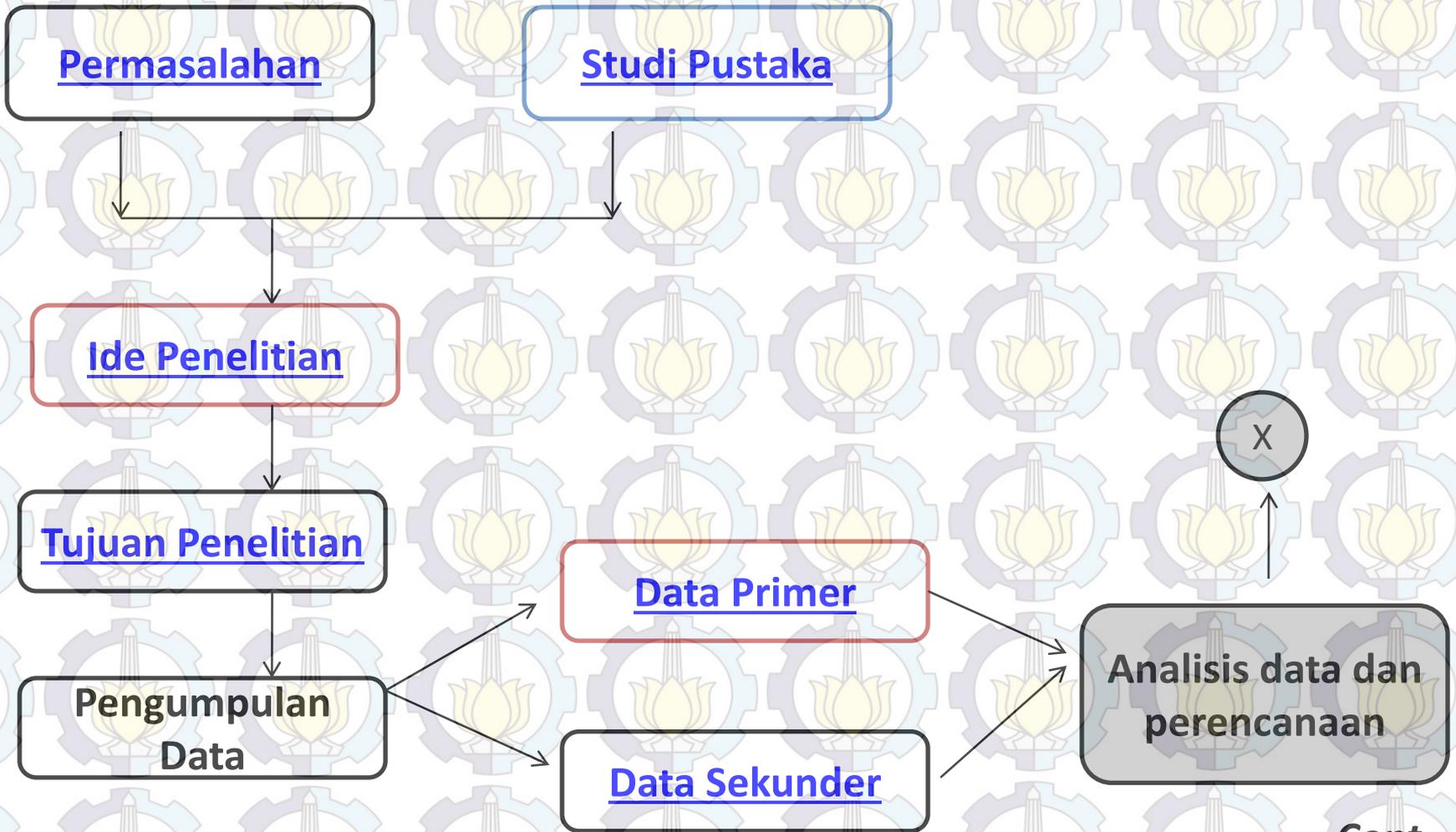
- Persamaan neraca air tanah adalah keseimbangan volume air tanah.
- Dengan menggunakan neraca air tanah kita bisa mengidentifikasi periode di mana terjadi kekurangan air (water stress) atau kelebihan air (excess). Jadi, pengenalan terhadap hal ini membantu menemukan upaya penanggulangan yang tepat untuk mengevaluasi dinamika air tanah guna meningkatkan kuantitas air tanah.
- Persamaan neraca air:

**Perubahan air dalam tanah = Jumlah air masuk - Kehilangan air**



# METODE PENELITIAN

# DIAGRAM ALIR



Cont...

Cont...

X

Aspek Teknis

Aspek Lingkungan

Kesimpulan dan  
saran

Pembuatan  
Laporan

# Permasalahan

- Kemajuan pembangunan terutama pada sektor industri
- Kebutuhan industri 90%nya mengandalkan air tanah.
- Ketergantungan industri pada air tanah,terkait kurangnya infrastruktur yang disediakan pemerintah.
- Kelangkaan air tanah karena kurangnya daerah resapan untuk air tanah



# Studi Pustaka

- Literatur mengenai teori ilmu tanah dan peraturan terkait air tanah.



# Ide Penelitian

- Apakah dengan penelitian ini mampu mengidentifikasi periode di mana terjadi kekurangan air (water stress) atau kelebihan air (excess). Apabila defisit, bagaimana upaya penanggulangannya?



# Tujuan Penelitian

Tujuan tugas akhir ini adalah :

- Mengidentifikasi potensi sumberdaya air tanah dalam memenuhi kebutuhan air tanah tepatnya didaerah Kecamatan Kejayan, Kabupaten Pasuruan, Provinsi Jawa Timur.
- Mengevaluasi kesetimbangan air tanah pada kondisi *eksisting* di wilayah penelitian.
- Mengusulkan upaya penanggulangan ketersediaan kuantitas air tanah, tepatnya di daerah Kecamatan Kejayan, Kabupaten Pasuruan, Provinsi Jawa Timur.



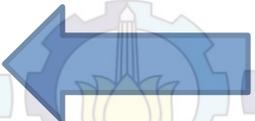
# Data Primer

1. Observasi lapangan
2. Kuisioner ke penduduk ( untuk keperluan domestik serta pengairan irigasi untuk sawah )



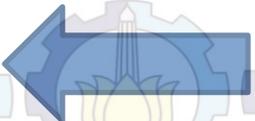
# Data Sekunder

1. Data hidrologi dari instansi terkait yang meliputi curah hujan, suhu.
2. Peta Geohidrologi
3. Tata Guna Lahan
4. Jumlah data air tanah baik air tanah yang masuk dan air tanah yang keluar ( jumlah pemakaian air tanah yang digunakan industri yang memiliki SIPA, penggunaan air tanah domestik , air irigasi pada wilayah penelitian )



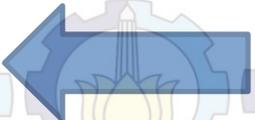
# Aspek Teknis

**Perhitungan neraca air tanah dengan metode  
Thornthwaite & Mather dan Metode Ffolliot**



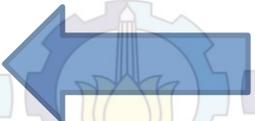
# Aspek Lingkungan

Upaya konservasi air tanah



# Kesimpulan dan Saran

- Didapatkan hasil perhitungan dari neraca air sehingga mampu mengidentifikasi periode di mana terjadi kekurangan air (defisit) atau tidak defisit.
- Jadi, penelitian ini membantu menemukan upaya penanggulangan yang tepat untuk mengevaluasi dinamika air tanah guna meningkatkan kuantitas air tanah





# Kondisi Wilayah Studi

Kecamatan Kejayan, Kabupaten Pasuruan merupakan daerah yang memiliki potensi airtanah yang cukup tinggi. Cadangan air tanahnya tersebar diseluruh wilayah dengan kuantitas yang berbeda di setiap lokasi. Eksploitasi airtanah yang makin meningkat di Kabupaten Pasuruan terutama kecamatan Kejayan memerlukan kajian tentang air tanah dan agar potensi airtanah dapat digunakan secara maksimal.

## Legenda

- jalan
- sungai
- landuse
- <all other values>
- KET\_LENDUS**
- Hutan
- Kebun
- Perkebunan
- Pemukiman
- Persawahan
- Pertanian tanah kering semusim

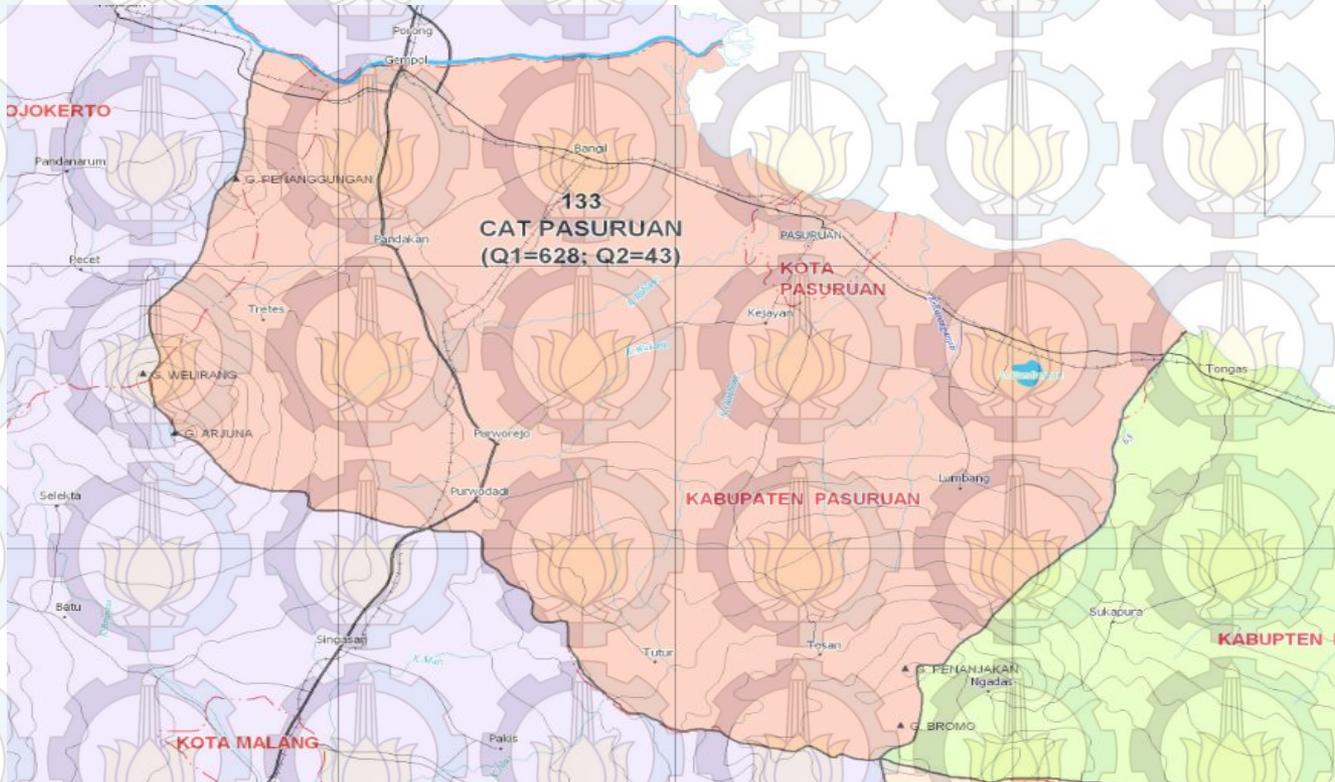


Peta Kecamatan kejayan

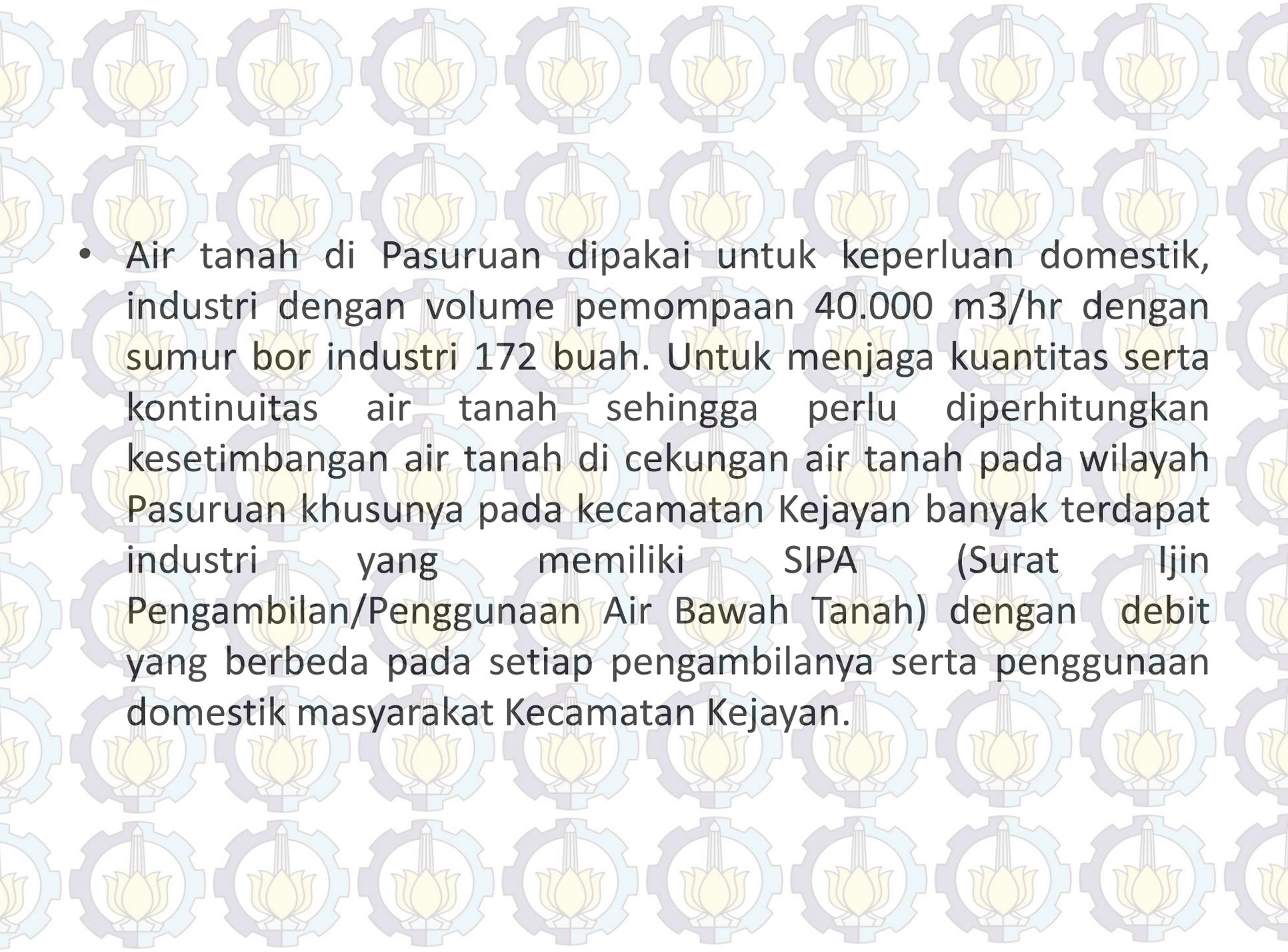
## Industri yang memiliki SIPA (Surat Ijin Pengambilan/Penggunaan Air Tanah) pada kawasan Kecamatan Kejayan Kabupaten Pasuruan

No.	Nama Perusahaan	Alamat	Nomor SIPA	Q MAKSIMAL (m3/h)
1	PT. AMERTA INDAH OTSUKA ( 1 DAN 2)	PACAR KELING KEC.KEJAYAN	611.26/104/424.077/2012	2.603
2	PT. BATU KALI WELANG AMPUH	KADEMUNGAN KEC. KEJAYAN	611.26/7/424.077/2013	80
3	PT. GEMA ISTA RAYA ( 1 DAN 2 )	TANGGULANGIN KEC.KEJAYAN	611.26/5 & 18/424.061/2008	230
4	PT. MALINDO FEED MIL Tbk	SUMBER BANTENG KEC.KEJAYAN	611.26/08& 09/424.077/2011	96
5	PT.NESTLE INDONESIA ( 1,2,3,4 DAN 5)	TANGGULANGIN KEC.KEJAYAN	611.26/27- 30/424.077/2012	4134
6	PT. TIRTA FRESINDO JAYA	KURUNG KEC.KEJAYAN	611.26/03&30/424.077/2 013	2376
7	PT.WONOKOYO UNIT BENERWOJO	BENERWOJO KEC.KEJAYAN	611.26/101/424.077/2012	33
8	PT.YELLOW FEED	TANGGULANGIN KEC.KEJAYAN	611.26/86/424.077/2012	10
<b>JUMLAH =</b>				<b>9.562</b>

# HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN



Peta Cekungan Air Tanah Kabupaten Pasuruan

- 
- Air tanah di Pasuruan dipakai untuk keperluan domestik, industri dengan volume pemompaan 40.000 m<sup>3</sup>/hr dengan sumur bor industri 172 buah. Untuk menjaga kuantitas serta kontinuitas air tanah sehingga perlu diperhitungkan kesetimbangan air tanah di cekungan air tanah pada wilayah Pasuruan khususnya pada kecamatan Kejayan banyak terdapat industri yang memiliki SIPA (Surat Ijin Pengambilan/Penggunaan Air Bawah Tanah) dengan debit yang berbeda pada setiap pengambilanya serta penggunaan domestik masyarakat Kecamatan Kejayan.

# Water Balance

Faktor yang digunakan dalam perhitungan dan analisis neraca air adalah ketersediaan air dari aliran air tanah dan kebutuhan air dari tiap daerah layanan (kebutuhan air tanah untuk industri, domestik, dan pertanian). Persamaannya sebagai berikut :

$$\text{Jumlah air masuk} - \text{Kehilangan air} = \Delta S$$

# Metode Perhitungan Neraca Air dengan Metode Thornwaite & Mather

- Mengisi kolom curah hujan (CH) berdasarkan pengamatan.
- Mengisi kolom evapotranspirasi potensial (PET) dengan metode Thornthwaite dan Mather dengan menggunakan unsur iklim suhu rata-rata. Formulasinya adalah sebagai berikut:

**Metode Perhitungan Neraca Air dengan Metode Thornwaite & Mather**

- Jika  $T_a < 26.5 \text{ } ^\circ\text{C}$

Dimana :

PET= evapotranspirasi potensial (cm/bulan)

$T_a$  = suhu udara rata-rata harian ( $^\circ\text{C}$ )

N= jumlah hari dalam sebulan

L= panjang hari aktual

I= akumulasi indeks panas dalam

$$PET = 1.6 \left( \frac{L}{12} \right) \left( \frac{N}{30} \right) \left( \frac{10T_a}{I} \right)^{\alpha}$$

$$\alpha = (6.75 \times 10^{-7})I^2 - (7.71 \times 10^{-5})I - (1.792 \times 10^{-2}) + 0.4923$$

$$I = \sum_{i=1}^{12} \left( \frac{T_{ai}}{5} \right)^{1.514}$$

$$R = (P - ET) \cdot A_i \cdot (1 - C_{ro})$$

- Untuk mengetahui jumlah air yang meresap dalam tanah ditentukan dengan perhitungan infiltrasi secara empiris dengan persamaan Ffolliot (1980):

$$R = (P - ET) \cdot A_i \cdot (1 - C_{ro})$$

Keterangan:

R = Volume air yang meresap ke dalam tanah ( $m^3$ )

P = Curah hujan (mm)

ET = Evapotranspirasi (mm/th)

$C_{ro}$  = Koefisien limpasa permukaan

$A_i$  = Luas Wilayah Penelitian

# Hasil Perhitungan

**Tabel Hasil Perhitungan Rata-Rata Suhu dan Curah Hujan**

Tahun 2012	CurahHujan ( mm/bulan)	Tahun 2013	CurahHujan ( mm/bulan)	Tahun 2014	CurahHujan ( mm/bulan)	Bulan	Curah Hujan ( mm/bulan)	Rata-Rata Curah Hujan/bulan
Januari	199	Januari	202	Januari	192	Januari	593	197,6666667
Februari	134	Februari	350	Februari	216	Februari	700	233,3333333
Maret	280	Maret	167	Maret	166	Maret	613	204,3333333
April	337	April	74	April	234	April	645	215
Mei	228	Mei	32	Mei	205	Mei	465	155
Juni		Juni	14	Juni	170	Juni	184	61,33333333
Juli		Juli		Juli	29	Juli	29	9,666666667
Agustus		Agustus		Agustus		Agustus	0	0
September		September		September		September	0	0
Oktober		Oktober	30	Oktober		Oktober	30	10
November	190	November	15	November	390	November	595	198,3333333
Desember	209	Desember	269	Desember	209	Desember	687	229
						Jumlah(mm/tahun):		1513,666667

# Hasil Perhitungan

- Hasil Perhitungan Suhu

Tahun	Suhu (c)
2011	21,59
2012	21,90
2013	21,92
Rata-rata	21,81

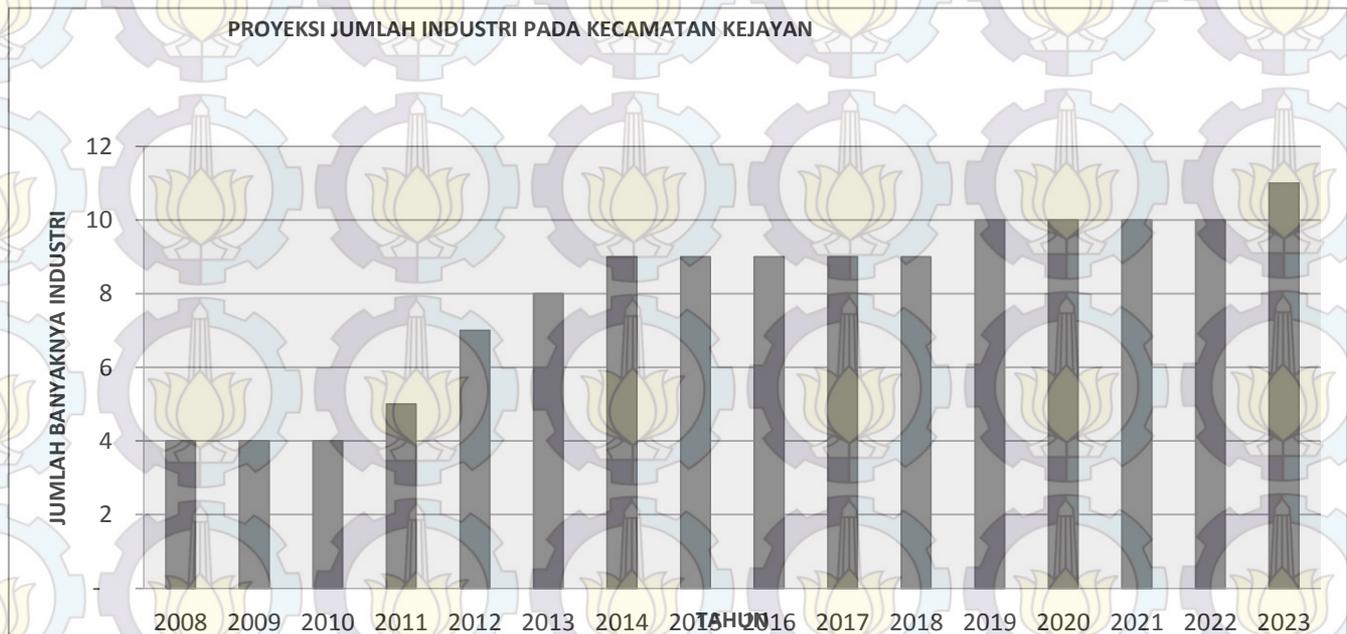
# Hasil Perhitungan

- Hasil Perhitungan Cro Gabungan

No.	Jenis Penggunaan Lahan	Nilai Cro	Luasan Wilayah (A)	(Cro.A)	$\Sigma(\text{Cro.A}) / \text{Atotal}$
1	Sawah	0,5	41360000	20680000	
2	Bangunan dan pekarangan	0,65	9750000	6337500	
3	Tegalan	0,54	21380000	11545200	
4	Hutan negara	0,5	1820000	910000	
5	Lainnya	0,35	4840000	1694000	
	Jumlah:		79150000	41166700	0,520109918

# Hasil Perhitungan

- **Proyeksi Jumlah Industri Pada Kecamatan Kejayan(2014-2023)**



# Hasil Perhitungan

- **Tabel Besar Debit Keluar Oleh Industri Sejak Tahun 2008 hingga 2023.**

No.	Tahun	Q(out) m <sup>3</sup> /tahun	Q(out) m <sup>3</sup> /bulan
1	2008-2010	1.620.600	135.050
2	2011	3.276.240	273.020
3	2012	5.212.930	434.411
4	2013	8.703.060	725.255
5	2014-2018	12.219.470	1.018.289
6	2019-2022	16.100.880	1.341.740
7	2023	20.529.790	1.710.816

# Perhitungan Total Pemakaian Air Tanah Oleh Masyarakat Kejayan Sejak Tahun 2008-2003.

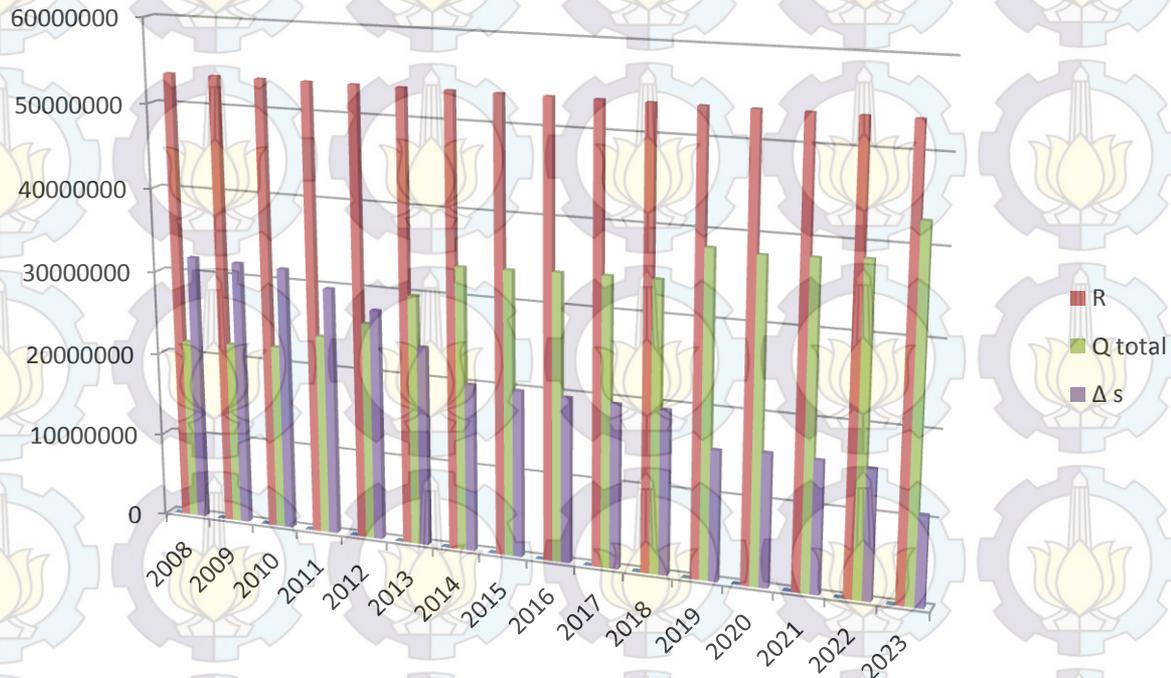
Tahun	Jumlah Penduduk	Realisasi Penggunaan Air			Total Penggunaan (m <sup>3</sup> /Tahun)	Total Penggunaan (m <sup>3</sup> /bulan)
		Kebutuhan Air (L/orang. Hari)	Kebutuhan Air (L/orang . Detik)	Kebutuhan Air (m <sup>3</sup> /Bulan)		
2007	61.979	91,00	0,00105324	26,74	19.890.714	1.657.559
2008	62.108	91,20	0,00105556	26,80	19.975.920	1.664.660
2009	62.214	92,00	0,00106481	27,04	20.185.540	1.682.128
2010	62.641	92,30	0,00106829	27,13	20.390.355	1.699.196
2011	62.953	92,70	0,00107292	27,24	20.580.721	1.715.060
2012	63.128	93,00	0,00107639	27,33	20.704.721	1.725.393
2013	64.068	93,10	0,00107755	27,36	21.035.617	1.752.968
2014	64.318	94,20	0,00109028	27,68	21.367.338	1.780.612
2015	64.570	94,45	0,00109317	27,76	21.507.772	1.792.314
2016	64.822	95,00	0,00109954	27,92	21.717.559	1.809.797
2017	65.075	95,15	0,00110127	27,96	21.836.857	1.819.738
2018	65.330	95,20	0,00110185	27,98	21.933.716	1.827.810
2019	65.585	95,35	0,00110359	28,02	22.054.129	1.837.844
2020	65.841	95,55	0,00110590	28,08	22.186.758	1.848.897
2021	66.099	96,00	0,00111111	28,21	22.378.364	1.864.864
2022	66.357	97,00	0,00112269	28,51	22.699.839	1.891.653
2023	66.616	97,15	0,00112442	28,55	22.823.791	1.901.983

# Total Debit Penggunaan Air Tanah Oleh Domestik serta Industri

No.	Tahun	Q domestik (A)	Q industri (B)	Total (A+B)/TAHUN	Total (A+B)/BULAN
1	2008	19.975.920	1.620.600	21.596.520	1.799.710
2	2009	20.185.540	1.620.600	21.806.140	1.817.178
3	2010	20.390.355	1.620.600	22.010.955	1.834.246
4	2011	20.580.721	3.276.240	23.856.961	1.988.080
5	2012	20.704.721	5.212.930	25.917.651	2.159.804
6	2013	21.035.617	8.703.060	29.738.677	2.478.223
7	2014	21.367.338	12.219.470	33.586.808	2.798.901
8	2015	21.507.772	12.219.470	33.727.242	2.810.603
9	2016	21.717.559	12.219.470	33.937.029	2.828.086
10	2017	21.836.857	12.219.470	34.056.327	2.838.027
11	2018	21.933.716	12.219.470	34.153.186	2.846.099
12	2019	22.054.129	16.100.880	38.155.009	3.179.584
13	2020	22.186.758	16.100.880	38.287.638	3.190.637
14	2021	22.378.364	16.100.880	38.479.244	3.206.604
15	2022	22.699.839	16.100.880	38.800.719	3.233.393
16	2023	22.823.791	20.529.790	43.353.581	3.612.798

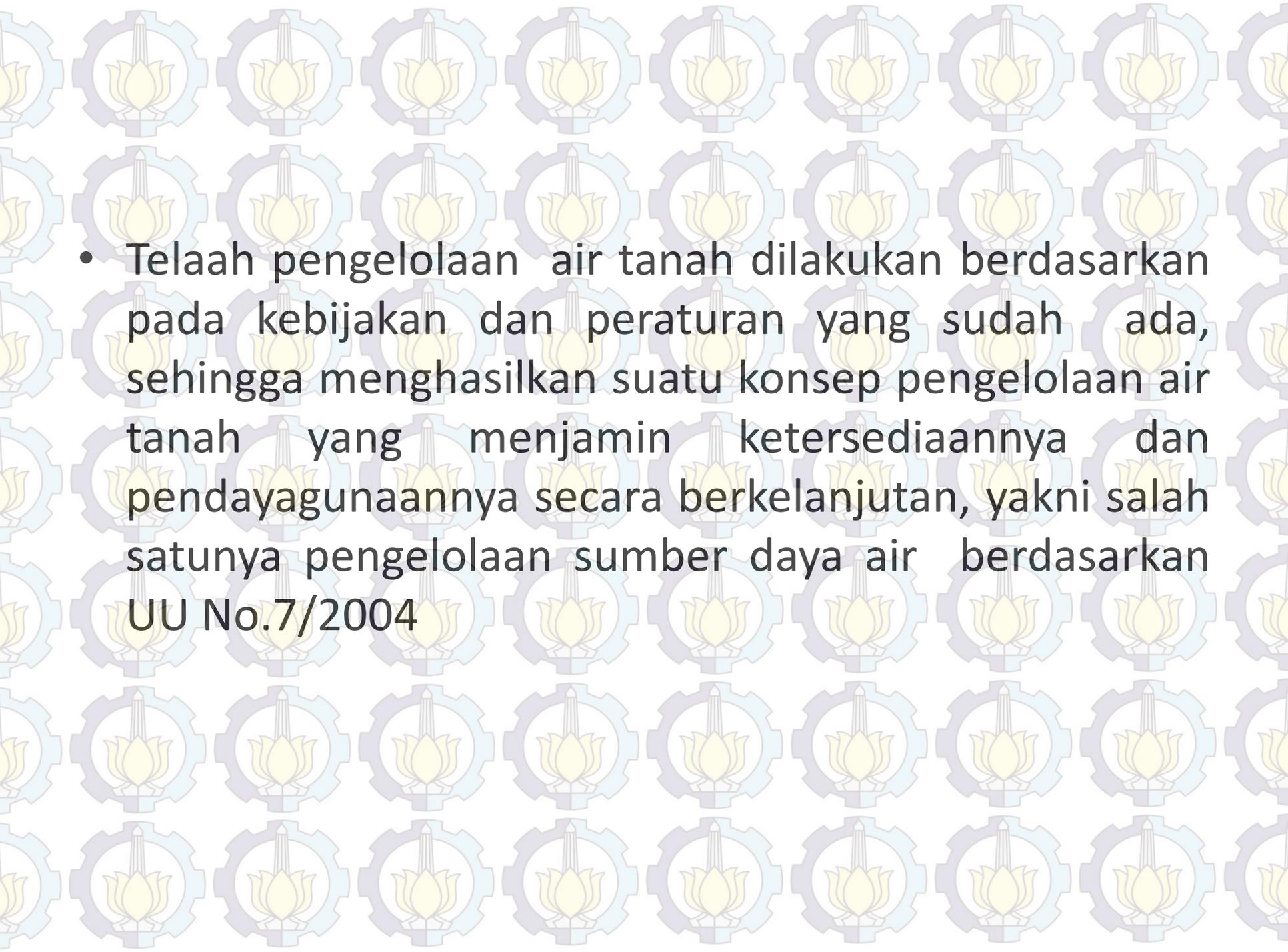
# Hasil Perhitungan

- Hasil Perhitungan  $\Delta s$  Pada Tahun 2008-2023



# Aspek Lingkungan

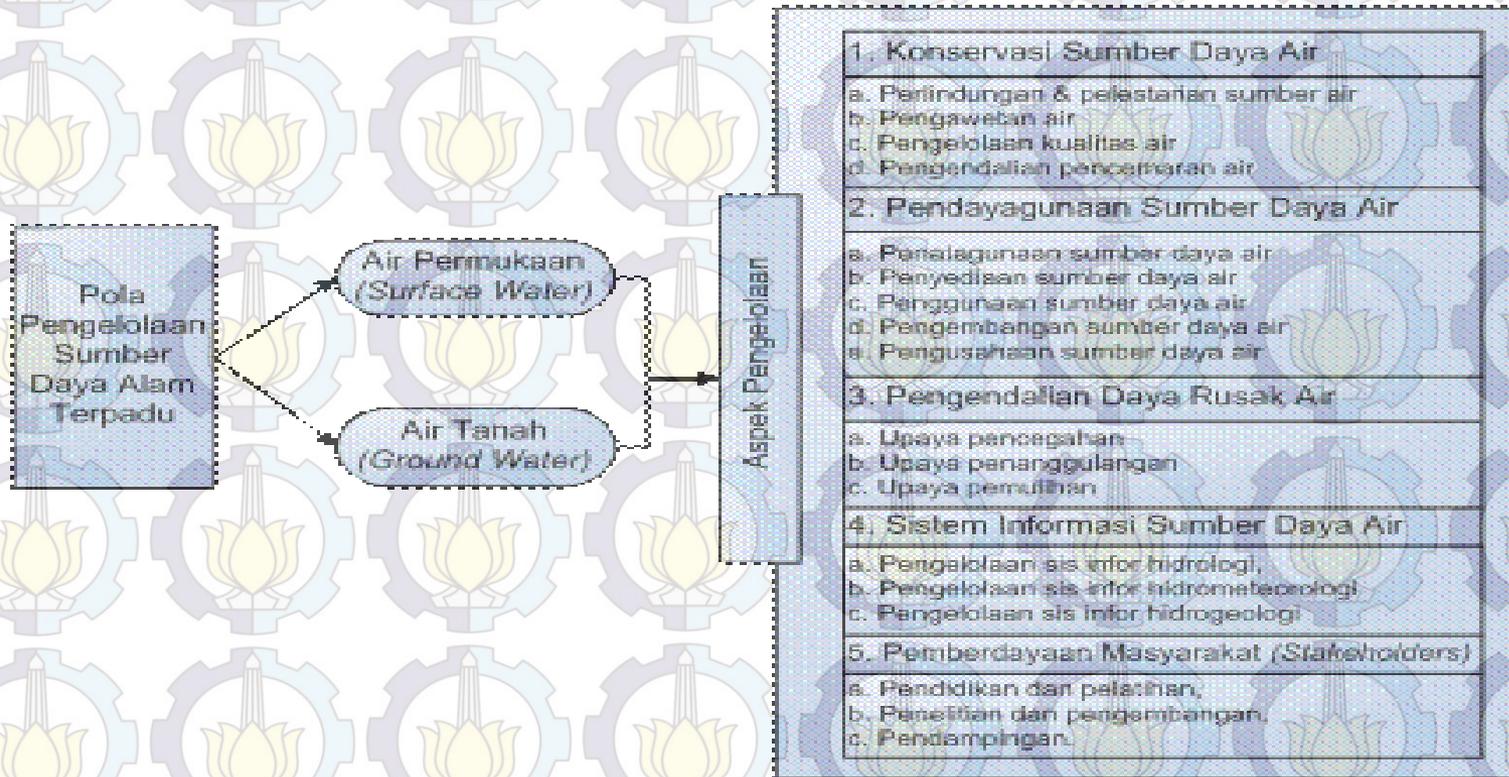
- Pada aspek lingkungan yang akan dikaji adalah upaya konservasi air tanah agar di masa mendatang tidak terjadi defisit, dengan menggunakan strategi pengelolaan air tanah.

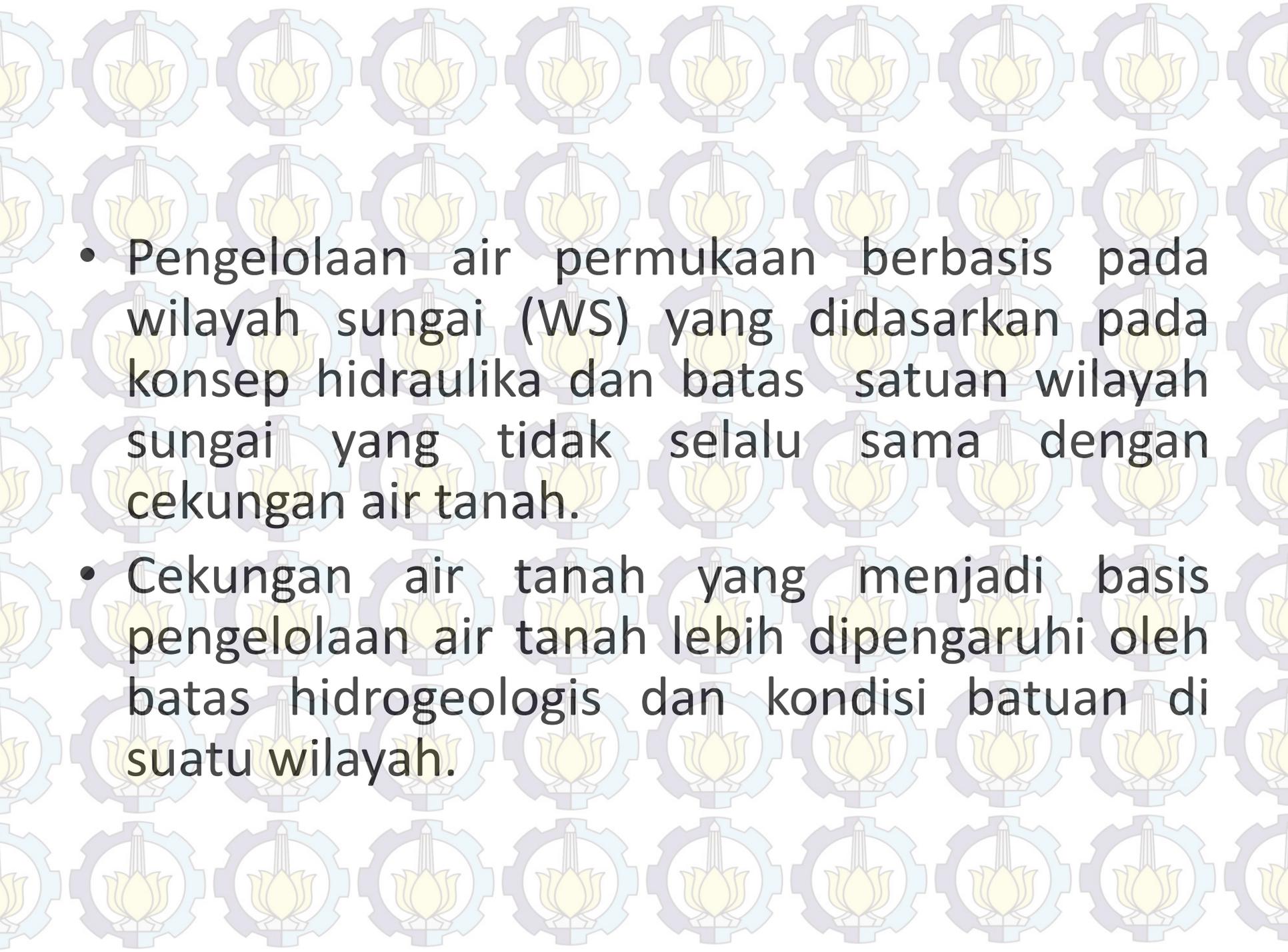
- 
- Telaah pengelolaan air tanah dilakukan berdasarkan pada kebijakan dan peraturan yang sudah ada, sehingga menghasilkan suatu konsep pengelolaan air tanah yang menjamin ketersediaannya dan pendaayagunaannya secara berkelanjutan, yakni salah satunya pengelolaan sumber daya air berdasarkan UU No.7/2004

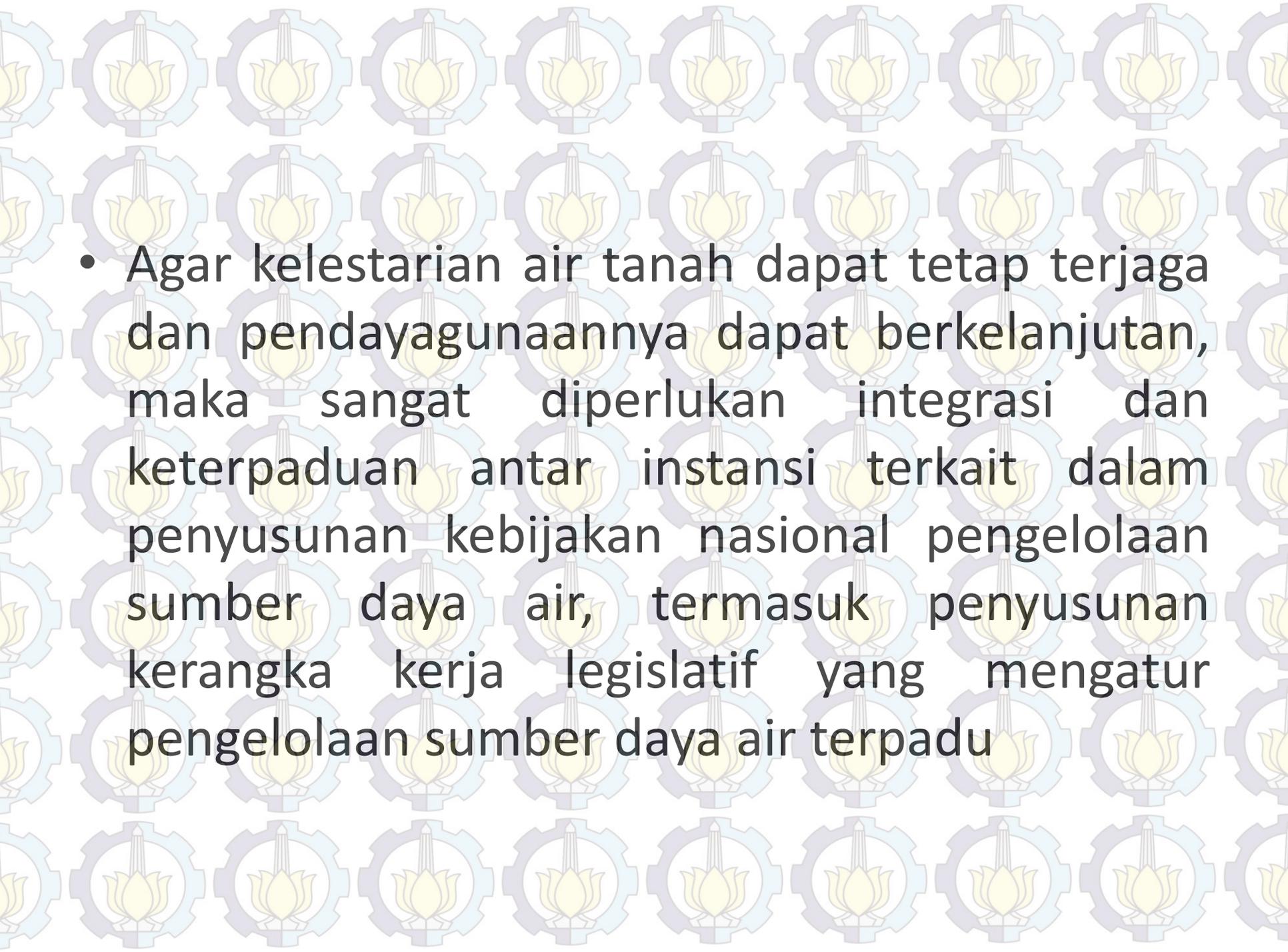
# Pengelolaan Sumber Daya Air Berdasarkan UU No.7/2004

- Pengelolaan sumber daya air terpadu meliputi pengelolaan air permukaan dan air tanah. Karena pada hakikatnya terdapat hubungan erat antara air tanah dan air permukaan, yaitu terjadinya peristiwa air tanah memasok air permukaan, sebaliknya pada kondisi tertentu air permukaan juga dapat memasok air tanah. Dengan demikian diperlukan manajemen penggunaan yang saling menunjang dalam tahap perencanaan dan pendayagunaan.

# Pengelolaan sumber daya air terpadu mengacu pada UU No.7/2004:



- 
- Pengelolaan air permukaan berbasis pada wilayah sungai (WS) yang didasarkan pada konsep hidraulika dan batas satuan wilayah sungai yang tidak selalu sama dengan cekungan air tanah.
  - Cekungan air tanah yang menjadi basis pengelolaan air tanah lebih dipengaruhi oleh batas hidrogeologis dan kondisi batuan di suatu wilayah.

- 
- Agar kelestarian air tanah dapat tetap terjaga dan pendaayagunaannya dapat berkelanjutan, maka sangat diperlukan integrasi dan keterpaduan antar instansi terkait dalam penyusunan kebijakan nasional pengelolaan sumber daya air, termasuk penyusunan kerangka kerja legislatif yang mengatur pengelolaan sumber daya air terpadu



Keterpaduan sistem pengelolaan sumber daya air terpadu ini terkandung dalam 3 hal, yaitu kebijakan, strategi dan rencana pengelolaan

# Beberapa saran dari pengalaman dapat dilihat berikut ini (Kodoatie dan Sjarief, 2005):

1. Perlu pengkondisian partisipasi dan peran serta dari para pihak untuk dapat secara bersama mengatasi persoalan dan dampak yang timbul walaupun hasilnya tidak dapat memuaskan semua pihak. Pengkondisian merupakan proses yang perlu dilakukan secara bertahap. Karakteristik-karakteristik seperti demokratis, transparansi, dan akuntabilitas dapat digunakan dalam proses tersebut. Dalam hal ini peran Pemerintah sebagai pembuat kebijakan sekaligus pihak yang membolehkan/memungkinkan (enabler) dan fasilitator sangat penting. Oleh sebab itu Pemerintah harus dapat mengetahui dan memahami posisi para pihak lainnya dan implikasi dampaknya.
2. Mengetahui fungsi dan perubahan tata guna lahan, pengelolaan air tanah, dan pengembangannya baik pada saat yang lampau, saat ini, dan prediksi yang akan datang. Kondisi tata guna lahan saat ini merupakan dampak dari penentuan kebijakan tentang fungsi dan perubahan tata guna lahan masa lalu.
3. Pemahaman birokrasi dan karakter budaya lokal sangat penting untuk mengetahui pola pikir dan para penentu kebijakan.
4. Persoalan-persoalan yang bisa memicu terjadinya konflik perlu dipahami dan diketahui secara dini sehingga solusi pemecahannya dapat dibuat secara lebih awal.
5. Perlu karakter-karakter demokrasi, transparansi, dan akuntabilitas yang memadai.
6. Pengetahuan yang luas tentang kebijakan publik merupakan potensi penting.

# Kesimpulan

- 1. Aspek teknis yang menghitung neraca air dengan metode Thornwaite & Mather serta Metode Ffolliot. Membuat analisis bila neraca air menunjukkan bahwa tidak terjadi defisit.**
- 2. Untuk menjamin ketersediaan air tanah di masa mendatang maka pengelolaan air secara terpadu.**

# Saran

- 1. Pada saat ini Pemerintah Kabupaten Pasuruan belum memiliki peraturan sumber daya air terpadu dalam waktu yang tidak lama disarankan untuk membuat peraturan daerah untuk pengelolaan sumber daya air terpadu.**
- 2. Dalam menjaga air tanah dalam segi kuantitas pada wilayah CAT ( Cadangan Air Tanah ) Kabupaten Pasuruan ialah dengan perlunya integrasi dan keterpaduan antar instansi terkait dalam penyusunan kebijakan nasional pengelolaan air tanah sesuai tugas dan fungsi masing-masing melalui koordinasi dan kolaborasi penyusunan program agar pendayagunaan sumber daya air tanah dapat berkelanjutan.**

# Daftar Pustaka

- Adiningsih, E. S., 2007, *Peran untuk Adaptasi dan Mitigasi Dampak Bencana Keke-riangan*, . [ Online, accesed 7 Agustus 2014].
- Arifani, D, 2008 . *Dampak Perubahan Penggunaan Lahan Terhadap Keseimbangan Tata Air Di Kawasan Bandung Utara,Final Project,ITB,Bandung* [<http://digilib.itb.ac.id/gdl.php?mod=browse&op=read&id=jbptitbpp-gdl-devinaarif-33616&newlang=english&newtheme=grayDEVINA>]
- Badan Meteorologi,Klimatologi dan Geofisika,2014, Informasi Iklim.
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Pasuruan, 20014 ,.
- Dinas Pertambangan dan Pengairan Kabupaten Pasuruan. 2013. Laporan Potensi Air Tanah.
- Hendrayana, H., 1994, *Pengantar Model Aliran Airtanah*, FT UGM, Yogyakarta, tidak diterbitkan.
- Kadri, T., 2003. *Partisipasi masyarakat dalam mewujudkan suplai Air bersih di perkotaan*. Makalah Pengantar Falsafah Sains, Program Pasca Sarjana / S3 Institut Pertanian Bogor, tidak diterbitkan.
- Kodoatie, J. R., 1996, *Pengantar Hidrogeologi*, Andi, Yogyakarta.
- Kodoatie, J. R., dkk., 2002, *Pengelolaan Sumber Daya Air Dalam Otonomi Daerah*, Andi, Yogyakarta.
- Kurdi. S. Z., dkk., 2000, *Tipologi Bangunan Dan Kawasan Akibat Pengaruh Kenaikan Muka Air Laut Di Kota Pantai – Semarang*, [ Online, accesed 9 Agustus 2014].
- Lubis, R.F., 2006 , *Bagaimana Menentukan Daerah Resapan Air Tanah*, [ Online, accesed 7 Agustus 2014].
- Matekohy. K., dkk., 2007. *Reklamasi Pantai Kota Semarang Kaitannya Dengan Banjir Rob Ditinjau dari Aspek Litologis, Geologis, serta Hidrologis*, Uji Presentasi Mata Kuliah Pengembangan Wilayah, Universitas Gajahmada, tidak diterbitkan.
- Pemerintah Repuplik Indonesia,2004,Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 7 Tentang Sumber Daya Air,Jakarta.
- Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Kabupaten Pasuruan 2009-2029
- Putranto. T. T., 2000, *Zona Proteksi Airtanah*, Referat, Universitas Gajahmada, tidak dipublikasikan
- Sosrodarsono, S dan Takeda, K , 1997, *Hidrologi untuk Pengairan*. PT Pradnya Paramita Jakarta.
- Summarwoto Otto, 1991,Analisis Dampak Lingkungan, Gajah Mada University Press, Jakarta.
- Suharyadi, 2014, *Diktat Kuliah Geohidrologi, Jurusan Teknik Geologi, FT UGM, Yogyakarta*, tidak diterbitkan.
- Suripin, 2004., *Sistem Drainase Perkotaan Yang Berkelanjutan*, Andi, Yogyakarta.



**TERIMA KASIH**