

21.441/IA/H/05



MILIK PERPUSTAKAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI  
SEPULUH - NOPEMBER

## TUGAS AKHIR

(KL. 1702)

# MODEL KEBERADAAN AIRTANAH DANGKAL DI PULAU BAWEAN



RSLee  
553.79  
Mia  
m-1  
2003

PERPUSTAKAAN ITS	
Tgl. Terima	12-9-2003
Terima Dari	H
No. Agenda Prp.	219197

Disusun Oleh :

**YUDHA MIASTO**

4399 100 012

JURUSAN TEKNOLOGI KELAUTAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
2003

LEMBAR PENGESAHAN

MODEL KEBERADAAN AIR TANAH DANGKAL  
DI PULAU BAWEAN

TUGAS AKHIR

Diajukan Guna Memenuhi Sebagian Persyaratan Untuk Memperoleh  
Gelar Sarjana Teknik  
Pada

JURUSAN TEKNIK KELAUTAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

Surabaya, Agustus 2003

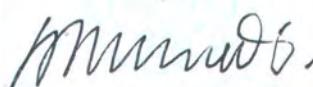
Mengetahui/Menyetujui

Dosen Pembimbing I



Dr. Drs. M. Musta'in, M. Sc  
NIP. 131 869.967

Dosen Pembimbing II



Dr. Ir. Wahyudi, M.Sc  
NIP. 131 842.502



**ABSTRAK**

## **ABSTRAK**

Tugas Akhir ini bertujuan untuk meneliti Model Keberadaan Air Tanah Dangkal di Pulau Bawean. Dengan meneliti keberadaan air tanah dangkal yang memanfaatkan data muka air tanah dibawah permukaan tanah pada sumur penduduk di Pulau Bawean, maka dapat diketahui model muka air tanah di atas permukaan air laut (water table) dan garis kecekungan air tanah di bawah permukaan sekaligus mengetahui interfacenya.

Dalam penelitian ini menggunakan dua metode analisa yaitu, analisa statis dan analisa dinamis. Dengan menggunakan analisa statis didapatkan bahwa tinggi kedalaman interface merupakan 40 kali dari tinggi muka air tanah di atas muka air laut, sehingga dengan menggunakan analisa statis dapat diketahui pada section I dengan koordinat timur-barat interface tertinggi terletak pada 3000 meter dari arah barat section dan 200 meter dari arah timur, pada section II 100 meter dari arah selatan dan 100 meter dari arah utara, pada section III 100 meter dari arah barat laut dan 100 meter dari arah tenggara, serta pada section IV 50 meter dari arah timur laut dan 5000 meter dari arah barat daya. Sedangkan ketinggian water table tertinggi terletak di desa Patar Selamat dengan ketinggian 298.79 meter, kedalaman interface 11951.6 meter di bawah permukaan laut dengan topografi 300 meter di atas permukaan laut untuk semua section dengan topografi menggunakan data dari profil desa Pulau Bawean. Apabila menggunakan data topografi dari Bakosurtanal didapat bahwa ketinggian water table tertinggi terletak di desa Patar Selamat dengan ketinggian 118.79 meter di atas permukaan laut untuk semua section dengan kedalaman interface 4751.6 meter dibawah permukaan laut dengan topografi 120 meter di atas permukaan laut .

Sedangkan apabila menggunakan metode analisa dinamis yang menggunakan parameter curah hujan akibat adanya perubahan musim, memberikan hasil bahwa

dengan adanya curah hujan muka air tanah juga menjadi dinamis atau tidak tetap. Sehingga dengan analisa dinamis kita bisa mengetahui perubahan naik atau turunnya muka air tanah dan interfacenya, didapatkan perkiraan perubahan water table pada puncak musim penghujan antara Desember-Februari mengalami perubahan antara 0.8 meter sampai dengan 1 meter. Sedangkan diluar bulan tersebut perubahan water tabler berkisar antara 0.3 meter.

Dengan adanya penelitian ini, maka akan dapat membantu masyarakat Pulau Bawean mengenai informasi keberadaan air tanah dangkal baik pada saat puncak musim penghujan maupun di bulan-bulan yang lain.

## **KATA PENGANTAR**

## KATA PENGANTAR

Syukur dan terima kasih kami panjatkan kehadiran Allah SWT atas rahmat dan karynia-Nya yang berlimpah kepada saya, sehingga saya dapat menyusun dan menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “Model Keberadaan Air Tanah Dangkal Di Pulau Bawean” ini dengan baik.

Tugas akhir ini disusun dengan tujuan untuk mengaplikasikan ilmu yang telah didapat selama masa perkuliahan khususnya yang berkaitan dengan masalah lingkungan laut. Hasil dari penelitian Tugas Akhir ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi banyak pihak khususnya masyarakat Pulau Bawean dan masyarakat Indonesia pada umumnya. Dalam penelitian tentang model keberadaan air tanah dangkal di Pulau Bawean ini penulis berharap mampu memberikan kontribusi yang bermanfaat mengenai potensi air tanah dngkal yang ada di Pulau Bawean.

Saya sebagai penulis menyadari sepenuhnya bahwa dalam penyusunan laporan penelitian Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna, karena itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari berbagai pihak untuk perbaikan sehingga hasil penelitian ini akan labia bermanfaat bagi pihak-pihak yang terkait.

Surabaya, 29 Juli 2003

Penulis

## **UCAPAN TERIMA KASIH**

Dalam menyusun dan menyelesaikan tugas Akhir ini penulis telah menerima banyak petunjuk dan bimbingan dari berbagai pihak yang sangat berarti untuk membantu kelancaran dalam menyusun dan menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “MODEL KEBERADAAN AIR TANAH DANGKAL DI PULAU BAWEAN”. Oleh karena itu penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Paulus Indiyono, M.Sc. selaku ketua Jurusan Teknik Kelautan FTK-ITS.
2. Bapak Dr. Drs. Mahmud Musta'in, M.Sc. selaku dosen pembimbing I Tugas Akhir.
3. Bapak Dr. Ir. Wahyudi, M.Sc. selaku dosen pembimbing II Tugas Akhir.
4. Bapak Ir. Mas Murtedjo, M.Eng selaku dosen wali.
5. Pemerintah Dati II Gresik, yang telah memberikan ijin penelitian di Pulau Bawean.
6. Seluruh Masyarakat Pulau Bawean, yang telah membantu kelancaran penulis dalam pengukuran data di lapangan.
7. Keluargaku tercinta Bapak Mijono, Ibu (alm), serta kakak-kakakku semua yang telah membantu memberikan dukungan moril maupun materiil.
8. Keluaga Besar Bapak Capt. Soenarno dan Ibu Isabella, selaku orang tua angkat yang telah memberikan dukungan baik moril maupun materiil.
9. Ragil, Denok, Taufan, Santi, Ana, Budi, Arie (sipil'99),Masumamah, dan Indah (pantai'98) yang telah membantu penulis untuk mencari dan mengolah data.

10. Ocean Girls Mely, Ririn, Tyas, Alin, dan juga Mas Dain (pantai'97), Muhamad (L'98), Alexis, yang telah memberikan dukungan secara moril.
11. Ijo's Community Deny, Iin, Ida, Ayik, Chusnul, dan fauzan yang telah membantu memberikan dukungan moril.
12. Simo Putra (Marwan, Fuad, dan Ferry), serta seluruh elemen Ocean Engineering'99 yang telah membantu memberikan dorongan semangat sehingga TA ini dapat terselesaikan.
13. Seluruh pihak yang telah membantu penulis, sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan

## **DAFTAR ISI**

## **DAFTAR ISI**

Abstrak	i
Kata Pengantar	ii
Ucapan Terima Kasih	iii
Daftar Isi	v
Daftar Gambar	vii
Daftar Grafik	viii
Daftar Tabel	ix
<b>BAB I. PENDAHULUAN</b>	<b>I-1</b>
1.1 Latar Belakang	I-1
1.2 Perumusan Masalah	I-3
1.3 Tujuan Penelitian	I-3
1.4 Manfaat Penelitian	I-4
1.5 Batasan Masalah	I-4
<b>BAB II. DASAR TEORI</b>	<b>II-1</b>
2.1 Tinjauan Pustaka	II-1
2.1.1 Naik dan Turunnya Muka Air Tanah	II-4
2.1.2 Keberadaan Persediaaan Air Tanah	II-6
2.2 Dasar Teori	II-6
2.2.1 Air Tanah	II-6
2.2.2 Gerakan Air Tanah	II-9
2.2.3 Curah Hujan	II-9

2.2.4 Profil Umum Air Tanah di Pantai	II-11
2.2.5 Tipe-Tipe Akifer	II-12
2.2.6 Presipitasi (Hujan)	II-13
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b>	<b>III-1</b>
3.1 Studi Literatur	III-1
3.2 Pengumpulan Data	III-1
3.3 Pengumpulan Data Lingkungan	III-2
3.4 Pemetaan Data	III-2
3.5 Pembuatan Garis Water table dan Garis Interface	III-2
3.6 Analisa Perhitungan	III-3
3.6.1 Analisa Statis	III-3
3.6.2 Analisa Dinamis	III-3
<b>BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN</b>	<b>IV-1</b>
4.1 Analisa Statis	IV-3
4.1.1 Analisa Statis Water Table	IV-14
4.1.2 Analisa Statis Interface Line	IV-16
4.2 Analisa Dinamis	IV-25
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b>	<b>V-1</b>
5.1 Kesimpulan	V-1
5.2 Saran	V-2
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	<b>V-3</b>
<b>LAMPIRAN</b>	

## **DAFTAR GAMBAR**

## **DAFTAR GAMBAR**

Gambar1.1 Peta Pulau Bawean	I-2
Gambar 2.1 Kantong air tawar pada akifer bebas dan pola aliran	II-5
Gambar 2.2 Ilustrasi interface air tanah dan air laut	II-8
Gambar 2.3 Perubahan garis interface akibat curah hujan	II-10
Gambar 2.4 Aliran air tanah pada akifer pantai	II-11
Gambar 2.5 Pendugaan aliran tanah dari kontur air tanah	II-12

## **DAFTAR GRAFIK**

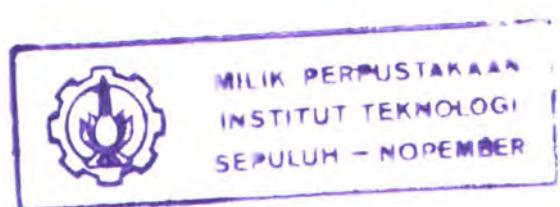
## **DAFTAR GRAFIK**

Grafik 4.1 grafik analisa statis keberadaan garis interface section I di Pulau Bawean	IV-18
Grafik 4.2 grafik analisa statis keberadaan garis interface section II di Pulau Bawean	IV-19
Grafik 4.3 grafik analisa statis keberadaan garis interface section III di Pulau Bawean	IV-20
Grafik 4.4 grafik analisa statis keberadaan garis interface section IV di Pulau Bawean	IV-21
Grafik 4.5 perubahan water table akibat curah hujan	IV-27
Grafik 4.6 perubahan interface akibat curah hujan	IV-28

## **DAFTAR TABEL**

## **DAFTAR TABEL**

Tabel 2.1 Harga koefisien aliran dilihat dari keadaan daerah alirannya	II-15
Tabel 4.1 Pembuatan garis interface (data topografi dari profil desa di Pulau Bawean)	IV-3
Tabel 4.2 Pembuatan garis interface (data topografi dari profil desa di Pulau Bawean)	IV-4
Tabel 4.3 Pembuatan garis interface (data topografi dari profil desa di Pulau Bawean)	IV-5
Tabel 4.4 Pembuatan garis interface (data topografi dari profil desa di Pulau Bawean)	IV-6
Tabel 4.5 Pembuatan garis interface (data topografi dari Bakosurtanal)	IV-9
Tabel 4.6 Pembuatan garis interface (data topografi dari Bakosurtanal)	IV-10
Tabel 4.7 Pembuatan garis interface (data topografi dari Bakosurtanal)	IV-11
Tabel 4.8 Pembuatan garis interface (data topografi dari Bakosurtanal)	IV-12
Tabel 4.9 Perkiraan perubahan muka air tanah	IV-25



# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**



## BAB I

### PENDAHULUAN

#### I.1. LATAR BELAKANG

Air tidak hanya diperlukan manusia untuk minum saja, tetapi air juga dibutuhkan untuk aktivitas hidup seperti mencuci, memasak, irigasi pertanian, aktivitas perindustrian dan sebagainya. Dalam perkembangan peradaban, manusia tidak hanya memanfaatkan air permukaan saja untuk memenuhi tuntutan hidupnya. Keberadaan air tanah dangkal yang dirasakan lebih memiliki kualitas yang jauh lebih baik mulai dimanfaatkan. Air tanah yang terdapat di bumi tersebut tersebar di bawah permukaan tanah pada suatu lapisan geologi, baik di pulau besar maupun di pulau kecil. Pulau kecil dimana keberadaan daratannya yang relatif dekat dengan pantai, keberadaan air tanahnya terutama air tanah dangkal akan sangat dibutuhkan oleh penduduk yang terdapat didalamnya.

Pulau Bawean sebagai salah satu pulau kecil di Indonesia dengan jumlah penduduk 67.250 orang, dengan luas wilayah 196,42 km<sup>2</sup> terbagi dalam dua wilayah yaitu kecamatan Sangkapura 118,72 km<sup>2</sup> dan kecamatan Tambak 78,70 km<sup>2</sup>, serta berjarak 120 km dari kota gresik (BPS,2001) merupakan salah satu pulau kecil yang keberadaannya sangat potensial untuk kegiatan pariwisata yang ditunjang oleh sektor perkebunan, peternakan, industri kecil, pusat perdagangan serta pusat kegiatan pelabuhan. Gambar ilustrasi keberadaan posisi masing-masing desa dapat dilihat seperti gambar 1.1.



Gambar 1.1. Peta Pulau Bawean

Kondisi alam Pulau Bawean yang daratannya merupakan dataran pantai dengan sebagian besar kontur dataran berupa pegunungan seluas 3.432,003 Ha dengan ketinggian hampir mencapai 300 meter di atas permukaan laut dan juga memiliki daratan dengan luas 19.960,07 Ha ini, menjadikan Pulau Bawean memiliki air tanah dangkal yang dapat dijumpai dalam bentuk sumur gali/bor penduduk.

Tugas akhir ini bertujuan untuk meneliti keberadaan air tanah dangkal yang berada di Pulau Bawean, dimana topografi wilayahnya makin tinggi ditengah pulaunya. Penelitian ini juga akan membahas mengenai lensa kecekungan air tanah dangkal di Pulau Bawean sekaligus mendapatkan pola perubahan garis water tablenya.

Penelitian ini dilakukan dengan memanfaatkan data-data tinggi permukaan air tanah di atas permukaan laut serta topografi wilayah Pulau Bawean. Data tersebut dapat diambil dari pengukuran tinggi permukaan air tanah dangkal di sumur penduduk di Pulau Bawean. Dari data-data tersebut kemudian



dapat dipetakan menjadi suatu garis water table yang selanjutnya dapat digunakan sebagai dasar dalam pembuatan lensa kecekungan air tanah dangkal dan garis interface antara air tanah dan air laut.

Analisa terhadap model keberadaan air tanah dangkal di Pulau Bawean diharapkan dapat membantu untuk mengetahui garis water table, lensa kecekungan air tanah dangkal serta garis interface air tanah dan air laut, yang selalu berubah sesuai dengan kondisi lingkungan, seperti yang disebabkan karena perubahan musim.

## I.2. PERUMUSAN MASALAH

Berdasarkan latar belakang permasalahan maka permasalahan yang dapat dirumuskan, seperti berikut ini:

- a) Bagaimana cara menggambarkan keberadaan water table dan lensa kecekungan air tanah dangkal di Pulau bawean.
- b) Bagaimana cara menganalisa perubahan interface air tanah dan water table akibat adanya curah hujan.
- c) Bagaimana korelasinya antara water table dan garis interface.

## I.3. TUJUAN PENELITIAN

Adapun tujuan dari penelitian Tugas Akhir ini adalah:

- a) Mendapatkan pola keberadaan garis water table dengan lensa kecekungan air tanah dangkal di pulau Bawean.



- b) Membuat analisa perubahan garis interface dengan memasukkan parameter curah hujan dan tinggi permukaan air pada sumur gali/bor penduduk.
- c) Mengetahui korelasi antara garis interface dan garis water table.

#### I.4. MANFAAT PENULISAN

Manfaat yang dapat diambil dari penentuan model keberadaan air tanah dangkal di Pulau Bawean yaitu bisa digunakan untuk mengetahui adanya potensi air tanah dangkal dengan cara mengetahui keberadaan posisi garis water table, lensa kecekungan air tanah dangkalnya serta kedudukan antara garis interface dengan muka air laut rata-rata beserta perubahannya baik secara statis maupun dinamis akibat adanya curah hujan yang ada di Pulau Bawean.

#### I.5. BATASAN MASALAH

Untuk lebih memudahkan dalam melakukan analisa dan pada akhirnya dapat dicapai suatu tujuan yang diharapkan, maka dalam studi ini perlu diberikan batasa-batasan sebagai berikut:

- a) Data sumur gali/bor penduduk dipetakan sendiri dengan cara pengukuran secara langsung terhadap sumur gali/bor penduduk di Pulau Bawean.
- b) Data lapangan /primer yang diambil hanya merupakan data permukaan air tanah dangkal yang diukur di atas permukaan laut.



- c) Kontur tanah/topografi wilayah Pulau Bawean yang digunakan diambil berdasarkan data profil desa di Pulau Bawean dan data dari Bakosurtanal sebagai verifikasi.
- d) Sumber mata air, danau, dan sumber air lainnya diasumsikan sama dengan kondisi sumur gali/bor penduduk atau masuk dalam Groundwater.
- e) Tidak mempertimbangkan pengaruh pasang surut sehingga laju aliran dari air laut dianggap tidak ada
- f) Asumsi penggunaan section berdasarkan peta administrasi dengan skala 1:72.000 dengan jumlah section 4 buah.
- g) Pembagian section dibuat seperti pada gambar (lampiran) dengan arah asumsi section I (Timur-Barat), section II (Utara-Selatan), section III (Barat Laut-Tenggara), dan section IV (Timur Laut-Barat Daya)

## **BAB II**

## **DASAR TEORI**



## BAB II

### DASAR TEORI

#### II.1. TINJAUAN PUSTAKA

Semua air yang berada di dalam tanah senantiasa dalam keadaan bergerak dan sebagian besar naik dalam lapisan pengandung air. Lapisan pengandung air ini bertindak seperti pipa sumur yang tertutup sampai timbul suatu tekanan yang cukup untuk mengalirkannya ke permukaan.

Air tanah mengalir dari daerah yang lebih tinggi menuju ke daerah yang lebih rendah dan dengan akhir perjalanan menuju ke laut. Daerah yang lebih tinggi merupakan daerah tangkapan (*recharge area*) dan daerah yang lebih rendah merupakan daerah buangan (*discharge area*) yang biasanya berupa daerah pantai. Secara lebih spesifik daerah tangkapan didefinisikan sebagai bagian dari suatu daerah aliran (*watershed/catchment area*) dimana aliran tanah (yang saturated) berada di bawah muka air tanah.

Sifat dan gerakan air tanah selalu mengikuti hukum umum fisika dan kimia. Gravitasi bumi manarik air dari langit lalu bergerak ke bawah hingga permukaan tanah menyebarkannya ke semua lapisan tanah sampai ke semua lapisan yang dapat ditembus dan mempengaruhi arah alirannya.

Sumur yang banyak terdapat di muka bumi ini hanyalah merupakan sebuah lubang yang mencapai daerah dalam tanah yang jenuh. Kondisi air yang merembes dari tanah yang jenuh kedalam lubang ini, dengan prinsip air yang meresap ke dalam tanah berbeda-beda menurut sifat dasar tanahnya. Jika tanah itu kering dan berpori , banyak air yang akan meresap kedalamnya.



Berdasarkan ruang geraknya dan perbedaan sifat permeabilitas lapisan tanah/batuhan baik ke arah vertikal maupun kearah horizontal air tanah dibedakan menjadi dua macam yaitu air tanah yang bebas dan air tanah yang tertekan . Air tanah bebas atau air tanah dangkal merupakan air tanah yang menempati lapisan pembawa air (akifer) yang bagian atasnya tidak dibatasi oleh lapisan kedap air, sedangkan air tanah yang tertekan adalah air tanah yang tersimpan dalam lapisan akifer yang dibatasi lapisan kedap dibagian atas dan bawahnya.

Curah hujan yang turun ke bumi sebagian pasti ada yang meresap ke dalam permukaan tanah. Air hujan yang meresap ke bawah permukaan tanah sampai terhalang oleh batuan yang tak berpori pada suatu kedalaman tertentu. Air yang meresap ke bawah permukaan tanah tersebut, menyebar secara mendatar sehingga menjauhi permukaan bumi. Air tersebut kemudian meresap ke dalam lumpur dan bergerak melalui media tanah yang berpori.

Permukaan bumi yang paling luar sebagian tersusun dari bahan yang berpori dan agak gembur terutama pasir, kerikil dan lanau. Bahan-bahan tersebut sebagian besar dialasi oleh batuan endapan yang berpori, misalnya seperti pasir. Sedangkan lapisan dimana dialasi oleh batuan dasar yang tidak permeable biasanya menyimpan air tanah.

Waktu meresap ke bawah permukaan tanah , air melewati suatu lapisan dimana terjadi perubahan pada kandungan fisik tanah baik yang berupa air maupun udara. Air yang berada di dalam tanah tersebut terikat oleh molekul-molekul tanah pada suatu kedalaman yang berbeda-beda. Banyaknya butiran atau kumpulan air yang tertahan tergantung pada gaya tarik molekul tanah tersebut yang berubah-ubah secara luas dan cepat.



Pada saat musim penghujan, kondisi di bawah permukaan tanah mungkin penuh dengan resapan air. Sedangkan pada musim kemarau kondisi air bawah tanahnya mungkin tidak ada isinya sama sekali. Hal ini disebabkan air meresap terus sampai ke lapisan paling bawah atau diserap oleh tumbuhan dan menguap ke atas permukaan karena panas yang diserap oleh bumi. Jalur penguapan air tanah ini berakhir pada suatu daerah lembab yang disebut dengan pipa kapiler. Di dalam pipa kapiler-kapiler tersebut terdapat air yang diangkat dari jalur jenuh dibawa oleh gaya kapiler. Lebar tepi kapiler bergantung pada tengah pori tanah, jika porinya relatif besar, hanya sedikit air yang terangkat ke atas.

Lapisan tanah yang mengandung air biasanya meliputi tanah jenuh. Tanah yang jenuh (saturated) tersebut merupakan suatu sumber air yang sangat penting. Sumur-sumur yang banyak dibuat oleh penduduk biasanya digali sampai pada lapisan tanah yang mengandung air dan bersifat jenuh tersebut. Air yang meresap ke bawah tidak mungkin masuk ke daerah yang lebih rendah, sebab pada tiap pori pada suatu lapisan tanah, celah ataupun sela antar butir molekul tanah telah terisi air di bawah permukaan tanah.

Puncak yang terjadi pada jalur air yang jenuh (saturated) dengan tepi kapiler kemudian disebut dengan muka air tanah. Air yang terdapat di dasar sumur dangkal adalah bagian yang dapat ditembus oleh muka air tersebut. Di sekitar air di dasar sumur tersebut dan berdekatan antara sumur satu dengan sumur yang lainnya dalam suatu kondisi dibawah permukaan tanah yang mengandung air akan cenderung meluas baik itu yang dapat menembus lapisan tanah ataupun yang tidak dapat menembus lapisan tanah. Permukaan danau ataupun sungai merupakan bagian dari kondisi air bawah tanah yang dapat menembus lapisan tanah.



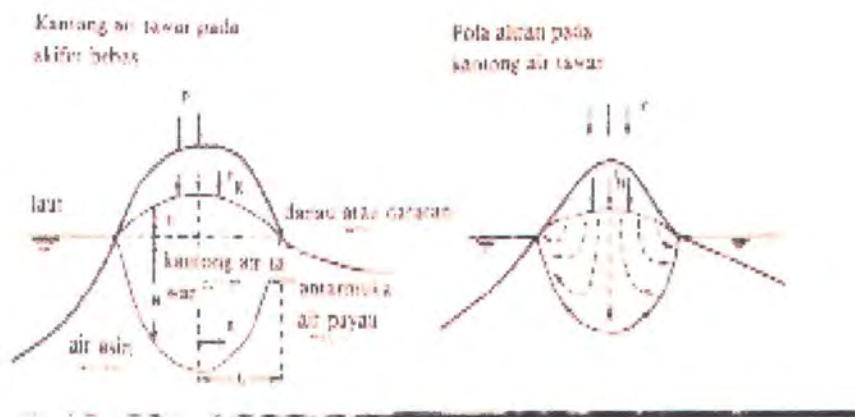
Kondisi dimana dinyatakan bahwa ketinggian muka air yang berubah-ubah di muka bumi ini digambarkan oleh air yang ada di permukaannya. Beberapa danau lebih tinggi dari pada danau lainnya, atau sungai yang mengalir dari hulu ke arah hilir, merupakan suatu fenomena atas perubahan muka air tanah. Muka air tanah yang menggambarkan kondisi tersebut tentunya berada pada sutu kontur topografi yang miring. Garis bentuknya sebagian mencerminkan wajah bumi yang ada di atasnya, misalnya kontur yang tinggi menggambarkan berada di daerah pegunungan atau kontur yang rendah menggambarkan di daerah lembah.

### **II.1.1. Naik dan Turunnya Muka Air Tanah**

Banyak faktor yang dapat mempengaruhi garis bentuk muka air, salah satunya yaitu disebabakan oleh adanya perubahan topografi atau kemiringan lereng permukaan bumi yang ada di atasnya. Fenomena tersebut dapat kita lihat pada bentangan alam yang terdiri atas pegunungan, perbukitan, lembah, maupun dataran. Bila hujan turun dan kemudian meresap ke bawah permukaan, air akan terkumpul di bawah tanah pada dasar bahan yang berpori tersebut. Muka air kemudian akan naik sama pada setiap cekungan, dengan muka air yang tetap rata (Kodoatie, 1996). Muka air akan tetap rata sampai air tersebut tingginya di atas permukaan tanah akibat banyaknya hujan yang meresap ke dalam permukaan tanah. Banyak atau sedikitnya curah hujan yang meresap ke dalam tanah pada akhirnya akan berdampak pada perubahan tinggi rendahnya kecekungan interface antara air tanah dan air laut. Apabila curah hujan yang turun banyak maka kantong lensa air tanah akan turun ke bawah tetapi apabila curah hujan yang



turun sedikit atau dalam musim kemarau maka kantong lensa air tanah akan cenderung untuk naik ke atas seperti dilustrasikan dalam gambar 2.1 di bawah ini.



Gambar 2.1. kantong air tawar pada akifer bebas dan pola aliran (Seyhan,1990)

Apabila hujan terus turun di daerah pegunungan, air akan meresap ke dalam tanah dan merembes ke lapisan pengandung air. Lapisan pengandung air yang terletak lebih tinggi dari lembahnya, maka air akan terus merembes ke luar dari sisi bukit. Jika banyaknya air yang merembes ke luar dari bukit dan dialirkan oleh sungai setara dengan banyaknya air yang meresap, maka air tersebut akan masuk ke dalam tanah pada lapisan pengandung air. Kondisi ini akan menyebabkan muka air tidak akan berubah.

Kondisi dimana muka air tidak lagi datar melainkan membentuk seperti puncak, maka titik tertingginya terletak langsung di bawah puncak bukit, sedangkan titik terendah dapat kita jumpai di dekat permukaan sungai (Bouwer, 1978).



### II.1.2. Keberadaan Persedian Air Tanah.

Keberadaan kondisi air tanah yang ada di muka bumi ini tentu tidak selamanya berada dalam jumlah banyak. Hal ini sangat tergantung pada daerah tangkapan air yang ada di bawah tanah. Pengaruh perubahan musim dan pemakaian air yang berlebihan merupakan salah satu faktor yang dapat mempengaruhi persediaan air tanah khususnya air tanah dangkal (Bouwer, 1978).

Sebagian air yang belum tersentuh di bawah tanah yang terjebak di dalam bumi tersebut, merupakan suatu formasi air yang terperangkap dalam pori batuan endapan. Air tanah tersebut tersekap karena sudah lama sekali terperangkap dan tidak muncul dalam daur hidrologi. Air yang tidak pernah masuk dalam siklus daur hidrologi itu merupakan sebagian dari persediaan molekul air asli yang ditarik dari debu kosmos dalam pembentukan bumi berjuta-juta tahun yang lalu (Prince, 1985). Persediaan air tanah yang terganggu akan menyebabkan tidak seimbangnya interface antara air tanah dan air laut. Kondisi ini akan menyebabkan semakin menurunnya kualitas air tanah khususnya air tanah dangkal. Dengan semakin memburuknya kualitas air tanah maka keberadaan interface akan mengarah pada kondisi ketidakstabilan.

## II.2. DASAR TEORI

### II.2.1. Air Tanah

Pada lapisan di bawah permukaan tanah, air tanah ditemukan pada suatu formasi geologi permeable (tembus air). Dimana pada kondisi ini merupakan



suatu formasi pengikat air yang kemudian dikenal sebagai *akifer*. *Akifer* yang merupakan formasi pengikat air itu memungkinkan jumlah air yang cukup besar untuk bergerak melaluinya pada kondisi lapangan yang biasa (Seyhan, 1990). Ada juga lapisan tanah pada lapisan dasar semi permeable, dimana lapisan ini mengandung air tetapi tidak mampu memindahkan jumlah air yang nyata. Lapisan semacam ini disebut dengan *akiklud*.

Lapisan tanah yang ada di bawah permukaan terdapat suatu permukaan yang tidak beraturan yang disebut dengan bidang batas air jenuh (*water table*). Bidang batas air jenuh merupakan kedudukan titik-titik yang mempunyai tekanan hidrostatik sama dengan tekanan atmosferik. Di atas bidang batas air jenuh yaitu pada lapisan kapiler, pori-pori tanah terisi udara atupun air. Sedangkan pada lapisan *freatik/phreatic* yang letaknya di bawah bidang batas air jenuh, celah-celah tanahnya berisi air (Linsley, 1986).

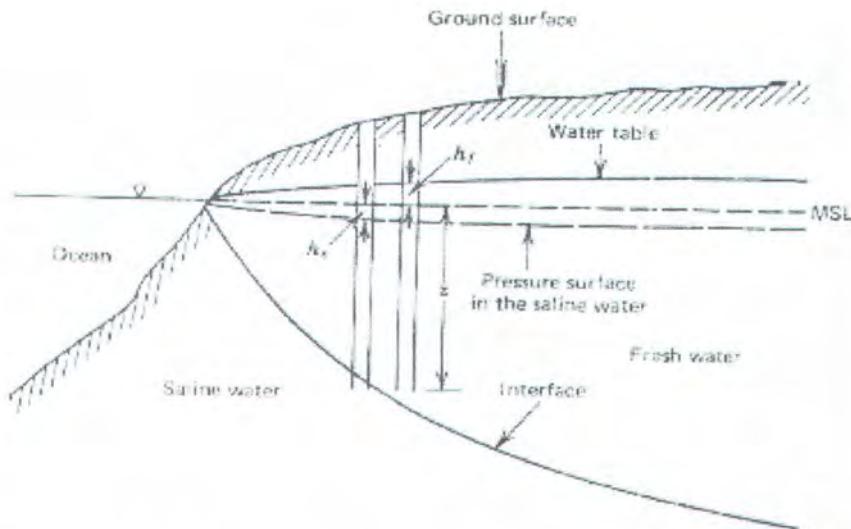
Teori aliran tanah yang dikemukakan oleh Darcy, menemukan bahwa debit yang terukur sebanding dengan perbedaan tinggi air  $H_1$  dan  $H_2$ , yang secara skematis disajikan sebagai berikut:(Harto, 1993)

$$Q = \frac{k A (H_1 - H_2)}{\Delta L} \quad \dots \dots \dots \text{(pers. 2.1)}$$

dimana  $A$ = luas penampang

$L$ =panjang aliran

$k$ =ketetapan (permeabilitas)



Gambar 2.2. Ilustrasi interface air tanah dan air laut (Todd, 1980)

Gyben-Herzberg (Todd, 1980) mengasumsikan bahwa equilibrium statis dan distribusi tekanan hidrostatis pada daerah air tawar dengan keseimbangan dari air laut seperti dalam gambar 2.2 di atas. Selain itu kita juga bisa menggunakan asumsi bahwa equilibrium adalah dinamis dengan aliran horizontal yang mengalir pada daerah air tawar. Hal ini berarti bahwa kesetimbangan potensial adalah garis vertikal dari permukaan. Sehingga dapat dituliskan dalam persamaan matematis:

$$(h+z) \gamma_f = z \gamma_s \quad \dots \dots \dots \text{(pers.2.2)}$$

atau

$$z = \alpha h \quad \dots \dots \dots \text{(pers.2.3)}$$

$$\gamma_f$$

dimana :  $\alpha = \frac{\gamma_s}{\gamma_s - \gamma_f} \sim 40$  .....(pers. 2.4)

$$(\gamma_s - \gamma_f)$$



Dengan:  $h$  = ketinggian air tawar (elevasi muka iar tanah)

$z$  = kedalaman daerah transisi di bawah muka air laut

$\gamma_s$  = beart jenis air laut =  $1025 \text{ kg/m}^3$

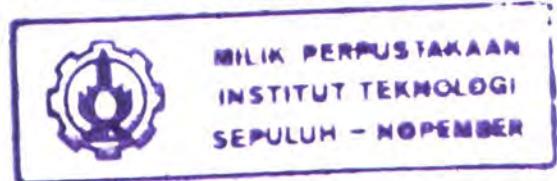
$\gamma_f$  = beart jenis air tawar =  $1000 \text{ kg/m}^3$

## II.2.2. Gerakan Air Tanah.

Gerakan air tanah sering diidentikan dengan pengisian kembali permukaan air tanah dengan menggunakan perbedaan antara permukaan air tanah antara 2 bagian dengan adanya transmisibilitas. Jika air tanah keluar dalam bentuk mata air maka, debit tahunan mata air adalah sama dengan pengisian kembali tahunan air tanah (Rodda, dkk. 1976)

Apabila kondisi air tanah berdekatan dengan pantai maka dapat digunakan adanya kandungan klorida air hujan, dengan peningkatan kandungan garam air tanah yang disebabkan oleh hujan tersebut. Pendekatan ini akan sangat cocok apabila digunakan pada kawasan pantai tetapi menganggap bahwa hujan merupakan satu-satunya sumber garam jika sumber lainnya tidak diketahui.

## II.2.3. Curah Hujan

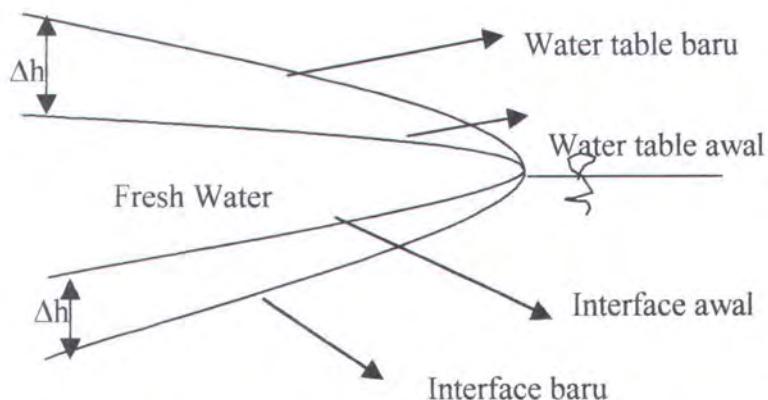


Adanya perubahan musim sangat berpengaruh pada keberadaan posisi water table dan keberadaan garis interfacenya. Ketinggian permukaan air pada saat musim penghujan, tentunya akan sangat berbeda dengan ketinggian air pada musim kemarau. Dimana posisi water table pada musim kemarau lebih rendah jika dibandingkan pada musim penghujan. Hal ini disebabkan oleh adanya pengaliran air di permukaan dan perembesan air ke dalam tanah segera setelah air



hujan jatuh mengenai permukaan bumi. Curah hujan, topografi dan sifat fisik batuan atau tanah yang ada di permukaan bumi akan mempengaruhi banyak atau sedikitnya air hujan yang mengalir dan meresap ke dalam tanah. Dengan demikian kita dapat mengetahui pola aliran air tanah yang ada di bawah permukaan tanah. Kondisi ini mengakibatkan terbentuknya pola aliran water table dan pola garis interface yang baru (Wilson, 1990).

Dengan adanya perubahan air secara vertical akibat penambahan air hujan maka aliran horizontal secara otomatis dapat berubah dengan kata lain jika kenaikan letak posisi dari water table terhadap muka air lautnya maka secara otomatis juga akan merubah posisi garis interfacenya, seperti dalam gambar 2.3.



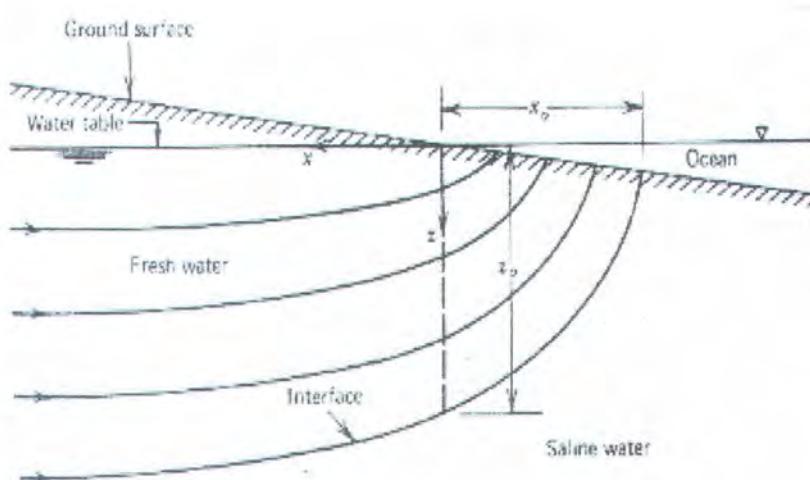
Gambar 2.3. perubahan garis interface akibat curah hujan

Dengan mengetahui posisi water table pada saat musim penghujan maka akan didapatkan pemodelan garis interface pada saat musim penghujan, dengan sketsa awal seperti pada gambar di atas.



## II.2.4. Profil Umum Air Tanah Di Pantai

Air bawah tanah yang ada di pantai dapat dikatakan hampir selalu bergerak, walaupun kecepatan alirnya mungkin bisa dibilang sangat kecil. Aliran air bawah tanah bergerak secara horizontal maupun lateral. Pada kecepatan umumnya berkisar antara 1 sampai dengan 500 meter tiap tahunnya. Pergerakan air dalam *vadose zone* dan melalui batasan lapisan atau *aquitars* yang utamanya secara vertical (bergerak naik turun) (Harto, 1993) lihat gambar 2.4 di bawah ini



Gambar 2.4. Aliran air Tanah pada akuifer pantai (Todd, 1980)

Dalam pembuatan analisa pergerakan aliran air di bawah permukaan, lapisan yang sebenarnya adalah lintasan yang mempunyai aliran yang melewati berbagai bentuk seperti pori-pori, patahan ataupun celah dari tanah maupun batuan atau mineral aquifer sehingga akan diambil suatu lintasan yang lebih halus yang bergerak melalui partikel yang solid. Hasil garis yang lebih halus dan lurus tersebut adalah alur aliran yang biasa disebut dengan *stream lines* (Bouwer, 1978).

Dalam suatu aliran linier yang mempunyai suatu stream line secara paralel di bawah water table dalam bagian yang melintas secara vertical dari aquifer



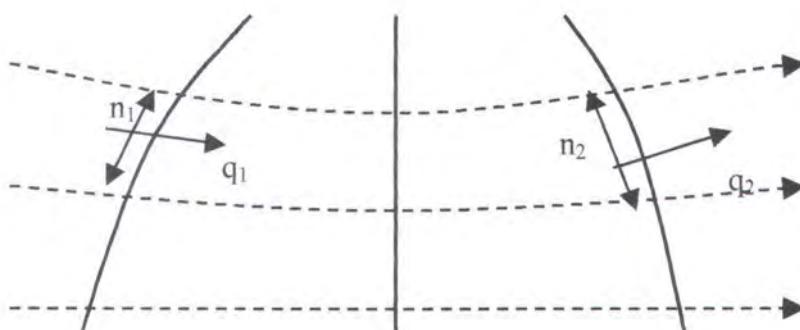
paralel ke arah lintasan aliran yang membuat stream lines membentuk suatu garis lurus dan paralel, dan aliran tersebut tidak berubah menurut kondisi dan keadaan tanah yang ada. Ada beberapa macam jenis atau pola arah aliran Air tanah, yaitu (Seyhan, 1990):

- a. Garis-garis aliran air tanah dengan gerakan pada bidang zx.

Pada kasus akifer bebas gerakan air tanah secara umum akan berada pada arah gradien muka air. Dengan kata lain, air tanah akan bergerak dari daerah muka air yang tinggi ke yang lebih rendah. Suatu peta yang sama dapat disajikan untuk tinggi air piezometrik akifer tertekan.

- b. Aliran air tanah melalui suatu batas.

Bila aliran air tanah lewat dari suatu kawasan permeabilitas yang berbeda, maka akan dihasilkan suatu perubahan arah aliran. Hal ini berarti bahwa arah aliran yang terjadi akan mendekati arah horizontal seperti dalam gambar 2.5 di bawah ini.



Gambar 2.5. Pendugaan aliran tanah dari kontur air tanah (Seyhan, 1990)

### II.2.5. Tipe-Tipe Akifer

Di dalam tanah banyak terdapat macam-macam akifer tanah. Hal ini disebabkan oleh formasi goleogi di bawah tanah yang meliputi jjenis batuan dan



jenis tanah yang terdapat di dalamnya. Ada tiga tipe akifer utama yang terdapat di dalam tanah, yaitu :

- 1) Akifer tidak tertekan. Akifer ini disebut juga sebagai akifer bebas, freatik atau non artesis. Dengan batas-batas atasnya adalah muka air tanah. Kelengkungan dan kedalaman muka air tanah beragam tergantung pada kondisi-kondisi permukaan, luas pengisian kembali, debit, pemompaan dari sumur, permeabilitas, dan lain-lain.
- 2) Akifer tertekan. Akifer ini disebut juga akifer artesis atau akifer tekanan di mana air tanah tertutup antara 2 strata yang relatif kedap air. Airnya ada dibawah tanah dan bagian atasnya dinatas oleh permukaan piezometrik.
- 3) Akifer melayang. Akifer ini merupakan kasus khusus dari akifer tak terbatas yang terjadi di mana tubuh air tanah dipisahkan dari tubuh utama air tanah oleh stratum yang relatif kedap air dengan luas yang kecil.
- 4) Akifer semi tertekan. Akifer ini merupakan kasus khusus akifer bertekanan yang dibatasi oleh lapisan semi permeable.

## II.2.6. Presipitasi (Hujan)

Udara yang lembab bergerak ke atas kemudian akan menjadi dingin samapai melalui titik embun, maka uap air didalamnya mengkondensir samapai membentuk butir-butir air. Bila proses pendinginan ini terjadi secara besar-besaran, maka butir-butir air akan jatuh sebagai presipitasi atau hujan (Sholeh, 1997).

Deras tidaknya hujan yang turun tergantung dari banyaknya uap air di dalam udara. Pada umumnya semakin deras, hujannya semakin pendek waktunya.



Oleh karena itu setelah sebagian uap air mengkondensir udara semakin menjadi kering, maka derasnya hujan berubah dengan waktu.

Hujan dibagi atas 3 type sesuai dengan cara udara naik ke daerah yang labia dingin. Tiga type tersebut adalah:

- a. Hujan siklonik, yaitu berasal dari naiknya udara yang dipusatkan di daerah dengan tekanan yang rendah.
- b. Hujan konvektif, yaitu berasal dari naiknya udara ke tempat yang lebih dingin.
- c. Hujan orografik, yaitu berasal dari naiknya udara karena adanya rintangan berupa pegunungan.

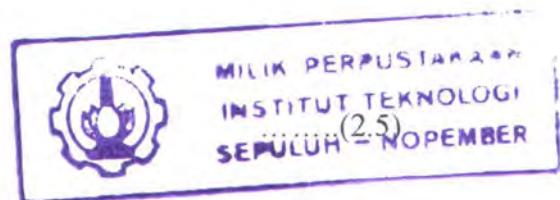
Hujan sangat dipengaruhi oleh iklim dan keadaan topografi daerah, sehingga keadaannya sangat berbeda untuk masing-masing daerah. Hujan yang terjadi di suatu daerah kadang-kadang sangat sulit untuk menentukan typenya sehingga data yang demikian jarang disebutkan.

Banyaknya resapan hujan yang turun atau debit hujan yang diserap oleh suatu daerah akan sangat tergantung dari luasan daerah yang tertimpa hujan, intensitas hujan yang turun pada daerah tersebut, dan koefisien keadaan daerah alirannya. Debit hujan yang turun pada suatu daerah dapat dituliskan dalam persamaan seperti dibawah ini. Persamaan tersebut dikenal dengan Metode Rational (Sholeh,1997).

$$Q = 0.278 \alpha I A$$

Dimana :  $\alpha$  = koefisien daerah aliran

:  $I$  = Intensitas hujan (mm/jam)





$$A = \text{Luasan daerah resapan yang mengalami hujan (m}^2\text{)}$$

Besarnya koefisien daerah aliran  $\alpha$  dapat dilihat dalam tabel 2.1 dibawah ini.

Tabel 2.1. Harga koefisien aliran dilihat dari keadaan daerah alirannya. (Sholeh, 1997)

Keadaan Daerah Aliran	$\alpha$
Bergunung dan curam	0.75-0.90
Pegunungan tersier	0.70-0.80
Sungai dengan tanah dan hujan dibagian atas dan bawahnya	0.50-0.75
Tanah dasar yang ditanami	0.15-0.60
Sawah waktu diairi	0.70-0.80
Sungai bergunung	0.75-0.85
Sungai dataran	0.45-0.75

Tabel 2.1 diatas merupakan gambaran mengenai macam-macam karakter dan sifat permukaan daerah aliran. Berdasarkan tabel tersebut kita bisa mendapatkan gambaran kemiringan daerah aliran hujan.

Intensitas hujan merupakan banyaknya hujan yang jatuh selama periode tertentu. Untuk mengetahui besarnya intensitas hujan dapat dicari dengan menggunakan persamaan 2.6 (Sholeh, 1997)

$$I = \frac{R_{24}}{24}^{2/3} (24/t) \dots\dots\dots (2.6)$$

Dimana :  $R_{24}$  = curah huajn harian (mm)

$t$  = lamanya waktu hujan (jam)

Curah hujan yang akan terjadi di suatu bulan tertentu dapat kita ramalkan dengan cara mengetahui interval waktu rata-rata dari suatu peristiwa akan mulai



atau dilampaui satu kali curah hujan pada masa tertentu. Peristiwa peramalan semacam ini disebut dengan masa ulang (*return period*).

Curah hujan yang akan diramalkan pada suatu masa tertentu dapat dicari dengan menggunakan Metode Gumbel (Sholeh,1997). Dimana harga ekstrim dari peramalan curah hujan yang terjadi pada suatu masa tertentu merupakan fungsi dari interval rata-rata hujan yang turun pada masa tertentu juga.

$$R_{t_s} = R + [(Y_T + Y_N) / S_N] S_x \quad \dots \dots \dots \quad (2.7)$$

Dimana  $\bar{Y}_T$  merupakan reduced variate yang merupakan fungsi dari masa ulang T.

$$Y_T = -\ln [\ln(T/T-1)] \quad \dots \dots \dots \quad (2.8)$$

Dengan T merupakan masa ulang dari setiap kejadian. Sedangkan  $S_x$  merupakan standar deviasi dari data seri, dimana:

$$S_x = \sqrt{(\sum (R - \bar{R})^2 / n-1)} \quad \dots \dots \dots \quad (2.9)$$

R : banyaknya hujan yang turun dalam bulan tertentu

$\bar{R}$  : rata-rata hujan yang turun dalam bulan dan dalam interval tertentu

N : waktu periode ulang yang diramalkan

$Y_N$  : reduce mean yang merupakan fungsi dari banyaknya data. (lampiran)

$S_N$  : reduce standar deviasi yang merupakan fungsi banyaknya data (lampiran)

Dengan adanya peramalan peristiwa hidrologi ini maka akan dapat diketahui data curah hujan yang turun pada suatu masa tertentu. Hal ini dapat terjadi karena peristiwa hidrologi merupakan suatu siklus, dimana kejadian pada suatu saat tertentu dapat terulang kembali pada saat yang lain meskipun besarnya tidak sama.



### **BAB III**

## **METODOLOGI PENELITIAN**



## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

Dalam penelitian tugas akhir ini dilakukan langkah-langkah penggerjaan sebagai berikut:

#### III.1. STUDI LITERATUR

Dalam studi literatur penulis mencoba mencari dan mempelajari pustaka yang berkaitan erat dengan masalah air tanah dangkal. Penambahan informasi mengenai cara pemetaan air tanah dangkal dari suatu data primer merupakan hal yang sangat mendasar untuk diketahui sebelumnya, serta mencari informasi mengenai penggambaran model air tanah dangkal, lensa kecekungan air tanah dangkal, serta interface.

#### III.2. PENGUMPULAN DATA

Pengumpulan data yang berkaitan dengan tugas akhir ini diambil berdasarkan pengukuran dan pengamatan langsung dilapangan. Data sumur bor/gali penduduk diambil langsung dari Pulau Bawean dengan cara pengukuran tinggi permukaan air tanah dangkal pada sumur penduduk untuk tiap-tiap desa di dua kecamatan.

Penentuan titik sumur diambil berdasarkan asumsi section yang dibuat melintang dan membujur yang memotong dua kecamatan yang ada di Pulau Bawean, yaitu kecamatan Sangkapura dan kecamatan Tambak.

Pengukuran tinggi permukaan air tanah dilakukan dengan cara mengukur terlebih dahulu tinggi mulut sumur diatas permukaan tanah, kemudian dilakukan



pengukuran kedalaman air tanah di bawah permukaan tanah dengan cara memasukkan tali yang diberi bandul dan data dicatat pada saat bandul menyentuh permukaan air.

### **III.3. PENGUMPULAN DATA LINGKUNGAN**

Data curah hujan diambil dari Dinas Pekerjaan Umum Sub Dinas Pengairan Kabupaten Gresik, dan data pendukung lainnya diambil dari Badan Pembangunan dan Pengembangan Daerah Kabupaten Gresik serta dari Badan Penelitian dan Pengembangan sub dinas Pertambangan Enegi dan Lingkungan Hidup.

### **III.4. PEMETAAN DATA**

Data-data yang didapat berupa data tinggi permukaan air kemudian diplotkan pada suatu bidang koordinat. Dengan acuan garis bujur dari utara ke selatan yang membentang sepanjang Pulau Bawean serta garis lintang dari timur ke barat melintang sepanjang Pulau Bawean. Koordinat lintang diukur dengan acuan jarak sumur dari garis pantai. Koordinat bujur diukur dengan acuan kantor pusat kecamatan Sangkapura dan Tambak.

### **III.5. PEMBUATAN GARIS WATER TABLE DAN GARIS INTERFACE**

Garis water table dibuat berdasarkan acuan plotting data posisi sumur yang menyebar di seluruh Pulau Bawean. Dengan batuan data topografi Pulau Bawean, maka dapat diketahui tinggi permukaan air pada tiap kontur wilayah yang



berbeda-beda. Titik-titik sumur yang didapat tersebut kemudian dihubungkan dengan suatu garis yang kemudian terbentuk garis water table.

Garis interface dibuat berupa garis tegak lurus dengan garis pantai Pulau Bawean, dilakukan dengan menarik titik-titik sumur yang berada disekitar garis interface tersebut kemudian menarik garis tegak lurus untuk memudahkan pembuatan garis interface.

### **III.6. ANALISA PERHITUNGAN**

#### **III.6.1. Analisa Statis**

Analisa perhitungan dilakukan dengan memodelkan data titik-titik sumur kemudian dibuat garis water table. Dari model garis water table ini kemudian dibuat suatu lensa kecekungan air tanah dangkal serta pembuatan garis interface antara air tanah dan air laut. Lensa kecekungan air tanah tersebut dibuat berdasarkan pendekatan oleh Ghyben-Herzberg mengenai kedudukan garis interface antara air tanah dan air laut adalah 40 kali dari ketinggian water table yang terdapat di atas muka air laut. Hasil yang digambarkan dalam garis interface tersebut dapat dijadikan asumsi garis batas antara air tanah dan air laut pada tiap-tiap asumsi section di eluruh Pulau bawean.

#### **III.6.1. Analisa Dinamis**

Analisa dinamis dilakukan dengan cara memasukkan data curah hujan yang terjadi dalam tiga tahun, yaitu tahun 1998/1999 terjadi mulai Oktober 1998 sampai agustus 1999, tahun 1999/2000 terjadi mulai Oktober 1999 sampai Agustus 2000 dan tahun 2000/2001 terjadi mulai Oktober 2000 sampai Juni 2001.



Data curah hujan yang didapat kemudian dapat digunakan untuk meramalkan curah hujan yang terjadi pada saat survei. Dari data curah hujan yang didapat setelah peramalan tersebut kemudian dicari debit air hujan yang masuk kedalam daerah resapan. Data debit air yang meresap kedalam tanah kemudian dapat digunakan untuk mencari perubahan kenaikan muka air. Kenaikan muka air yang didapat dengan menggunakan data curah hujan tersebut, dapat digunakan sebagai data pembanding untuk mengetahui selisih ketinggian water table sebelum terjadi penambahan air hujan yang datanya tidak diketahui sebelumnya.

Peramalan peristiwa hidrologi tersebut dapat dilakukan dengan cara mengetahui jumlah curah hujan rata-rata yang terjadi selama interval tertentu. Dengan bantuan metode rational untuk mendapatkan debit maximum air hujan yang meresap kedalam tanah dan metode Gumbel untuk memprediksi banyaknya curah hujan yang terjadi dalam periode ulang, maka kita dapat memprediksi jumlah curah hujan berdasarkan data-data yang kita dapatkan.

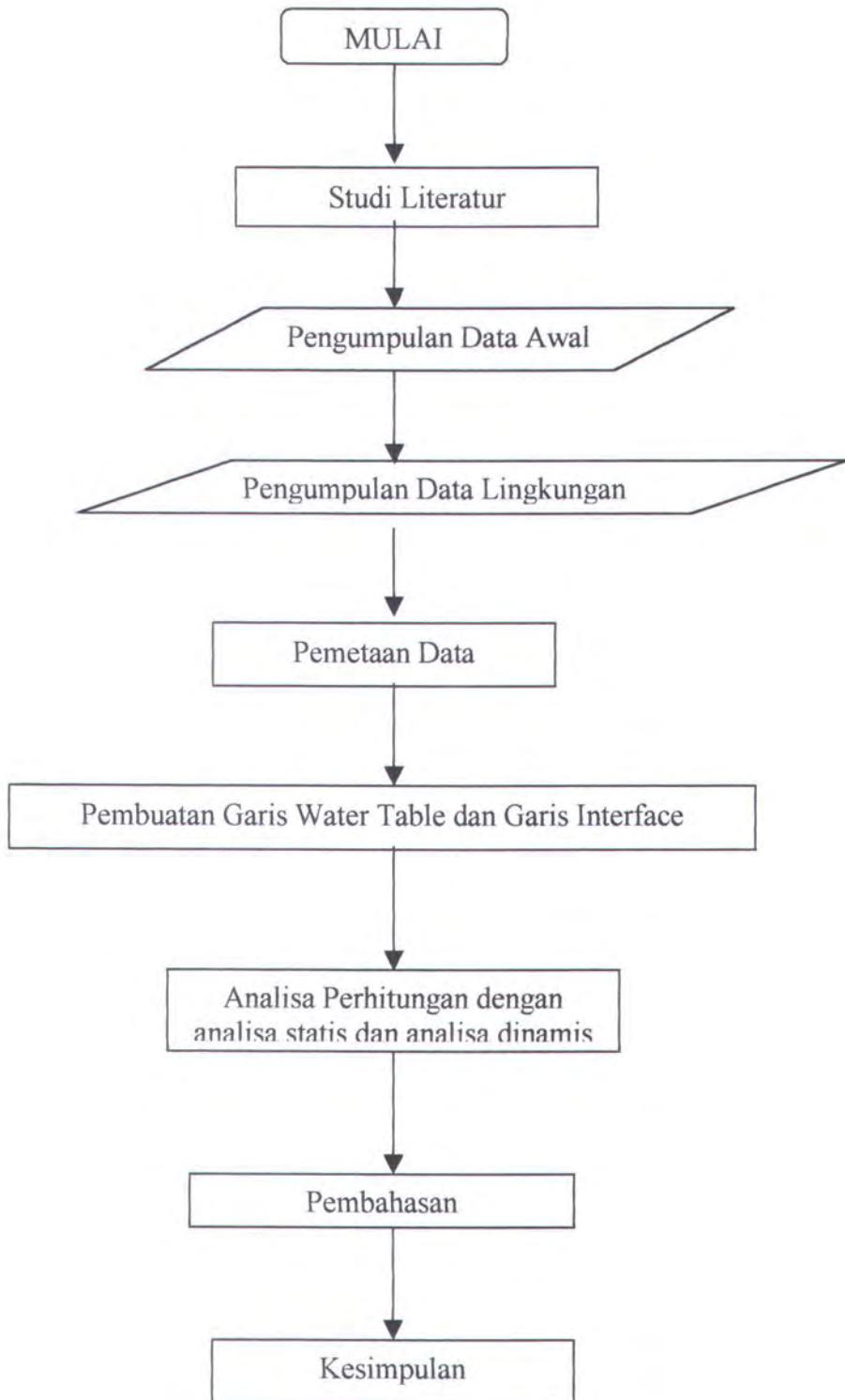
Dengan adanya curah hujan permukaan water table akan naik atau mengalami perubahan. Puncak kecekungan akan cenderung untuk naik ke atas. Data-data curah hujan yang di dapat dalam bentuk bulanan, kemudian dilakukan penjumlahan selama kurun waktu bulan hujan pertahun sehingga di dapat banyaknya curah hujan selama satu tahun. Banyaknya curah hujan yang terjadi selama satu tahun tersebut kemudian diplotkan dalam bentuk grafik yang kemudian dilakukan regresi sehingga didapat pola perubahan terhadap water table.

Setelah didapatkan water table akibat curah hujan maka dilakukan kembali pencerminan terhadap muka air laut rata-rata ke arah bawah setinggi 40 kali maka akan didapatkan garis interface. Kejadian perubahan naik turunya kecekungan



inteface dipengaruhi juga oleh perubahan muka water table di atas permukaan laut.

Berikut ini *flowchart* metodologi tugas akhir:



## **BAB IV**

## **ANALISA DAN PEMBAHASAN**



## BAB IV

### ANALISA DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini, dilakukan studi mengenai potensi air tanah dangkal yang terdapat di pulau kecil, khususnya Pulau Bawean. Penelitian ini dapat dilakukan dengan tersedianya data berupa keberadaan air tanah dangkal yang dijumpai dalam bentuk sumur-sumur penduduk dan topografi wilayah. Data-data tersebut akan sangat membantu dalam hal pembuatan garis interface antara air tanah dan air laut.

Data mengenai kedalaman sumur penduduk di atas permukaan laut, digunakan dengan tujuan untuk membuat suatu analisa dinamis mengenai perubahan yang mungkin terjadi pada garis interface antara air laut dengan air tanah. Pembuatan analisa dinamis dari perubahan garis interface terlebih dahulu harus dilakukan dengan analisa statis. Analisa statis merupakan dasar dalam pembuatan garis interface dalam penelitian mengenai model keberadaan air tanah dangkal di pulau kecil khususnya pulau bawean.

Perubahan yang terjadi pada garis interface antara air tanah dan air laut terlebih dahulu dapat menggunakan analisa statis. Analisa statis merupakan analisa perkiraan keberadaan garis interface dengan asumsi bahwa keberadaan garis interface tersebut adalah 40 kali dari ketinggian muka air tanah yang diukur dari muka air laut. Hasil dari analisa statis dapat ditindak lanjuti dengan analisa dinamis. Dimana analisa dinamis merupakan perubahan garis interface air tanah dan air laut yang berubah secara dinamis sesuai dengan kondisi lingkungan sekitar.



Tahapan yang harus dilakukan dalam pembuatan suatu garis interface antara air laut dan air yang terdapat di Pulau Bawean sebagai salah satu pulau kecil yaitu harus tersedianya data ketinggian muka air tanah di atas muka air laut yang diambil secara merata pada tiap-tiap desa yang memiliki sumur di seluruh Pulau Bawean atau yang lebih dikenal dengan sebutan *water table*.

Pemetaan terhadap sumur-sumur penduduk yang akan digunakan sebagai dasar pembuatan plotting water table dan interface yaitu dengan cara membagi wilayah Pulau Bawean dalam beberapa section. Dalam penelitian ini untuk memudahkan dalam menganalisa akan dibagi dalam 4 section, merata mulai dari kecamatan Tambak yang terletak di sebelah utara sampai dengan kecamatan Sangkapura yang terletak di sebelah selatan. Section I merupakan koordinat yang terbentang dari Timur-Barat, section II merupakan koordinat yang terbentang dari Utara-Selatan, section III merupakan koordinat yang terbentang dari Barat Laut-Tenggara, dan section IV merupakan koordinat yang terbentang dari Timur Laut-Barat Daya. Semua section saling berpotongan pada suatu titik. Titik yang menjadi tempat perpotongan section-section tersebut akan dijadikan acuan dalam bidang koordinat penentuan posisi masing-masing desa yang tersebar merata di seluruh Pulau Bawean.

Dengan adanya pembagian section-section tersebut maka posisi desa dapat diproyeksikan ke dalam section terdekat yang ditinjau. Hasil dari proyeksi posisi desa tersebut akan memberikan ilustrasi posisi desa dalam suatu garis lurus pada tiap-tiap section dengan satuan meter. Hal ini akan memudahkan dalam plotting posisi koordinat water table sekaligus mengetahui lensa kecekungan air tanah dangkal di Pulau Bawean.



#### IV.1. ANALISA STATIS

Analisa statis digunakan untuk mengetahui keberadaan interface yang ada di bawah permukaan tanah dengan bantuan garis water table. Garis water table yang letaknya di atas mean sea level dicerminkan sedalam 40 kali ke bawah permukaan tanah.

Hasil pencerminan tersebut dapat digunakan sebagai perkiraan keberadaan garis interface antara air tanah dan air laut yang dapat dilihat dalam tabel dan grafik untuk masing-masing section sebagai berikut:

Tabel 4.1. Pembuatan Garis Interface (Data Topografi dari Profil Desa di Pulau Bawean, 2001)

Section I (koordinat Timur-Barat)

Nama Desa	Posisi Desa dari Titik Acuan (m)	Topografi (m)	Kedudukan Muka Air dari Muka Tanah (m).	Kedudukan Muka Air dari Muka Air Laut (m)	Kedalaman Interface (m)
Dekatagung	-7200	10	2.72	7.28	-291.2
Suwari	-5760	100	2.41	97.59	-3903.6
Pudakit Barat	-4176	200	1.73	198.27	-7930.8
Pudakit Timur	-3384	200	3.22	196.78	-7871.2
Bulu Lanjang	-2160	250	2.49	247.51	-9900.4
Patar Selamat	0	300	1.21	298.79	-11951.6
Kebun Teluk Dalam	5760	200	0.41	199.59	-7983.6
Daun	7560	5	2	3	-120
Sidogedong Batu	7920	0	2.48	-2.48	-99.2



Tabel 4.2. Pembuatan Garis Interface (Data Topografi dari Profil Desa di Pulau Bawean, 2001)  
Section II (koordinat Utara-Selatan)

Nama Desa	Posisi Desa dari Titik Acuan (m)	Topografi (m)	Kedudukan Muka Air dari Muka Tanah (m).	Kedudukan Muka Air dari Muka Air	Kedalaman Interface (m)
				Laut (m)	
Tambak	7560	3	1.51	1.49	-59.6
Tanjung Ori	7200	15	3.81	11.19	-447.6
Pekalongan	6696	15	1.3	13.7	-548
Sukalila	5904	20	6.35	13.65	-546
Sukaoneng	5400	150	6.01	143.99	-5759.6
Teluk Jati					
Dawang	2880	250	2.17	247.83	-9913.2
Patar Selamat	0	300	1.21	298.79	-11951.6
Bulu Lanjang	-2160	50	2.49	47.51	-1900.4
Sungai Teluk	-3240	10	1.6	8.4	-336
Kota Kusuma	-3600	5	1.49	3.51	-140.4
Sawah Mulya	-4464	1	1.37	-0.37	-14.8





Tabel 4.4. Pembuatan Garis Interface (Data Topografi dari Profil Desa di Pulau Bawean, 2001)

Section IV (koordinat Timur Laut-Barat Daya)

Nama Desa	Posisi Desa dari Titik Acuan (m)	Topografi (m)	Kedudukan Muka Air dari Muka Tanah (m).	Kedudukan Muka Air dari Muka Air Laut (m)	Kedalaman Interface (m)
Diponggo	9720	70	1.37	68.63	-2745.2
Kepuh Legundi	9000	125	1.04	123.96	-4958.4
Kepuh Teluk	8640	150	0.8	149.2	-5968
Kebun Teluk Dalam	4750	200	0.41	199.59	-7983.6
Patar Selamat	0	300	1.21	298.79	-11951.6
Bulu Lanjang	-3600	50	2.49	47.51	-1900.4
Lebak	-5760	10	0.89	9.11	-364.4
Komalasan	-7200	10	4.97	5.03	-201.2



Tabel 4.3. Pembuatan Garis Interface (Data Topografi dari Profil Desa di Pulau Bawean, 2001)

Section III (koordinat Barat Laut-Tenggara)

Nama Desa	Posisi Desa dari Titik Acuan (m)	Topografi (m)	Kedudukan Muka Air dari Muka Tanah (m).	Kedudukan Muka Air dari Muka Air Laut (m)	Kedalaman Interface (m)
			Air dari Muka Tanah (m).	Air dari Muka Air Laut (m)	Kedalaman Interface (m)
Gelam	6192	30	4.64	25.36	-1014.4
Sukaoneng	4824	150	6.01	143.99	-5759.6
Teluk Jati					
Dawang	3600	250	2.17	247.83	-9913.2
Patar Selamat	0	300	1.21	298.79	-11951.6
Sungai Rujing	-3960	20	3.06	16.94	-677.6
Sungai Teluk	-4392	10	1.6	8.4	-336
Kota Kusuma	-4680	5	1.49	3.51	-140.4
Sawah Mulya	-5040	1	1.37	-0.37	-14.8



Sidogedong Batu keberadaan garis interface hampir sejajar dengan permukaan laut.

Pada section II dapat dilihat gambar grafik pemodelan interface air tanah dangkal pada jarak 7660 dari arah utara dan pada jarak 4564 meter dari arah selatan tepatnya di desa Patar Selamat dengan ketinggian topografi 300 meter di atas permukaan laut mempunyai kedalaman interface 11951.6 meter dibawah permukaan laut. Pada posisi tersebut tampak juga bahwa ketinggian water table 298.79 meter di atas permukaan laut. Pada gambar grafik section II tersebut kita juga bisa mengetahui bahwa pada jarak 100 meter dari arah utara tepatnya di desa Tambak dan pada jarak 100 meter dari arah selatan tepatnya di desa Sawah mulya dapat dijadikan asumsi posisi batas interface antara air tanah dan air laut. Hal ini dapat dilihat dari kedalaman interface yang hampir sejajar dengan permukaan laut, di desa Tambak sedalam 59.6 meter dan 14.8 meter di desa Sawah Mulya. Topografi yang terdapat di kedua desa tersebut masing-masing 3 meter dan 1 meter di atas permukaan laut.

Pada koordinat Barat Laut-Tenggara yang dijadikan asumsi section III, desa Patar Selamat juga merupakan desa yang memiliki kedalaman interface paling tinggi yaitu di kedalaman 11951.6 meter dengan topografi setinggi 300 meter dari permukaan laut dan ketinggian water table 298.79 meter diatas permukaan laut. Pada posisi ini merupakan titik balik kecekungan lensa air tanah dangkal.

Di section IV bidang koordinat timur laut-barat daya pada jarak 50 meter dari tepi pantai arah timur laut tepatnya di desa Diponggo dan pada jarak 5000 meter dari tepi pantai arah barat daya, kedalaman interface di kedua titik tersebut



sedalam masing-masing 201.2 meter dan 2475.2 meter di bawah permukaan laut. Sedangkan letak puncak kecekungan interface pada section IV terletak di Desa Patar Selamat yang berjarak 12200 meter dari arah barat daya dan 9770 meter dari arah timur laut pada asumsi section IV.

Hasil analisa statis diatas yang menggunakan data topografi dari profil desa di Pulau Bawean akan memberikan hasil pencerminan garis water table terhadap terhadap muka air laut yang berbeda dengan menggunakan data topografi dari Bakosurtanal. Table 4.5 sampai dengan table 4.8 akan menyajikan data-data sebagai berikut:

Tabel 4.5. Pembuatan Garis Interface (Data Topografi dari Bakosurtanal)

Section I (koordinat Timur-Barat)

Nama Desa	Posisi Desa dari Titik Acuan (m)	Topografi (m)	Kedudukan Muka Air dari Muka Tanah (m).	Kedudukan Muka Air dari Muka Air Laut (m)	Kedalaman Interface (m)
Dekatagung	-7200	75	2.72	72.28	-2891.2
Suwari	-5760	110	2.41	107.59	-4303.6
Pudakit Barat	-4176	120	1.73	118.27	-4730.8
Pudakit Timur	-3384	85	3.22	81.78	-3271.2
Bulu Lanjang	-2160	50	2.49	47.51	-1900.4
Patar Selamat	0	120	1.21	118.79	-4751.6
Kebun Teluk Dalam	5760	70	0.41	69.59	-2783.6
Daun	7560	30	2	28	-1120
Sidogedong Batu	7920	15	2.48	12.52	-500.8



Tabel 4.6 Pembuatan Garis Interface (Data Topografi dari Bakosurtanal)

## Section II (koordinat Utara-Selatan)

Nama Desa	Posisi Desa dari Titik Acuan (m)	Topografi (m)	Kedudukan Muka Air dari Muka Tanah (m).	Kedudukan Muka Air dari Muka Air	Kedalaman Interface (m)
Tambak	7560	0	-1.51	-1.51	-60.4
Tanjung Ori	7200	15	-1.3	13.7	-548
Pekalongan	6696	10	-3.81	6.19	-247.6
Sukalila	5904	10	-6.35	3.65	-146
Sukaoneng	5400	40	-6.01	33.99	-1359.6
Teluk Jati					
Dawang	2880	15	-2.17	12.83	-513.2
Patar Selamat	0	120	-1.21	118.79	-4751.6
Bulu Lanjang	-2160	50	-2.49	47.51	-1900.4
Sungai Teluk	-3240	20	-1.6	18.4	-736
Kota Kusuma	-3600	0	-1.49	-1.49	-59.6
Sawah Mulya	-4464	0	-1.37	-1.37	-54.8



Tabel 4.7 Pembuatan Garis Interface (Data Topografi dari Bakosurtanal)

## Section III (koordinat Barat Laut-Tenggara)

Nama Desa	Posisi Desa dari Titik Acuan (m)	Topografi (m)	Kedudukan Muka Air dari Muka Tanah (m).	Kedudukan Muka Air dari Muka Air Laut (m)	Kedalaman Interface (m)
Gelam	6192	25	4.64	20.36	-814.4
Sukaoneng	4824	40	6.01	33.99	-1359.6
Teluk Jati					
Dawang	3600	15	2.17	12.83	-513.2
Patar Selamat	0	120	1.21	118.79	-4751.6
Sungai Rujing	-3960	0	1.6	-1.6	-64
Sungai Teluk	-4392	0	1.37	-1.37	-54.8
Kota Kusuma	-4680	20	1.49	18.51	-740.4
Sawah Mulya	-5040	30	3.06	26.94	-1077.6



Tabel 4.8 Pembuatan Garis Interface (Data Topografi dari Bakosurtanal)

## Section IV (koordinat Timur Laut-Barat Daya)

Nama Desa	Posisi Desa dari Titik Acuan (m)	Topografi (m)	Kedudukan Muka Air dari Muka Tanah (m).	Kedudukan Muka Air dari Muka Air Laut (m)	Kedalaman Interface (m)
Diponggo	9720	40	1.04	38.96	-1558.4
Kepuh Legundi	9000	20	1.37	18.63	-745.2
Kepuh Teluk	8640	0	0.8	-0.8	-32
Kebun Teluk Dalam	4750	70	0.41	69.59	-2783.6
Patar Selamat	0	120	1.21	118.79	-4751.6
Bulu Lanjang	-3600	50	2.49	47.51	-1900.4
Lebak	-5760	20	0.89	19.11	-764.4
Komalasan	-7200	50	4.97	45.03	-1801.2

Kecekungan lensa air tanah dangkal yang didapat juga akan memiliki titik puncak yang lebih dari satu. Dengan bantuan regresi, titik-titik hasil pencerminan water table akan memberikan gambaran hasil yang lebih mendekati teori Ghyben-Herzberg.

Berdasarkan grafik pemodelan interface air tanah dangkal yang ada di Pulau Bawean dengan bantuan data topografi dari Badan Koordinasi Survei dan Pemetaan Nasional (Bakosurtanal) maka pada garis acuan section I telihat bahwa puncak kecekungan lensa air tanah dangkal terletak di desa Patar Selamat dengan kedalaman interface 4751.6 meter di bawah permukaan laut, topografi 120 meter



di atas permukaan laut dan ketinggian water table 118.79 meter di atas permukaan laut.

Sedangkan pada section II koordinat utara-selatan posisi lensa kecekungan air tanah dangkal terdalam terletak pada posisi Desa Patar Selamat dengan kedalaman 4751.6 meter.

Pada section III desa Patar Selamat merupakan desa yang memiliki kedalaman interface paling dalam. Letak desa Patar Selamat yaitu pada bidang koordinat 5140 dari arah tenggara dan 7192 dari arah barat laut dengan kedalaman interface 4751.6 meter.

Section IV dengan koordinat timur laut dan barat daya, kedalaman interface paling dalam terletak di desa Patar Selamat dengan posisi 12200 meter dari arah barat daya dan 9770 meter dari arah timur laut.

Pada prinsipnya posisi desa yang memiliki kecekungan interface air tanah yang paling dalam terdapat pada suatu titik, yaitu di desa Patar Selamat. Perbedaan dalam data topografi yang digunakan tidak terlalu memberikan masalah yang berarti dalam analisa statis ini, tetapi akan sedikit memberikan selisih ketinggian interface di bawah permukaan tanah. Tinggi rendahnya topografi akan berdampak pada tinggi rendahnya interface yang ada di bawah permukaan tanah.

Berdasarkan data geologi yang ada di Pulau Bawean memperlihatkan bahwa pada kedalaman 500 meter dibawah permukaan tanah berupa batu gamping gelam. Dimana batu gamping gelam ini terdiri dari batugamping terumbu, batu gamping klastika dan setempat batugamping hablur. Keberadaan batugamping



gelam ini hanya terdapat setempat dan tidak begitu luas, karena ditutupi oleh batuan gunung api.

Dari hasil analisa statis, yang menggunakan data topografi dari profil desa dengan data topografi yang berasal dari bakosurtanal menunjukkan bahwa hasil yang mendekati data geologi Pulau Bawean adalah data topografi dari Bakosurtanal. Pada peta geologi menunjukkan hampir seluruh permukaan Pulau Bawean merupakan batuan gunungapi balibak sehingga pada lapisan itu masih dapat dijumpai air tanah.

#### 4.1.1 Analisa Statis Water Table

Berdasarkan hasil perhitungan dan tampilan grafik dapat dianalisa bahwa ketinggian water table hampir mengikuti pola ketinngian topografi wilayah. Pada suatu wilayah dengan topografi tinggi yang di dalamnya masih dapat dijumpai air tanah dangkal dalam bentuk sumur gali ataupun sumur bor akan mencerminkan bahwa ketinggian water table akan mengikuti pola ketinggian topografi wilayah tersebut. Keberadaan muka water table pada suatu wilayah bisa saja letaknya dangkal jika diukur dari permukaan tanah atau bisa juga letaknya agak dalam dari permukaan tanah hal ini akan sangat tergantung dari keberadaan lapisan geologi di bawah permukaan tanah juga kondisi keberadaan tanah itu sendiri.

Pulau Bawean yang hampir seluruh pulaunya berupa pegunungan seluas 3.432,003 Ha dengan hutan yang sangat lebat, menjadikan Pulau bawean memiliki daerah tangkapan (catchment) terhadap air tanah yang besar. Hal ini bisa terlihat di desa Patar Selamat yang memiliki topografi 300 meter diatas permukaan laut masih dapat dijumpai adanya sumur penduduk dengan muka water table 1.21



meter di bawah permukaan tanah. Desa Patar Selamat yang posisinya terletak diantara hutan tersebut menjadikan desa ini masih memiliki air tanah walaupun topografinya relatif tinggi, akibat besarnya daya tangkapan terhadap air tanah yang dilakukan oleh akar pohon yang terdapat di dalam hutan. Semakin besar pohon yang ada maka akarnya semakin jauh masuk kedalam tanah, sehingga mengakibatkan adanya daerah tangkapan air tanah yang cukup besar pula.

Daerah yang memiliki topografi rendah yang disekitarnya masih dapat dijumpai sungai dan airnya masih mengalir, maka kita dapat mengetahui bahwa muka water table juga akan hampir sama dengan topografinya. Hal ini disebabkan karena air yang mengalir di sungai merupakan bentuk muka air tanah karena persamaan muka airnya. Recharge yang dijumpai melalui aliran sungai merupakan suatu bentuk penampakan bahwa muka air yang terjadi di dalam sumur penduduk memiliki ketinggian yang hampir sama dengan ketinggian muka air sungai. Di daerah dataran rendah seperti di Desa Sawah Mulya, Daun, dan Sungai Rujing serta desa-desa lainnya yang memiliki sungai muka air tanahnya hampir sama dengan topografi wilayahnya. Desa Sawah Mulya dengan topografi 1 meter di atas permukaan laut memiliki muka water table 1.37 meter di bawah permukaan tanah.

Perbedaan yang terdapat pada perbedaan ketinggian water table di atas permukaan laut dengan data yang didapat dari Profil Desa Pulau Bawean dengan data Bakosurtanal diakibatkan karena perbedaan penyajian data topografi. Sedangkan data muka air tanah pada dasarnya sama untuk kedua data tersebut. Perbedaan topografi yang digunakan akan memberikan data muka tanah yang



berbeda, sebab pengukuran muka air tanah diukur terhadap permukaan tanah wilayah tersebut.

Semakin rendah topografi terhadap permukaan laut maka semakin rendah pula water tablenya, atau semakin tinggi topografi wilayah dari permukaan laut maka semakin tinggi pula water table yang ada di daerah tersebut asalkan di daerah tersebut masih dapat dijumpai adanya sumur penduduk.

#### 4.1.2 Analisa Statis Interface Line

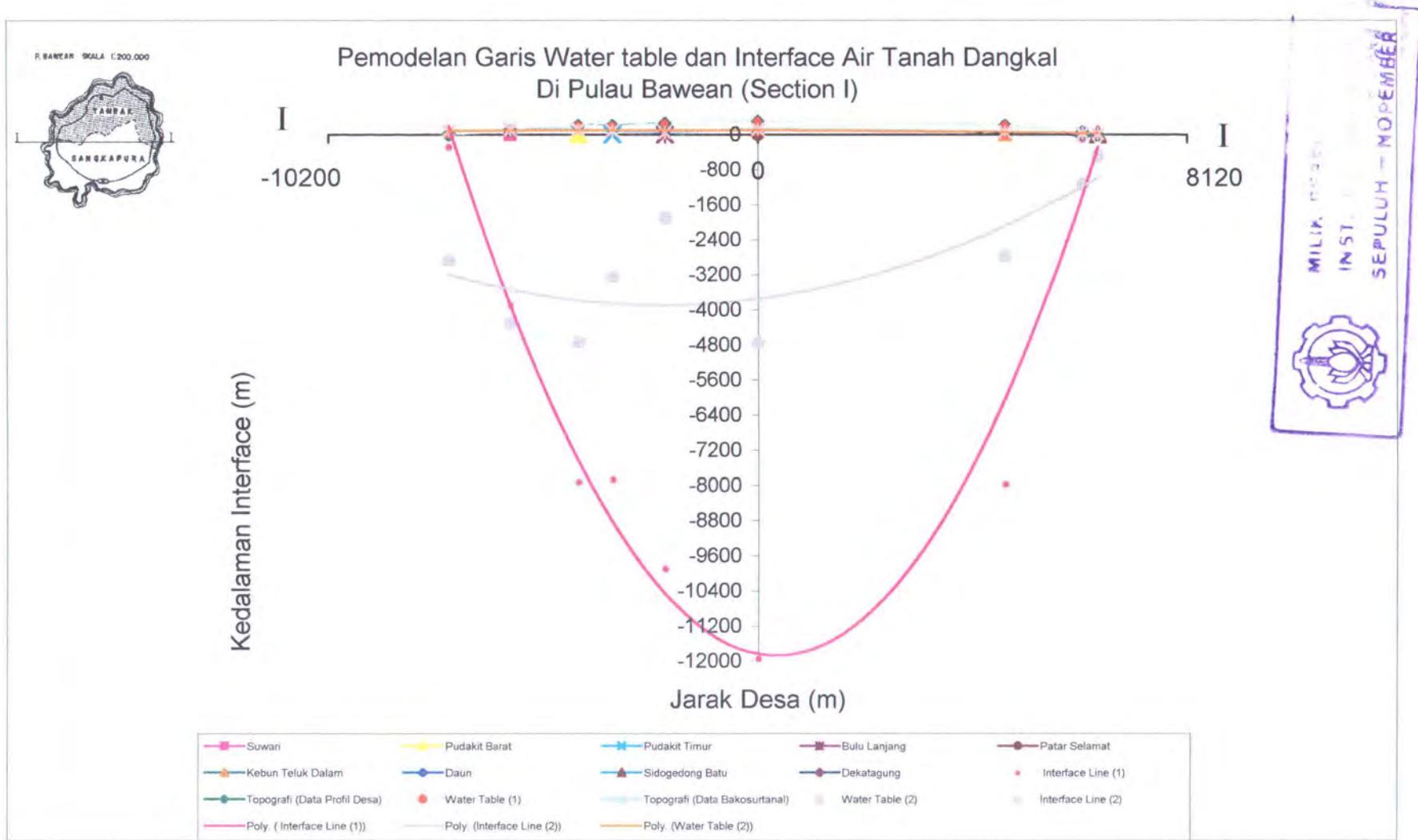
Kecekungan interface line akan sangat tegantung dari tinggi rendahnya muka water table yang diukur diatas muka air laut. Keberadaan interface line berdasarkan teori Gyben Herzberg merupakan 40 kali ketinggian muka air tanah di atas muka air laut. Semakin tinggi muka air tanah yang berada di atas muka air laut maka semakin dalam pula interface yang ada di dalam tanah. Kedalaman interface ini merupakan indikasi adanya lensa kecekungan air tanah pada suatu daerah.

Semakin dalam letak interface maka dapat diprediksikan bahwa keadaan tanah di daerah tersebut sudah jenuh akan air (saturated). Seperti halnya di desa Patar Selamat yang memiliki interface sedalam 11951.6 meter di bawah permukaan laut. Berarti jika interface line ini diasumsikan seperti sebuah cekungan dengan puncak kecekungan menghadap positif ke atas, maka jumlah kandungan air tanah di bawah permukaan tanah yang merupakan lapisan yang kedap air adalah seluas cekungan interface tersebut.

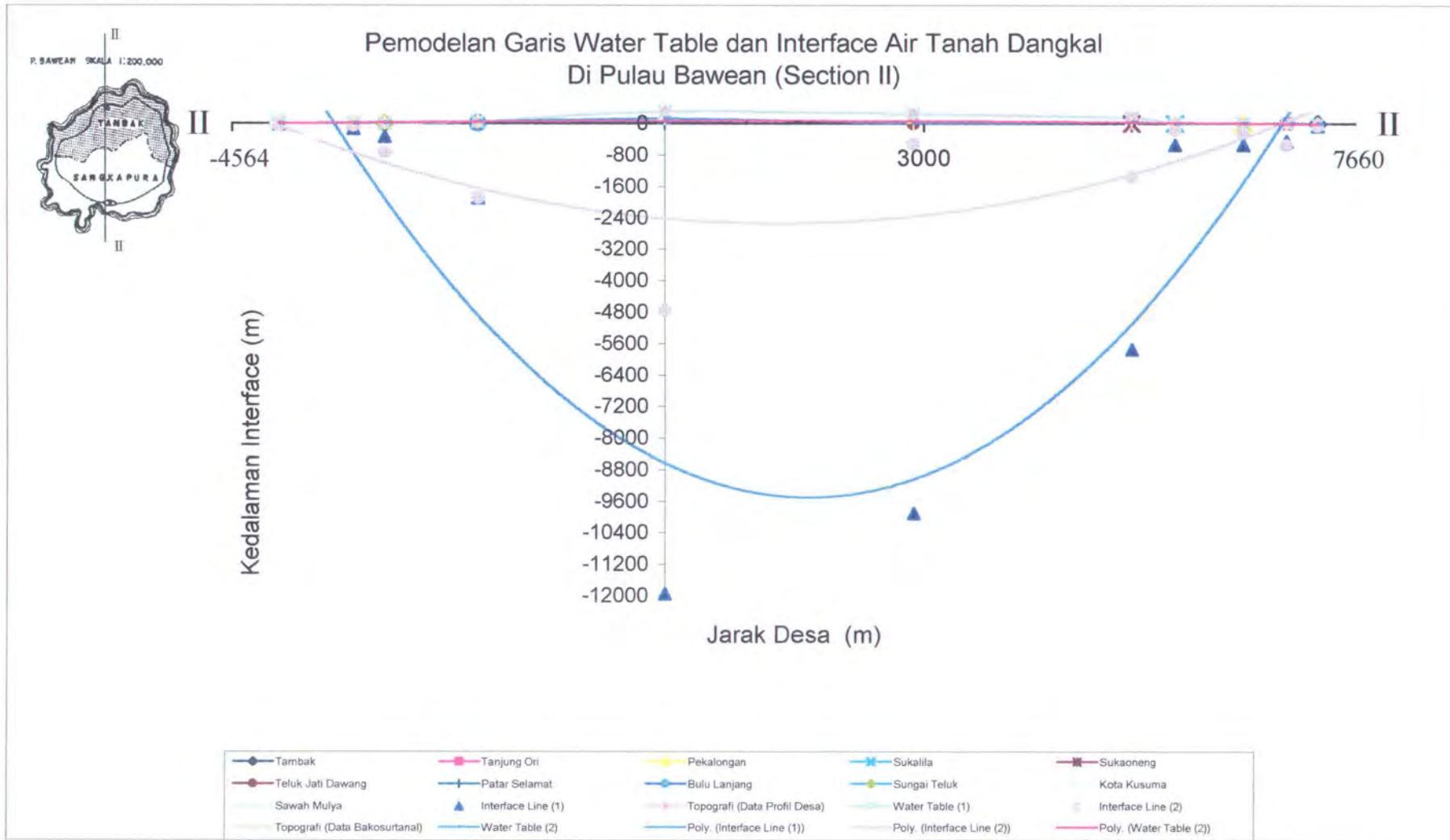


Jumlah kandungan air tanah tertekan merupakan gambaran kandungan air tanah di bawah lapisan kedap air, sedangkan ketinggian water table akan menggambarkan kandungan air tanah bebas di atas lapisan kedap air.

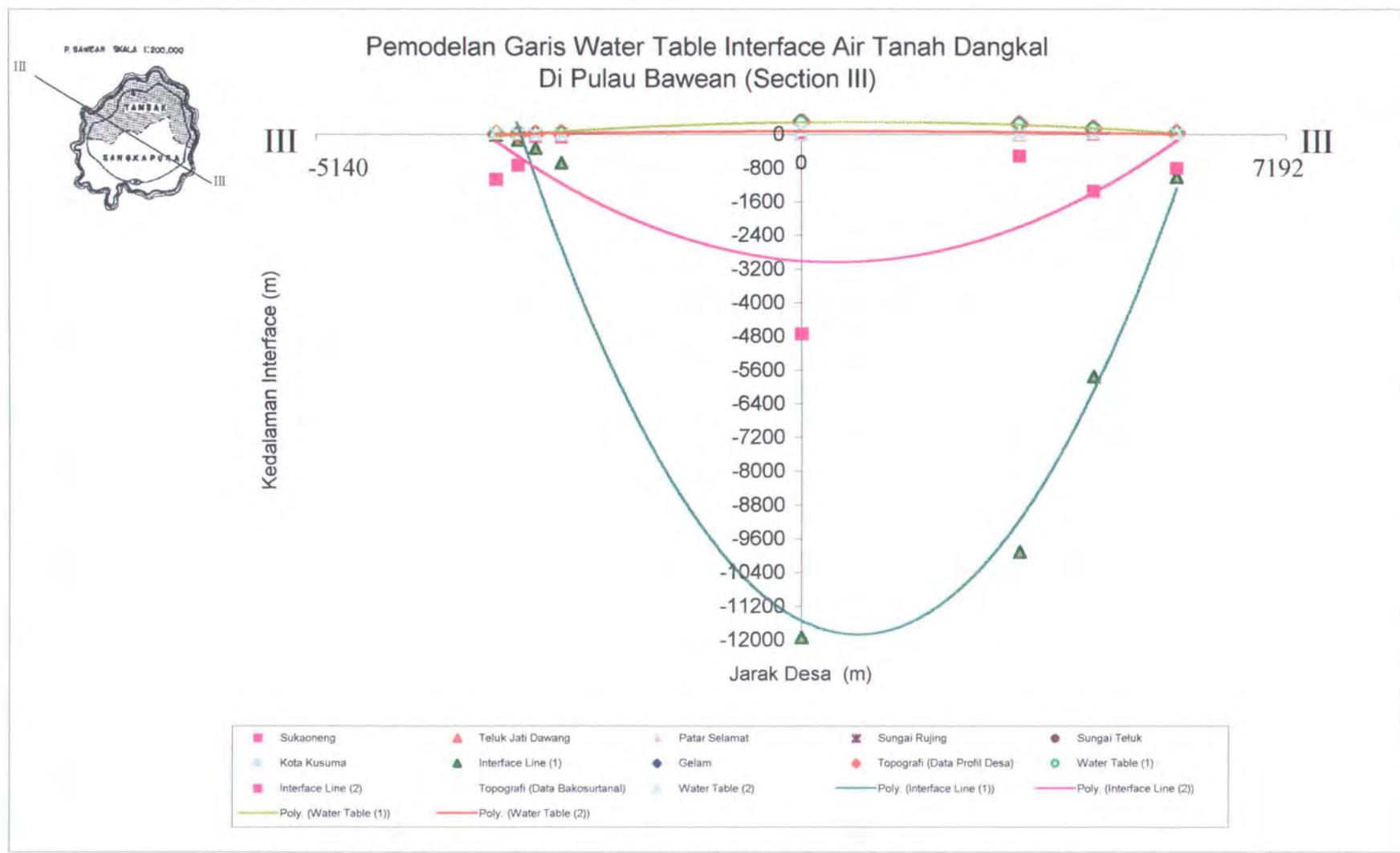
Pulau Bawean yang hampir seluruh desanya berada di kawasan pantai menunjukkan bahwa, kecekungan interface line pada bagian kurva sebelah luar merupakan kumpulan air laut sedangkan yang berada di sebelah dalam kurva merupakan air tawar atau air tanah. Analisa statis terhadap interface line sangat penting guna mengetahui garis batas antara air tanah dan air laut, khususnya pada daerah yang berbatasan dengan laut. Hal ini akan sangat memberikan informasi mengenai batas keduanya, sehingga akan membantu warga pesisir guna mendapatkan persediaaan air tawar.



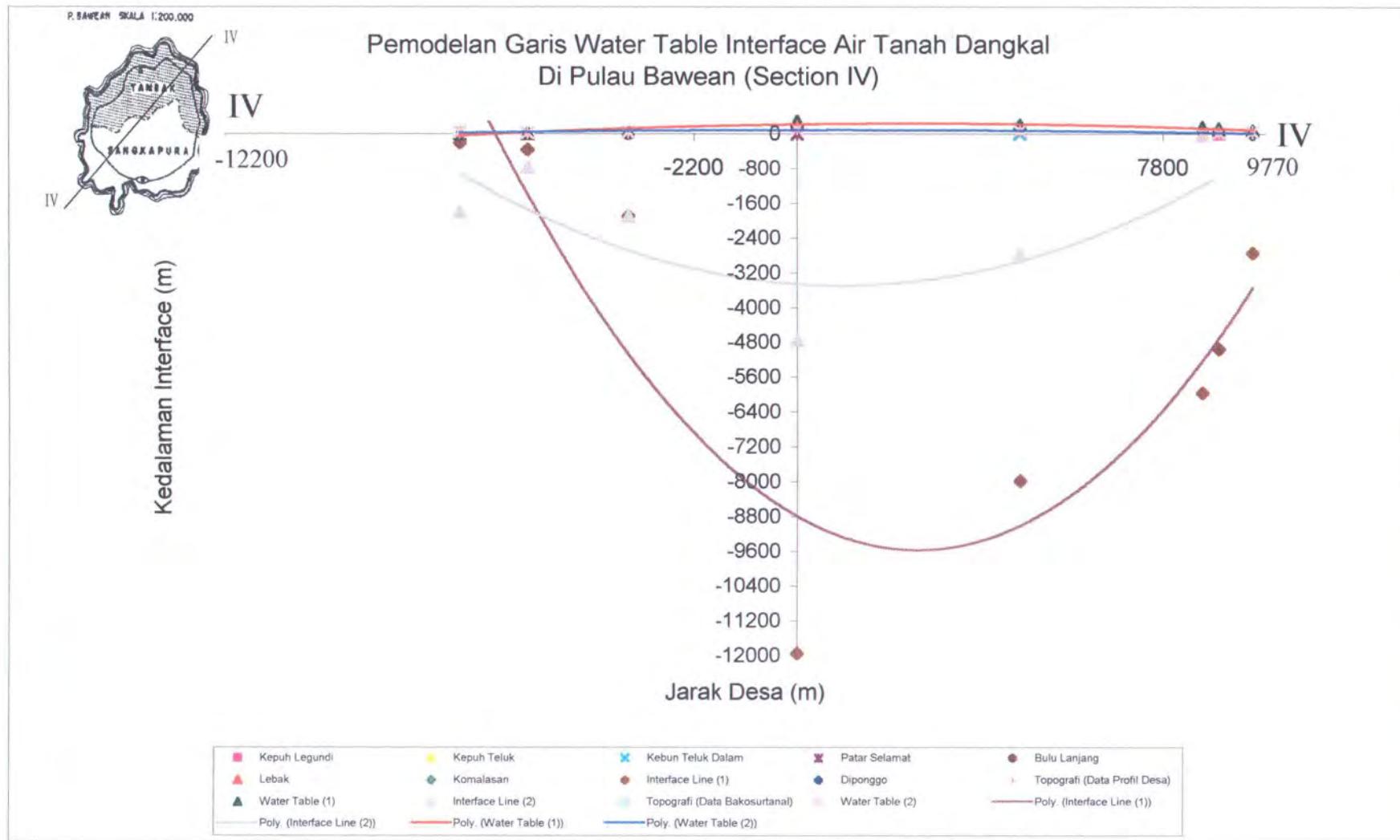
Grafik 4.1. Grafik analisa statis keberadaan garis interface section I di Pulau Bawean



Grafik 4.2. Grafik analisa statis keberadaan garis interface section II di Pulau Bawean



Grafik 4.3. Grafik analisa statis keberadaan garis interface section III di Pulau Bawean



Grafik 4.4. Grafik analisa statis keberadaan garis interface section IV di Pulau Bawean



## IV.2. ANALISA DINAMIS

Keberadaan garis water table dan interface di bawah permukaan tanah kondisinya tidak selalu dalam keadaan statis atau tetap. Keberadaannya akan selalu berubah akibat beberapa pengaruh baik itu yang disebabkan oleh alam ataupun oleh manusia. Salah satu penyebab berubahnya keberadaan water table dan interface yang disebabkan oleh alam yaitu adanya perubahan musim. Adanya perubahan musim, akan mempengaruhi keberadaan garis water table dan interface. Ketinggian permukaan air pada musim penghujan, tentunya akan berbeda dengan ketinggian permukaan air pada saat musim kemarau yang mempunyai jumlah air permukaan yang lebih rendah.

Data yang diperoleh merupakan data kedalaman muka iar tanah yang diukur pada saat survey bulan Maret 2003. Diperkirakan pada bulan Maret 2003 tersebut masih terjadi hujan, sehingga muka air tanah yang diukur merupakan muka air tanah yang sudah mendapatkan tambahan air hujan. Muka air tanah yang diukur pada bulan Maret 2003 tersebut kemudian dapat dijadikan untuk memperkirakan keberadaan perubahan water table dan interface akibat danya curah hujan.

Untuk mengetahui perubahan yang terjadi pada water table dan interface maka harus diketahui terlebih dahulu keberadaan muka air tanah sebelum mendapatkan tambahan air hujan. Karena keterbatasan data maka untuk mendapatkan perubahan muka air akibat perambahaan air hujan, yaitu dengan cara mengetahui terlebih dahulu besarnya penambahan air hujan pada permukaan air tanah tersebut. Dengan memanfaatkan data curah hujan yang terjadi selama tiga periode yaitu tahun 2000/2001, tahun 1999/2000, dan tahun 1998/1999 serta



mengasumsikan bahwa curah hujan yang terjadi pada saat survey merupakan curah hujan dengan periode ulang lima tahunan maka curah hujan pada saat suvey dapat diperkirakan.

Dengan menggunakan persamaan 2.7 yang merupakan hasil dari metode Gumbel, maka dapat diperkirakan bahwa curah hujan pada saat survey Maret 2003 yang diasumsikan pada saat itu hujan yang turun merupakan hujan 5 tahunan yaitu sebesar 357 mm. Dengan didapatkannya prakiraan curah hujan yang turun pada Maret 2003 maka juga dapat digunakan untuk memperkirakan curah hujan yang terjadi pada bulan-bulan yang lain.

Setelah didapatkan curah hujan pada saat survey maka langkah selanjutnya yaitu mengetahui intensitas hujan yang terjadi pada saat survei Maret 2003. Intensitas hujan tersebut dapat dicari dengan cara memanfaatkan data-data curah hujan pada saat survey yang diasumsikan hujan yang turun pada saat survey merupakan hujan periode ulang lima tahunan. Dengan demikian intensitas hujan yang turun pada saat Maret 2003 dengan menggunakan persamaan 2.6 yaitu sebesar 1.54 mm/jam. Prediksi intensitas hujan yang turun pada saat survey Maret 2003 juga dapat digunakan untuk memprakirakan intensitas hujan yang akan terjadi pada bulan-bulan yang lain.

Dengan didapatkannya intensitas hujan pada saat survey Maret 2003 akan dapat dicari debit air hujan yang turun. Air hujan yang turun ke permukaan bumi tidak semuanya terserap, ada sebagian yang dialirkan di permukaan. Kontur daerah Pulau Bawean yang pada umumnya berupa pegunungan dapat diasumsikan berdasarkan tabel 2.1 memiliki koefisien aliran 0.8 atau 80 % air yang turun di alirkan. Sedangkan air yang terserap hanya berkisar 0.2 atau 20% dari total air



hujan yang turun. Debit air yang meresap kedalam tanah pada saat survey Maret 2003 dengan menggunakan persamaan 2.5 yaitu sebesar  $67.68 \text{ m}^3/\text{dt}$ .

Debit yang didapat dari penambahan air hujan tersebut apabila dibagikan dengan luasan daerah resapan akan didapatkan perubahan ketinggian muka air pada saat tertentu. Luasan daerah Pulau Bawean sebesar  $196.42 \text{ km}^2$ , diasumsikan merupakan daerah resapan maka dapat dihitung perubahan kenaikan muka air tiap satuan waktu. Kenaikan muka air yang didapat pada saat survey 2003 didapat sebesar 0.343 meter. Dengan demikian kenaikan muka air yang terjadi pada bulan-bulan yang lain dapat diperkirakan.

Perubahan kenaikan muka air pada tiap-tiap bulan dalam hal ini bulan basah maupun bulan kering dapat diperkirakan perubahannya. Perubahan kenaikan air yang terjadi pada bulan basah akan lebih tinggi dibandingkan perubahan kenaikan muka air pada bulan kering. Hal ini disebabkan debit yang diserap selama bulan basah lebih besar dari pada saat bulan kering.



Tabel 4.9 Perkiraan Perubahan Muka Air Tanah Akibat Curah Hujan

Bulan/Tahun	Curah hujan (mm)	Intensitas Hujan (mm/jam)	Debit ( $m^3/dt$ )	$\Delta H$ (m)
Oktober`02	390	1.68	73.86	0.374
Nopember`02	825	3.56	156.24	0.791
Desember`02	1222	5.27	231.59	1.173
Januari`03	1224	5.28	232.3	1.175
Februari`03	852	3.68	161.39	0.817
Maret`03	357	1.54	67.68	0.343
April`03	760	3.28	143.93	0.729
Mei`03	417	1.80	78.99	0.400
Juni`03	359	1.55	67.99	0.344
Juli`03	378	1.63	71.61	0.363
Agustus`03	380	1.64	71.85	0.364

Berdasarkan hasil perhitungan pada tabel 4.9 diatas tampak bahwa pada bulan Desember sampai dengan bulan Februari merupakan puncak musim penghujan. Dalam puncak musim penghujan tersebut berdampak pada semakin tingginya perubahan muka air tanah yaitu berkisar antara 0.8 meter sampai dengan 1 meter. Curah hujan yang turun lebih sedikit terjadi antara bulan Maret dengan perubahan muka air yang hanya mencapai 0.3 meter saja.

Dengan melihat perubahan naik dan turunya muka air tanah, membuktikan bahwa curah hujan akan sangat mempengaruhi perubahan muka air tanah. Maka



air tanah yang berubah secara dinamis tersebut timbul sebagai akibat dari banyak sedikitnya air yang terserap ke dalam tanah.

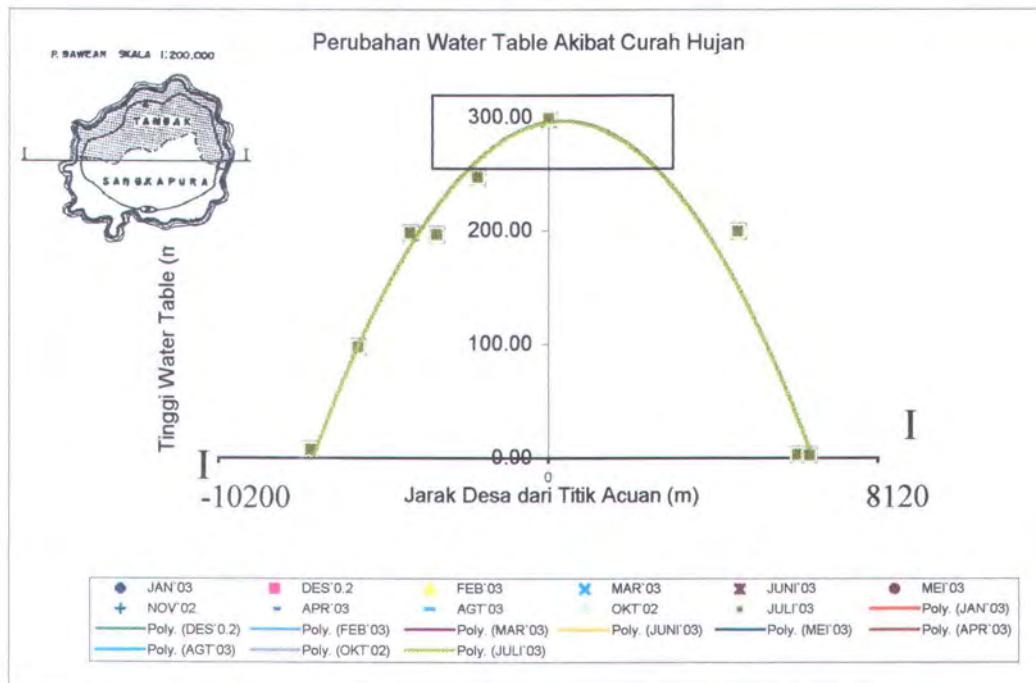
Perubahan muka air tanah tentu juga akan berdampak pada perubahan interface. Muka air tanah yang cenderung naik disaat musim penghujan akan berdampak pada penurunan muka air di bawah permukaan tanah. Posisi interface akan cenderung turun ke bawah bila terjadi penambahan air tanah sebagai contoh akibat adanya hujan.

Perubahan keberadaan water table dan interface yang telah didapatkan adalah suatu bentuk siklus yang dipengaruhi oleh keberadaan musim penghujan dan musim kemarau. Pada musim penghujan keberadaan garis interface akan lebih dalam, sebagai akibat pengaruh tinggi muka air tanah yang lebih tinggi. Dibandingkan dengan musim kemarau yang mempunyai kedudukan garis interface yang lebih naik ke atas sebagai pengaruh tinggi muka tanah yang lebih rendah.

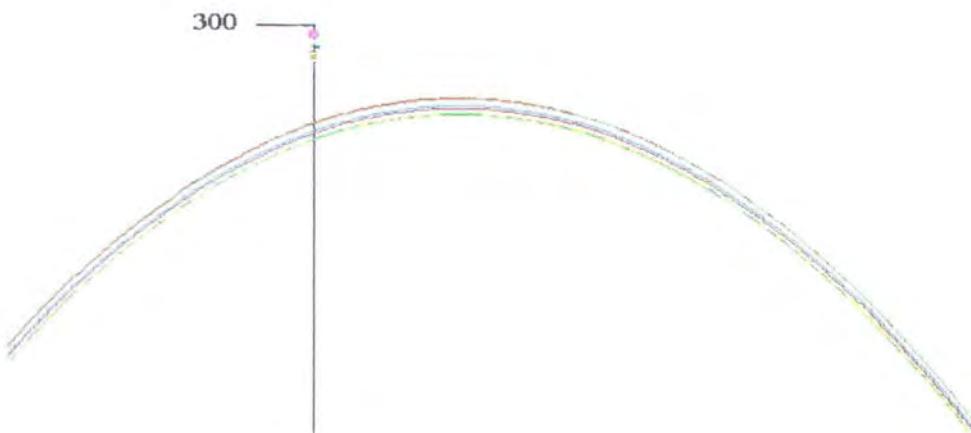
Selain disebabkan oleh alam perubahan muka air tanah secara dinamis juga bisa diajibatkan oleh manusia, seperti penggunaan pompa untuk menyedot air tanah. Penyedotan air tanah yang terus menerus akan menyebabkan perubahan muka air tanah yang diikuti juga perubahan interface line.



Grafik 4.5 Perubahan Water Table Akibat Curah Hujan

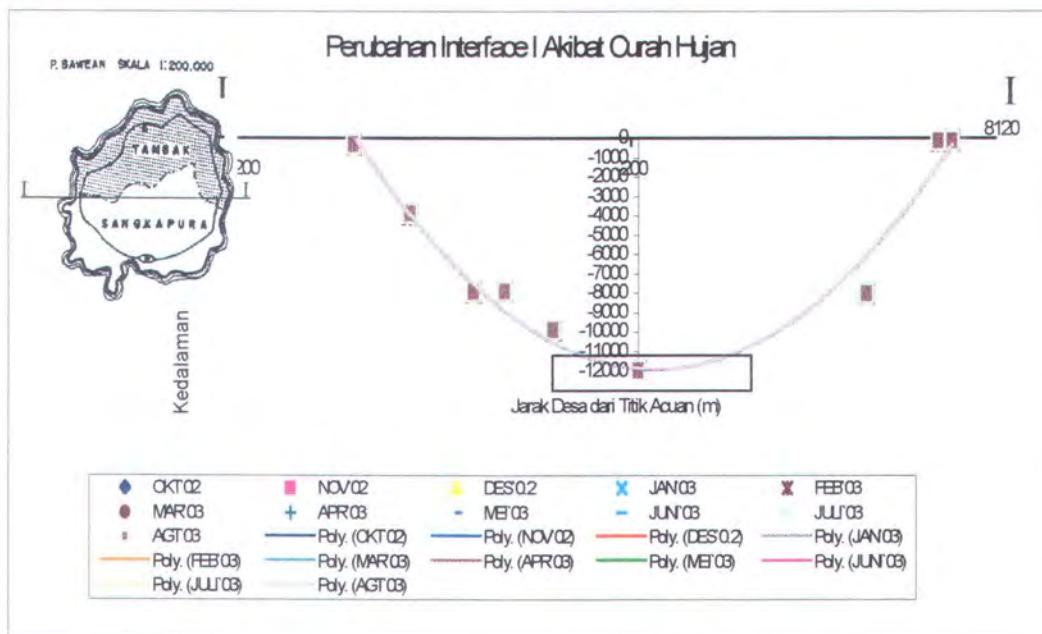


Inset Water Table I

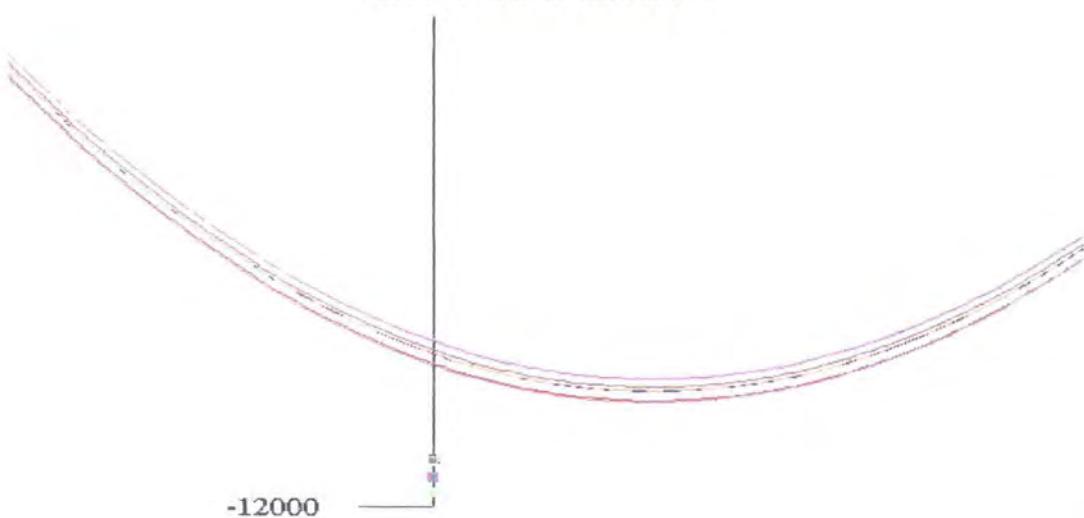




Grafik 4.6 Perubahan Interface Akibat Curah Hujan



Inset Perubahan Interface I



**BAB V**  
**KESIMPULAN DAN SARAN**



## BAB V

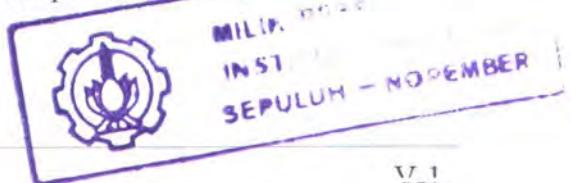
### KESIMPULAN DAN SARAN

#### V.1 KESIMPULAN

Berdasarkan perhitungan dan analisa statis maupun dinamis terhadap keberadaan muka air tanah dan interface air tanah dan air laut, maka dapat disimpulkan beberapa hal, yaitu:

1. Dengan menggunakan analisa statis yang menggunakan data topografi dari profil desa dapat diketahui pada section I dengan koordinat timur-barat interface tertinggi terletak pada 3000 meter dari arah barat section dan 200 meter dari arah timur, pada section II 100 meter dari arah selatan dan 100 meter dari arah utara, pada section III 100 meter dari arah barat laut dan 100 meter dari arah tenggara, serta pada section IV 50 meter dari arah timur laut dan 5000 meter dari arah barat daya. Sedangkan ketinggian water table tertinggi terletak di desa Patar Selamat dengan ketinggian 298.79 meter di atas permukaan laut untuk semua section dengan kedalaman interface 11951.6 meter dibawah permukaan laut dengan topografi wilayah 300 meter di atas permukaan laut.

Sedangkan apabila menggunakan data topografi dari Bakosurtanal didapat bahwa ketinggian water table tertinggi terletak di desa Patar Selamat dengan ketinggian 118.79 meter di atas permukaan laut untuk semua section dengan kedalaman interface 4751.6 meter dibawah permukaan laut dengan topografi wilayah 120 meter diatas permukaan laut.





2. Analisa dinamis dengan memasukkan data parameter curah hujan didapatkan perkiraan perubahan water table pada puncak musim penghujan antara Desember-Februari mengalami perubahan antara 0.8 meter sampai dengan 1 meter. Sedangkan diluar bulan tersebut perubahan water tabler berkisar antara 0.3 meter.
3. Perubahan keberadaan interface adalah suatu bentuk siklus yang dipengaruhi oleh keberadaan musim penghujan dan musim kemarau. Pada musim penghujan keberadaan interface dipastikan lebih dalam sebagai akibat pengaruh tinggi muka air tanah yang lebih tinggi. Dibandingkan dengan musim kemarau yang mempunyai kedudukan garis interface yang lebih naik keatas sebagai akibat pengaruh tinggi muka air tanah yang lebih rendah.

## V.2. SARAN

Berdasarkan analisa statis dan dinamis yang telah dilakukan maka saran saya adalah:

1. Analisa dinamis perubahan muka air tanah dan air laut dapat digunakan dengan memasukkan data parameter selain curah hujan yang dapat menyebabkan perubahan muka air secara dinamis.
2. Analisa dinamis mengenai keberadaan air tanah dan air laut dapat dikembangkan di Pulau-pulau kecil yang lain.

## **DAFTAR PUSTAKA**



## DAFTAR PUSTAKA

- Bouwer, Hermar. 1978. "**Groundwater Hydrology**". Mc. Graw Hill Kogakusha.
- Harto, Sri. 1993. "**Analisis Hidrologi**". PT. Gramedia. Jakarta.
- Kodoatje, J.R. 1996. "**Pengantar Hidrogeologi**". ANDI. Yogyakarta.
- Linsely, Ray K, dkk. 1986. "**Hidrologi Untuk Insinyur**". Erlangga. Jakarta
- Prince, Michael. 1985. "**Introducing Groundwater**". George Allen & Unwin Ltd. Great Britain.
- Rodda, John C, Richard A Downing, Frank M. Law. 1976. "**Sytematic Hydrologi**". Newnes Butterworths Ltd. London.
- Seyhan, Ersin. 1990. "**Dasar-Dasar Hidrologi**". Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Sholeh, Mochammad. 1997. "**Hidrologi**". Jurusan Teknik Sipil FTSP-ITS. Surabaya.
- Todd, K. 1980. "**Groundwater Hydrology**". John Wiley and Sons, Inc.
- Wilson, E. M. 1990. "**Engineering Hydrologi**". London Macmillan.

## **LAMPIRAN**

Tabel 1. Tinggi Muka Air Pada Sumur Penduduk Kecamatan Sangkapura

KECAMATAN

: SANGKAPURA

No. Titik Pengukuran	Jarak Dari Tepi Pantai (m)	Jarak Dari Titik Acuan (m)	Nama Desa	Tinggi Mulut Sumur (cm)	Tinggi Muka Air Dari Mulut Sumur (cm)	Tinggi Muka air Sebenarnya (cm)	Keterangan
1	3600	4000	Bulu Lanjang	46	295	249	Sumur
2	2000	5000	Lebak	58	140	82	"
3	1800		"	51	98	47	"
4	1600		"	59	197	138	"
5	4600	7000	Fudakit Timur	78	415	337	"
6	4800		"	59	417	358	"
7	5000		"	75	409	333	"
8	5200		"	62	323	261	"
9	4400	7000	Pudakit Barat	58	299	241	"
10.	4600		"	75	220	145	"
11.	4800		"	70	201.5	131.5	"
12.	2600	8000	Suwari	64	295	231	"
13.	2800		"	42	300	258	"
14.	3000		"	60	300	240	"
15.	3200		"	50	283	233	"
16.	2500	10.000	Dekat Agung	61	348	287	"
17.	2600		"	65	323	257	"
18.	2800		"	65	338	273	"
19.	3000	5000	Komalasa	85	710	625	"

## KECAMATAN

## : SANGKAPURA

No. Titik Pengukuran	Jarak Dari Tepi Pantai (m)	Jarak Dari Titik Acuan (m)	Nama Desa	Tinggi Mulut Sumur (cm)	Tinggi Muka Air Dari Mulut Sumur (cm)	Tinggi Muka air Sebenarnya (cm)	Keterangan
20.	3100	5000	Komalasa	75	560	434	Sumur
21.	3200		"	77	457.5	380.5	"
22.	1800	1000	Sungai Rujing	58	212	154	"
23.	2000		"	31	584	533	"
24.	2100		"	34	251	217	"
25.	2300		"	0	298	298	"
25.	50	0	Sawah Mulya	31	140	109	"
27.	10		"	8.5	175.5	167	"
28.	40		"	32	143	111	"
29.	50		"	46.5	205	158.5	"
30.	4000	6000	Daun	87	331	272	"
31.	4100		"	59	289	230	"
32.	4200		"	83	303	220	"
33.	4400		"	87	358	271	"
34.	300	12.000	Sidogedong Batu	63	331	268	"
35.	500		"	69	228	159	"
35.	600		"	56	229	173	"
37.	6000	13.000	Kebun Teluk Dalem	0	28	28	"
38.	6100		"	0	45	45	"

KECAMATAN

: SANGKAPURA

No. Titik Pengukuran	Jarak Dari Tepi Pantai (m)	Jarak Dari Titik Acuan (m)	Nama Desa	Tinggi Mulut Sumur (cm)	Tinggi Muka Air Dari Mulut Sumur (cm)	Tinggi Muka air Sebenarnya (cm)	Keterangan
39.	6300	13.000	Kebun Teluk Dalem	0	49	49	"
41.	500	1500	Sungai Teluk	37.5	196	158.5	Sumur
42.	700		"	49	210	161	"
43.	500	500	Kota Kusuma	54.5	193	138.5	"
44.	750		"	62	209	147	"
45.	800		"	62	186	124	"
45.	850		"	69	223	154	"
47.	900		"	50	214	164	"
48.	920		"	55	223	167	"
49.	1000	1000	Patar Selamat	55.5	185	129.5	"
50.	1200		"	64	193	129	"
51.	1400		"	73	166	93	"
52.	1600		"	55	193	138	"
53.	1700		"	57	172	115	"

Tabel 2. Tinggi Muka Air Pada Sumur Penduduk Kecamatan Tambak

KECAMATAN : TAMBAK

No. Titik Pengukuran	Jarak Dari Tepi Pantai (m)	Jarak Dari Titik Acuan (m)	Nama Desa	Tinggi Mulut Sumur (cm)	Tinggi Muka Air Dari Mulut Sumur (cm)	Tinggi Muka air Sebenarnya (cm)	Keterangan
1	60	2000	Pekalongan	75	533	457	Sumur ada
2	80		"	73	603	530	"
3	10		"	70	227	157	"
4	1100	4000	Sukaoneng	69	722	653	"
5	1250		"	62	630	568	"
6	1200		"	62	645	533	"
7	1500	3000	Sukalla	72	749	677	"
8	1200		"	68	660	592	"
9	50	1000	Tanjung Ori	64	179	115	"
10.	60		"	63	194	131	"
11.	0		"	49	193	144	"
12.	80	6000	Gelam	50	548	498	"
13.	60		"	67	496	429	"
14.	80	7000	Telik Jati Dawang	55	286	230	"
15.	1000		"	68	271	203	"
16.	50	7000	Diponggo	64	245.5	181.5	"
17.	8		"	0	82	82	"
18.	60		"	75	274	199	"
19.	100		"	48	230	132	"

KECAMATAN : TAMBAK

No. Titik Pengukuran	Jarak Dari Tepi Pantai (m)	Jarak Dari Titik Acuan (m)	Nama Desa	Tinggi Mulut Sumur (cm)	Tinggi Muka Air Dari Mulut Sumur (cm)	Tinggi Muka air Sebenarnya (cm)	Keterangan
20.	5	7000	Diponggo	56	98	42	Sumur
21	100	11.000	Kepuh Teluk	50	152	102	"
22.	200		"	57	141	84	"
23.	250		"	40	95	55	"
24.	100	12.000	Kepuh Legundi	48	161	113	"
25.	150		"	60	148	88	"
26.	200		"	56	166	110	"
27.	20	0	Tambak	70	234	172	Sumur
28.	210		"	64	180.5	116.5	"
29.	220		"	69	195	126	"
30.	250		"	62	251	189	"

Tabel 3. Profil Desa Di Kecamatan Tambak (Data Profil Desa Pulau Bawean 2001)

Keterangan	Sawahmulya	Kotakusuma	Sungai Teluk	Patar Selamat	Sungairujing
1 Orbitasi dan Jarak Tempuh					
-kecamatan(km)	0	0.5	1.5	1	1
kabupaten(krn)	180	180	180	120	181
-provinsi(km)	275	290	290	209	292
2 Geografis					
-Ketinggian D. P. L(m)	1	5	10	300	20
-Curah hujan rata-rata	3000 mm/th	3000 mm/th	3000 mm/th	3000 mm/th	3000 mm/th
-suhu(°c)	32	32	32	32	23
3 Topografi					
-dataran(Ha)	72,949	92,052	24,135	310,350	599,767
-pegunungan(Ha)	-	-	182,376	723,615	83,971
4 Erosi tanah	-	-	-	-	-
5 Irrigasi					
.. Danau	-	-	-	-	-
.. Sungai	v	v	v	v	v
.. Mata Air	-	-	v	v	v
.. Sumur Iaciang	-	-	-	-	-
.. Rawa - rawa	-	-	-	-	-
6 Samur	v	v	v	v	v
7 Jumlah Penduduk	L1206/P1354	L840/P1084	L713/P919	L2609/P1379	L1101/P1304

Keterangan	Daun	Pucakittimur	Pudakitbarat	Komalasan	Lebak	Suwari	Kebuntuluk Dalem
1 Orbitasi dan Jarak Tempuh							
-kecamatan(km)	6	7	7	9	5	8	13
-kabupaten(km)	186	187	187	185	185	188	193
-provinsi(km)	297	297	297	297	297	298	205
2 Geografis							
-ketinggian D. P. L.(m)	0	200	200	10	10	100	200
-Curah hujan rata-rata	3000 mm/th	3000 mm/th	3000 mm/th	3000 mm/th	3000 mm/th	3000 mm/th	3000 mm/th
-suhu(°c)	32	32	32	32	32	32	32
3 Topografi							
-dataran(ha)	1.740.920	222.993	236.96	162.406	1.001.530	347.724	1.070.184
-pegunungan(Ha)	82.750	198.407	31.024	647.914	840.340	286.563	116.836
4 Erosi tanah	-	-	-	-	-	-	-
5 Irrigasi							
-- Danau	-	-	-	-	-	-	-
-- Sungai	v	v	v	v	v	v	v
-- Mata air	-	v	v	v	v	v	v
-- Sumur lacing	-	-	-	-	-	-	-
-- Rawa -rawa	-	-	-	-	-	-	-
6 Sumur	v	v	v	v	v	v	v
7 Jumlah Penduduk	L2067P/2481	L695/P778	L571/F668	L1220/P1249	L1484/P1750	L923/P968	L1570/P1483

Keterangan	Sidogedungbatu	Bulu Lanjang	Dekatagung
1 Orbitasi dan Jarak Tempuh			
-kecamatan(km)	12	4	10
-kabupaten(km)	192	120	190
-provinsi(km)	303	220	295
2 Geografis			
-ketinggian D. P. L.(m)	5	250	10
-Curah hujan rata-rata	3000 mm/th	3000 mm/th	3000 mm/th
-suhu(°c)	32	32	32
3 Topografi			
-dataran(Ha)	457,925	511,782	432,362
-pegunungan(Ha)	137,300	70,365	369,600
4 Erosi tanah	-	-	-
5 Irrigasi			
.. Danau	-	-	-
.. Sungai	v	v	v
.. Mata air	v	v-	v
.. Sumur laclang	-	-	-
.. Rawa -rawa	-	-	-
6 Sumur	v	v	v
7 Jumlah penduduk	L1570/P1748	L692/P 689	L160/P1141

Tabel 4. Profil Desa Di Kecamatan Sangkapura (Data Profil Desa Pula I Bawean 2001)

Keterangan	Teluk Jati Dawang	Gelam	Sukaoneng	Sukalila	Klumpanggubug	Pekalongan	Tambak
1 Orbitasi dan Jarak Tempuh							
-kecamatan(km)	7	6	4	3	3	2	0
-kabupaten(km)	138	145	147	145	145	145	145
-provinsi(km)	148	153	166	165	165	165	163
2 Geografis							
-ketinggian D. P. L(m).	250	30	150	15	300	15	3
-Curah hujan rata-rata	2800 mm/th	2800 mm/th	2800 mm/th	2800 mm/th	2800 mm/th	2800 mm/th	2800 mm/th
-suhu(°c)	28-34	28-34	28-34	28-34	28-34	28-34	28-34
3 Topografi							
-dataran(Ha)	352	243	510	92,473	200	262,480	105
-pegunungan(Ha)	354,797	133,15	172,060	-	312,05	100,480	13,416
4 Erosi tanah	Rng-Sdg	Rng	Rng	Rng	Rng	Rng-Brt	Brt
5 Irrigasi							
.. Danau	-	-	-	-	-	-	-
.. Sungai	v	v	v	v	v	v	-
.. Mata air	v	v	v	v	v	v	v
.. Sumur laclang	-	-	-	-	-	-	-
.. Rawa -rawa	-	-	-	-	-	-	-
6 Sumur	v	v	v	v	v	v	v
7 Jumlah penduduk	L1368/P1438	L660/P777	L829/P865	L223/P243	L539/P591	L644/P769	L1812/P2094

Keterangan	Tanjungori	Kepuh Legundi	Kepuh Teluk	Diponggo
1 Orbitasi dan Jarak Tempuh				
-kecamatan(km)	1	12	11	7
-kabupaten(km)	152	122	138	138
-provinsi(km)	170	142	156	176
2 Geografis				
-ketinggian D. P. L.(m)	15	150	125	70
-Curah hujan rata-rata	2800 mm/th	2800 mm/th	2800 mm/th	2800 mm/th
-suhu(°c)	28-34	28-34	28-34	28-34
3 Topografi				
-dataran(Ha)	503	255	184	102
-pegunungan(Ha)	382,479	280,823	500,819	432,577
4 Erosi tanah	Sdg-Brt	Rng	Sdg	Bt
5 Irrigasi				
-- Danau	-	-	-	-
-- Sungai	v	v	v	-
-- Mata air	v	v	v	v
-- Sumur laclang	-	-	-	-
-- Rawa -rawa	-	-	-	-
6 Sumur	V	V	V	V
7 Jumlah penduduk	L1812/P2094	L930/P1034	L1280/P1435	L341/P417

LAMPIRAN B

Tabel 5. Perhitungan perkiraan perubahan muka air.

Bulan / Thn.	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	(R-R) <sup>2</sup>	Total	Yt	Sx	Yn	S <sub>n</sub>	Rt 02/03	I	Q	Δ H
Okt'00/C1	217	211.33	32.11		1.50		0.44732	0.946				
Okt'99/C0	86		15708.44		1.50		0.44732	0.946				
Okt'98/C9	331		14320.11	30060.67	1.50	86.69	0.44732	0.946	389.78	1.68	73.86	0.374
Ncv'00/01	217	378.67	26136.1		1.50		0.44732	0.946				
Ncv'99/00	187		36736.1		1.50		0.44732	0.946				
Ncv'98/99	732		124844.4	137716.7	1.50	216.63	0.44732	0.946	824.58	3.56	156.24	0.791
Des'00/01	136	518.33	146173.8		1.50		0.44732	0.946				
Des'99/00	357		26023.4		1.50		0.44732	0.946				
Des'98/99	1062		295573.4	467780.7	1.50	341.97	0.44732	0.946	1222.25	5.27	231.59	1.173
Jan'00/01	372	612.33	57760.1		1.50		0.44732	0.946				
Jan'99/00	367		60183.4		1.50		0.44732	0.946				
Jan'98/99	1098		235872.1	353820.7	1.50	297.41	0.44732	0.946	1224.53	5.28	232.03	1.175
Feb'00/01	629	557.33	5136.1		1.50		0.44732	0.946				
Feb'99/00	329		52136.1		1.50		0.44732	0.946				
Feb'98/99	714		24544.4	31816.7	1.50	143.02	0.44732	0.946	851.72	3.68	161.39	0.817
Mar'00/01	275	310.00	1225.0		1.50		0.44732	0.946				
Mar'99/00	316		36.0		1.50		0.44732	0.946				
Mar'98/99	339		841.0	2'02.0	1.50	22.92	0.44732	0.946	357.19	1.54	67.68	0.343
Apr'00/01	167	320.33	23511.1		1.50		0.44732	0.946				
Apr'99/00	126		37765.4		1.50		0.44732	0.946				
Apr'98/99	668		120872.1	132'48.7	1.50	213.39	0.44732	0.946	759.59	3.28	143.93	0.729
Mei'00/01	111	227.33	13533.4		1.50		0.44732	0.946				
Mei'99/00	203		592.1		1.50		0.44732	0.946				

Mei'98/99	368		19787.1	33912.7	1.50	92.08	0.44732	0.946	413.87	1.80	78.99	0.400
Juni'00/01	188	166.33	1547.1		1.50		0.44732	0.946				
Juni'99/00	263		1272.1		1.50		0.44732	0.946				
Juni'98/99	48		32160.4	34979.7	1.50	93.51	0.44732	0.946	353.82	1.55	67.99	0.344
Juli'00/01	0	47.00	51680.4		1.50		0.44732	0.946				
Juli'99/00	35		36992.1		1.50		0.44732	0.946				
Juli'98/99	106		14721.8	103394.3	1.50	160.77	0.44732	0.946	377.94	1.63	71.61	0.363
Agt'00/01	0	50.33	51680.4		1.50		0.44732	0.946				
Agt'99/98	122		11095.1		1.50		0.44732	0.946				
Agt'93/99	29		39336.1	102111.7	1.50	159.77	0.44732	0.946	379.22	1.64	71.85	0.364

Ket

$R_1$  : Curah hujan total perbulan

$R_2$  : Curah hujan rata-rata selama periode tertentu

$Y_T$  : Reduce variate yang merupakan fungsi dari masa ulang

$S_x$  : Standar deviasi dari data seri

$Y_N$  : Reduce mean yang merupakan fungsi dari banyaknya data

$S_N$  : Reduce standar deviasi yang merupakan fungsi dari banyaknya data

Tabel 6. Reduce Mean  $Y_n$  (Sholeh, 1997)

Tabel 7. Reduce Standard Deviation  $S_n$  (Sholeh, 1997)

m	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0.9496	0.9676	0.9833	0.997	1.0095	1.0206	1.0315	1.0411	1.0493	1.0565
20	1.0628	1.0696	1.0754	1.0811	1.0864	1.0915	1.0961	1.1004	1.1047	1.1086
30	1.1124	1.1159	1.1193	1.1226	1.1255	1.1285	1.1313	1.1339	1.1363	1.1388
40	1.1413	1.1436	1.1458	1.148	1.1499	1.1519	1.1538	1.1557	1.1574	1.159
50	1.1607	1.1623	1.1638	1.1658	1.1667	1.1681	1.1696	1.1708	1.1721	1.1734
60	1.1747	1.1759	1.177	1.1782	1.1793	1.1803	1.1814	1.1824	1.1834	1.1844
70	1.1854	1.1863	1.1873	1.1881	1.189	1.1889	1.1905	1.1915	1.1923	1.193
80	1.1983	1.1945	1.1953	1.1959	1.1967	1.1973	1.198	1.1987	1.1994	1.2001
90	1.2007	1.2013	1.202	1.2026	1.2032	1.2038	1.2044	1.2049	1.2055	1.206
100	1.2065									

Tabel 8. Perkiraan Kenaikan Muka Air Perbulan (data topografi dari data profil desa)

SECTION I

posis desa	OKT'02	NOV'02	DES'02	JAN'03	FEB'03	MAR'03	APR'03	MEI'03	JUNI'03	JULI'03	AGT'03
-7200	7.53	7.91	8.22	8.22	7.94	7.28	7.83	7.60	7.28	7.570	7.571
-5760	97.60	97.68	97.76	97.76	97.69	97.59	97.67	97.60	97.590	97.594	97.594
-4176	198.28	198.45	198.60	198.60	198.46	198.27	198.42	198.29	198.27	198.28	198.28
-3384	196.80	197.05	197.28	197.28	197.07	196.78	197.01	196.81	196.78	196.79	196.79
-2160	247.53	247.87	248.17	248.18	247.89	247.51	247.32	247.56	247.51	247.53	247.53
0	298.82	299.24	299.62	299.63	299.27	298.79	299.18	298.85	298.79	298.81	298.81
5760	199.61	200.03	200.14	200.15	199.91	199.59	199.70	199.63	199.59	199.60	199.60
7560	3.02	3.44	3.55	3.53	3.32	3.00	3.11	3.04	3.00	3.01	3.01
7920	2.50	2.67	3.03	3.04	2.80	2.48	2.59	2.52	2.48	2.49	2.49

SECTION II

posis desa	OKT'02	NOV'02	DES'02	JAN'03	FEB'03	MAR'03	APR'03	MEI'03	JUNI'03	JULI'03	AGT'03
7560	1.80	2.12	2.43	2.43	2.15	1.49	2.07	1.81	1.49	1.79	1.79
7200	11.44	11.76	12.07	12.08	11.79	11.19	11.72	11.45	11.19	11.44	11.44
6696	13.71	13.74	13.82	13.82	13.75	13.70	13.73	13.67	13.70	13.71	13.71
5904	13.66	13.79	13.95	13.95	13.81	13.65	13.77	13.64	13.65	13.66	13.66
5400	144.01	144.24	144.46	144.47	144.25	143.99	144.20	144.00	143.99	144.00	144.00
2880	247.85	248.20	248.52	248.49	248.20	247.83	248.13	247.86	247.83	247.85	247.85
0	298.82	299.24	299.62	299.63	299.27	298.79	299.18	298.85	298.79	298.81	298.81
-2160	47.53	47.95	48.13	48.14	47.87	47.51	47.69	47.55	47.51	47.53	47.53
-3240	8.42	8.84	9.02	9.03	8.76	8.40	8.53	8.44	8.40	8.42	8.42
-3600	3.53	3.95	4.13	4.14	3.87	3.51	3.69	3.55	3.51	3.53	3.53
-4464	-0.35	0.07	0.25	0.26	-0.01	-0.37	-0.19	-0.33	-0.37	-0.36	-0.35

**SECTION III**

posis desa	OKT'02	NOV'02	DES'02	JAN'03	FEB'03	MAR'03	APR'03	MEI'03	JUNI'03	JULI'03	AGT'03
6192	25.37	25.58	25.77	25.78	25.60	25.36	25.55	25.39	25.36	25.37	25.37
4824	144.01	144.29	144.54	144.55	144.31	143.99	144.25	144.03	143.99	144.00	144.00
3600	247.85	248.20	248.52	248.53	248.23	247.83	248.15	247.88	247.83	247.85	247.85
0	298.82	299.24	299.62	299.63	299.27	298.79	299.18	299.18	298.79	298.81	298.81
-3960	16.96	17.38	17.56	17.57	17.30	16.94	17.12	16.98	16.94	16.96	16.96
-4392	8.42	8.84	9.02	9.03	8.76	8.40	8.53	8.44	8.40	8.42	8.42
-4680	3.53	3.95	4.13	4.14	3.87	3.51	3.69	3.55	3.51	3.53	3.53
-5040	-0.35	0.07	0.25	0.26	-0.01	-0.37	-0.19	-0.33	-0.37	-0.36	-0.35

**SECTION IV**

posis desa	OKT'02	NOV'02	DES'02	JAN'03	FEB'03	MAR'03	APR'03	MEI'03	JUNI'03	JULI'03	AGT'03
9720	68.64	68.72	68.80	68.80	68.73	68.63	68.71	68.64	68.630	68.634	68.634
9000	123.97	124.14	124.29	124.29	124.15	123.96	124.11	123.98	123.96	123.97	123.97
8640	149.22	149.47	149.70	149.70	149.49	149.20	149.43	149.23	149.20	149.21	149.21
4750	199.61	199.95	200.25	200.26	199.97	199.59	199.90	199.64	199.59	199.61	199.61
0	298.82	299.24	299.62	299.63	299.27	298.79	299.18	298.85	298.79	298.81	298.81
-3600	47.53	47.95	48.06	48.07	47.83	47.51	47.62	47.55	47.51	47.52	47.52
-5760	9.13	9.55	9.66	9.67	9.43	9.11	9.22	9.15	9.11	9.12	9.12
-7200	5.05	5.47	5.58	5.59	5.35	5.03	5.14	5.07	5.03	5.04	5.04

Tabel 9. Perkiraan Kenaikan Muka Air Perbulan (data topografi dari data Eakosurtanal)

SECTION I

posis desa	OKT'02	NOV'02	DES'02	JAN'03	FEB'03	MAR'03	APR'03	MEI'03	JUNI'03	JULI'03	AGT'03
-7200	72.51	72.51	72.51	73.16	72.87	72.21	72.80	72.53	72.21	72.502	72.503
-5760	107.60	108.15	108.46	108.47	108.18	107.59	108.11	107.84	107.52	107.812	107.594
-4176	118.28	118.76	119.07	119.08	118.79	118.27	118.72	118.45	118.13	118.423	118.28
-3384	81.89	82.30	82.60	82.61	82.32	81.87	82.25	81.98	81.66	81.955	81.83
-2160	47.53	47.37	48.17	48.18	47.89	47.51	47.82	47.56	47.24	47.526	47.53
0	118.82	119.24	119.62	119.63	119.27	118.79	119.18	118.85	118.79	118.81	118.81
5760	69.61	70.03	70.14	70.15	69.91	69.59	69.70	69.63	69.59	69.60	69.60
7560	28.02	28.44	28.55	28.56	28.32	28.00	28.11	28.04	28.00	28.01	28.01
7920	12.54	12.71	13.07	13.08	12.84	12.52	12.63	12.56	12.52	12.53	12.53

SECTION II

posis desa	OKT'02	NOV'02	DES'02	JAN'03	FEB'03	MAR'03	APR'03	MEI'03	JUNI'03	JULI'03	AGT'03
7560	-1.20	-0.88	-0.57	-0.57	-0.85	-1.51	-0.93	-1.19	-1.51	-1.21	-1.21
7200	13.95	14.27	14.58	14.59	14.30	13.70	14.23	13.96	13.70	13.95	13.95
6696	6.20	6.23	6.31	6.31	6.24	6.19	6.22	6.16	6.19	6.20	6.20
5904	3.66	3.79	3.95	3.95	3.81	3.65	3.77	3.64	3.65	3.66	3.66
5400	34.01	34.24	34.46	34.47	34.25	33.99	34.20	34.00	33.99	34.00	34.00
2880	12.84	13.18	13.48	13.49	13.20	12.82	13.13	12.86	12.54	12.835	12.84
0	118.82	119.24	119.62	119.63	119.27	118.79	119.18	118.85	118.79	118.81	118.85
-2160	47.50	47.92	48.03	48.06	47.80	47.48	47.59	47.52	47.48	47.49	47.50
-3240	18.42	18.34	19.02	19.03	18.76	18.40	18.58	18.44	18.40	18.42	18.42
-3600	-1.47	-1.05	-0.87	-0.86	-1.13	-1.49	-1.31	-1.45	-1.49	-1.43	-1.47
-4464	-1.35	-0.93	-0.75	-0.74	-1.01	-1.37	-1.19	-1.33	-1.37	-1.36	-1.35

**SECTION III**

posis desa	OKT'02	NOV'02	DES'02	JAN'03	FEB'03	MAR'03	APR'03	MEI'03	JUNI'03	JULI'03	AGT'03
6192	20.37	20.58	20.77	20.78	20.60	20.36	20.55	20.39	20.36	20.37	20.37
4824	34.01	34.29	34.54	34.55	34.31	33.99	34.25	34.03	33.99	34.00	34.00
3600	12.84	13.18	13.48	13.49	13.20	12.82	13.13	12.86	12.54	12.835	12.84
0	118.82	119.24	119.62	119.63	119.27	118.79	119.18	118.85	118.79	118.81	118.45
-3960	-1.61	-1.19	-1.08	-1.07	-1.31	-1.63	-1.52	-1.59	-1.63	-1.62	-1.61
-4392	-1.35	-0.93	-0.75	-0.74	-1.01	-1.37	-1.19	-1.33	-1.37	-1.36	-1.35
-4680	18.53	18.95	19.13	19.14	18.87	18.51	18.69	18.55	18.51	18.53	18.53
-5040	26.96	27.38	27.56	27.57	27.30	26.94	27.12	26.98	26.94	26.96	26.96

**SECTION IV**

posis desa	OKT'02	NOV'02	DES'02	JAN'03	FEB'03	MAR'03	APR'03	MEI'03	JUNI'03	JULI'03	AGT'03
9720	38.97	39.05	39.13	39.13	39.06	38.96	39.04	38.97	38.960	38.964	38.964
9000	18.64	18.81	18.96	18.96	18.82	18.63	18.78	18.65	18.63	18.64	18.64
8640	-0.78	-0.53	-0.30	-0.30	-0.51	-0.80	-0.57	-0.77	-0.80	-0.79	-0.79
4750	69.61	69.95	70.25	70.26	69.97	69.59	69.90	69.64	69.32	69.606	69.61
0	118.82	119.24	119.62	119.63	119.27	118.79	119.18	118.85	118.79	118.81	118.45
-3600	47.53	47.95	48.06	48.07	47.83	47.51	47.62	47.55	47.51	47.52	47.52
-5760	19.13	19.55	19.66	19.67	19.43	19.11	19.22	19.15	19.11	19.12	19.12
-7200	45.05	45.47	45.58	45.59	45.35	45.03	45.14	45.07	45.03	45.04	45.04

Tabel 10. Perkiraan Kenaikan Muka Air Perbulan (data topografi dari data profil desa)

SECTION I

posisi desa	OKT'02	NOV'02	DES'02	JAN'03	FEB'03	MAR'03	APR'03	MEI'03	JUNI'03	JULI'C3	AGT'03
-7200	-303.2	-316.4	-328.8	-328.8	-317.6	-291.2	-314.4	-304	-291.2	-302.8	-302.8
-5760	-3904	-3907.2	-3910.4	-3910.4	-3907.6	-3903.6	-3906.8	-3904	-3903.6	-3903.6	-3903.6
-4176	-7931.2	-7938	-7944	-7944	-7938.4	-7930.8	-7936.8	-7931.6	-7930.8	-7931.2	-7931.2
-3384	-7872	-7882	-7891.2	-7891.2	-7882.8	-7871.2	-7880.4	-7872.4	-7871.2	-7871.6	-7871.6
-2160	-9901.2	-9914.8	-9926.8	-9927.2	-9915.6	-9900.4	-9912.8	-9902.4	-9900.4	-9901.2	-9901.2
0	-11952.8	-11969.6	-11984.8	-11985.2	-11970.8	-11951.6	-11967.2	-11954	-11951.6	-11952.4	-11952.4
5760	-7984.4	-8001.2	-8005.6	-8006	-7996.4	-7983.6	-7988	-7985.2	-7983.6	-7984	-7984
7560	-120.8	-137.6	-142	-142.4	-132.8	-120	-124.4	-121.6	-120	-120.4	-120.4
7920	-100	-106.8	-121.2	-88	-112	-99.2	-103.6	-100.8	-99.2	-99.6	-99.6

SECTION II

posisi desa	OKT'02	NOV'02	DES'02	JAN'03	FEB'03	MAR'03	APR'03	MEI'03	JUNI'03	JULI'C3	AGT'03
7560	-72	-84.8	-97.2	-97.2	-86	-59.6	-82.8	-72.4	-59.6	-71.6	-71.6
7200	-457.6	-470.4	-482.8	-483.2	-471.6	-447.6	-468.8	-458	-447.6	-457.6	-457.6
6696	-548.4	-549.6	-552.8	-552.8	-550	-548	-549.2	-546.8	-548	-543.4	-548.4
5904	-546.4	-551.6	-558	-558	-552.4	-546	-550.8	-545.6	-546	-546.4	-546.4
5400	-5760.4	-5769.6	-5778.4	-5778.8	-5770	-5759.6	-5768	-5760	-5759.6	-5760	-5760
2880	-9914	-9928	-9940.8	-9939.6	-9928	-9913.2	-9925.2	-9914.4	-9913.2	-9914	-9914
0	-11952.8	-11969.6	-11984.8	-11985.2	-11970.8	-11951.6	-11967.2	-11954	-11951.6	-11952.4	-11952.4
-2160	-1901.2	-1918	-1925.2	-1925.6	-1914.8	-1900	-1907.6	-1902	-1900.4	-1901.2	-1901.2
-3240	-336.8	-353.6	-360.8	-361.2	-350.4	-336	-343.2	-337.6	-336	-336.8	-336.8
-3600	-141.2	-158	-165.2	-165.6	-154.8	-140.4	-147.6	-142	-140.4	-141.2	-141.2
-4464	-14	-2.8	-10	-10.4	-0.4	-14.8	-7.6	-13.2	-14.8	-14.4	-14

**SECTION III**

posis desa	OKT'02	NOV'02	DES'02	JAN'03	FEB'03	MAR'03	APR'03	MEL'03	JUNI'03	JULI'03	AGT'03
6192	-1014.8	-1023.2	-1030.8	-1031.2	-1024	-1014.4	-1022	-1015.6	-1014.4	-1014.8	-1014.8
4324	-5760.4	-5771.6	-5781.6	-5782	-5772.4	-5759.6	-5770	-5761.2	-5759.6	-5760	-5760
3600	-9914	-9928	-9940.8	-9941.2	-9929.2	-9913.2	-9926	-9915.2	-9913.2	-9914	-9914
0	-11952.8	-11969.6	-11934.8	-11985.2	-11970.8	-11951.6	-11967.2	-11967.2	-11951.6	-11952.4	-11952.4
-3960	-378.4	-695.2	-702.4	-702.8	-692	-677.6	-634.8	-679.2	-577.6	-678.4	-678.4
-4392	-336.8	-353.6	-360.8	-361.2	-350.4	-336	-343.2	-337.6	-336	-336.8	-336.8
-4680	-141.2	-158	-165.2	-165.6	-154.8	-140.4	-147.6	-142	-140.4	-141.2	-141.2
-5040	-14	-2.8	-10	-10.4	-0.4	-14.8	-7.6	-13.2	-14.8	-14.4	-14.0

**SECTION IV**

posis desa	OKT'02	NOV'02	DES'02	JAN'03	FEB'03	MAR'03	APR'03	MEL'03	JUNI'03	JULI'03	AGT'03
9720	-2745.6	-2748.8	-2752	-2752	-2749.2	-2745.2	-2748.4	-2745.6	-2745.2	-2745.2	-2745.2
9000	-4958.8	-4965.6	-4971.6	-4971.6	-4966	-4958.4	-4964.4	-4959.2	-4958.4	-4958.8	-4958.8
8640	-5968.8	-5978.8	-5988	-5988	-5979.6	-5968	-5977.2	-5969.2	-5968	-5968.4	-5968.4
4750	-7984.4	-7998	-8010	-8010.4	-7998.8	-7983.6	-7995	-7985.6	-7983.6	-7984.4	-7984.4
0	-11952.8	-11969.6	-11934.8	-11985.2	-11970.8	-11951.6	-11967.2	-11954	-11951.6	-11952.4	-11952.4
-3600	-1901.2	-1918	-1922.4	-1922.8	-1913.2	-1900.4	-1904.8	-1902	-1900.4	-1900.8	-1900.8
-5760	-365.2	-382	-386.4	-386.8	-377.2	-364.4	-368.8	-366	-364.4	-364.8	-364.8
-7200	-202	-218.8	-223.2	-223.6	-214	-201.2	-205.6	-202.8	-201.2	-201.6	-201.6

Tabel 11 Perkiraan Kenaikan Muka Air Perbulan (data topografi dari data Bakosur anal)

SECTION I

posis desa	OKT'02	NOV'02	DES'02	JAN'03	FEB'03	MAR'03	AFR'03	MEL'C3	JUNI'C3	JUL'03	AGT'03
-7200	-2900.296	-2900.296	-2900.3	-2926.22	-2914.7	-2888.46	-2911.82	-2901.26	-2888.46	-2900.07	-2900.1
-5760	-4303.816	-4326.136	-4338.3	-4338.62	-4327.1	-4303.6	-4324.22	-4313.66	-4300.86	-4312.47	-4303.77
-4175	-4731.232	-4750.592	-4762.75	-4753.07	-4751.55	-4730.8	-4748.67	-4738.11	-4725.31	-4736.93	-4731.14
-3384	-3275.448	-3291.848	-3304.01	-3304.33	-3292.81	-3274.8	-3289.93	-3279.37	-3266.57	-3278.18	-3275.3
-2160	-1901.264	-1914.704	-1926.86	-1927.18	-1915.66	-1900.4	-1912.73	-1902.22	-1889.42	-1901.04	-1901.07
0	-4752.68	-4769.48	-4784.68	-4785.08	-4770.68	-4751.6	-4767.03	-4753.88	-4751.64	-4752.4	-4752.44
5760	-2784.32	-2801.12	-2805.65	-2805.92	-2796.32	-2783.6	-2788.05	-2785.12	-2783.63	-2784.13	-2784.16
7560	-1120.72	-1137.52	-1142.05	-1142.32	-1132.72	-1120	-1124.45	-1121.52	-1120.03	-1120.53	-1120.56
7920	-501.52	-508.4533	-522.853	-523.12	-513.52	-500.8	-505.253	-502.32	-500.827	-501.333	-501.36

SECTION II

posis desa	OKT'02	NOV'02	DES'02	JAN'03	FEB'03	MAR'03	AFR'03	MEL'C3	JUNI'C3	JUL'03	AGT'03
7560	-48.07	-35.12	-22.96	-22.64	-34.16	-60.40	-37.04	-47.60	-60.40	-48.30	-48.27
7200	-558.04637	-570.99333	-583.153	-583.473	-571.953	-548	-539.073	-558.513	-548.007	-557.813	-557.847
6693	-247.96	-249.34567	-252.387	-252.467	-249.587	-247.6	-248.867	-246.227	-247.613	-247.867	-247.88
5904	-146.54	-151.78	-157.86	-158.02	-152.26	-146	-150.82	-145.54	-146.02	-146.4	-146.42
5400	-1360.32	-1369.4133	-1378.53	-1378.77	-1370.13	-1359.6	-1367.97	-1360.05	-1359.63	-1360.13	-1360.16
2880	-513.60637	-527.04367	-539.207	-539.527	-528.007	-512.743	-525.127	-514.567	-501.767	-513.333	-513.415
0	-4752.68	-4769.48	-4784.68	-4785.08	-4770.68	-4751.6	-4767.03	-4753.88	-4751.64	-4752.4	-4757.88
-2160	-1899.9737	-1916.7767	-1921.31	-1874.38	-191.98	-1899.26	-1903.71	-1900.78	-1899.28	-1899.79	-1899.82
-3240	-736.81	-753.61	-760.81	-761.11	-750.31	-736	-743.21	-737.71	-736.03	-736.6	-736.63
-3600	-58.79	-41.99	-34.79	-34.49	-45.29	-59.6	-52.39	-57.89	-59.57	-59	-58.97
-4464	-53.99	-37.19	-29.99	-29.69	-40.49	-54.8	-47.59	-53.09	-54.77	-54.2	-54.17

## SECTION III

posis desa	OKT'02	NOV'02	DES'02	JAN'03	FEB'03	MAR'03	AFR'03	MEL'03	JUNI'03	J JUL'03	AGT'03
6192	-814.94	-823.34	-830.94	-831.14	-823.94	-814.4	-822.14	-815.54	-814.42	-814.8	-814.82
4824	-1360.32	-1371.52	-1381.65	-1381.92	-1372.32	-1359.6	-1369.92	-1361.12	-1359.63	-1360.13	-1360.16
3600	-513.60637	-527.04367	-539.207	-539.527	-528.007	-512.743	-525.127	-514.567	-501.767	-513.333	-513.415
0	-4752.68	-4769.48	-4784.68	-4785.08	-4770.68	-4751.6	-4767.03	-4753.88	-4751.64	-4752.4	-4737.88
-3960	64.4233333	47.6233333	43.09	42.82333	52.42333	65.14333	60.69	63.62333	65.11667	64.61	64.58333
-4392	53.99	37.19	29.99	29.69	40.49	54.8	47.59	53.09	54.77	54.2	54.17
-4680	-741.21	-758.01	-765.21	-765.51	-754.71	-740.4	-747.61	-742.11	-740.43	-741	-741.03
-5040	-1078.41	-1095.21	-1102.41	-1102.71	-1091.91	-1077.6	-1084.81	-1079.31	-1077.63	-1078.2	-1078.23

## SECTION IV

posis desa	OKT'02	NOV'02	DES'02	JAN'03	FEB'03	MAR'03	AFR'03	MEL'03	JUNI'03	J JUL'03	AGT'03
5720	-1553.616	-1561.976	-1565.02	-1565.1	-1562.22	-1558.4	-1561.5	-1558.86	-1558.41	-1558.56	-1558.57
5000	-745.632	-752.352	-758.432	-758.592	-752.832	-745.2	-751.392	-746.112	-745.216	-745.52	-745.536
8640	-31.352	21.272	12.152	11.912	20.552	32	22.712	30.632	31.976	31.52	31.496
4750	-2784.454	-2797.904	-2810.06	-2810.38	-2798.86	-2783.6	-2795.93	-2785.42	-2772.62	-2784.24	-2784.27
0	-4752.68	-4769.48	-4784.68	-4785.08	-4770.68	-4751.6	-4767.03	-4753.88	-4751.64	-4752.4	-4737.88
-3600	-1901.12	-1917.92	-1922.45	-1922.72	-193.12	-1900.4	-1904.85	-1901.92	-1900.43	-1900.93	-1900.96
-5760	-765.12	-78.92	-786.453	-786.72	-777.12	-764.4	-758.853	-765.92	-764.427	-764.933	-764.96
-7200	-1801.92	-1818.72	-1823.25	-1823.52	-183.92	-1801.2	-1805.65	-1802.72	-1801.23	-1801.73	-1801.76



Tabel 12. Data Curah Hujan 2000/2001

DATA HUJAN TAHUN 2000/2001

STASIUN SANGKAPURA

(SIJB DINAS PENGAIRAN KAE.GRESIK)

TANGGAL PENGAMATAN	OKT	NOV	DES	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUNI	JULI	AGT
1	-	-	-	-	25	10	-	27	-	-	-
2	-	14	-	-	16	-	-	26	-	-	-
3	-	-	-	21	21	-	83	-	-	-	-
4	-	-	-	-	30	-	-	-	-	-	-
5	5	-	-	7	43	15	7	-	20	-	-
6	-	4	-	-	83	20	28	-	40	-	-
7	-	-	8	11	92	7	-	-	35	-	-
8	-	-	-	20	42	86	-	-	-	-	-
9	-	9	-	13	-	-	-	-	32	-	-
10	-	-	-	64	-	5	14	-	46	-	-
11	-	-	6	27	-	-	-	-	15	-	-
12	-	-	14	5	9	-	-	-	-	-	-
13	-	-	-	-	8	-	-	-	-	-	-
14	-	20	60	16	16	12	-	-	-	-	-
15	-	10	30	-	5	-	11	-	-	-	-
16	1	2	-	9	5	-	-	-	-	-	-
17	-	16	-	-	57	-	6	-	-	-	-
18	29	-	20	8	70	-	-	14	-	-	-
19	45	37	-	61	14	17	-	24	-	-	-
20	-	-	8	4	-	-	-	15	-	-	-
21	20	92	-	-	35	-	-	-	-	-	-



Tabel 13. Data Curah Hujan 1999/2000

DATA HUJAN TAHUN 1999/2000

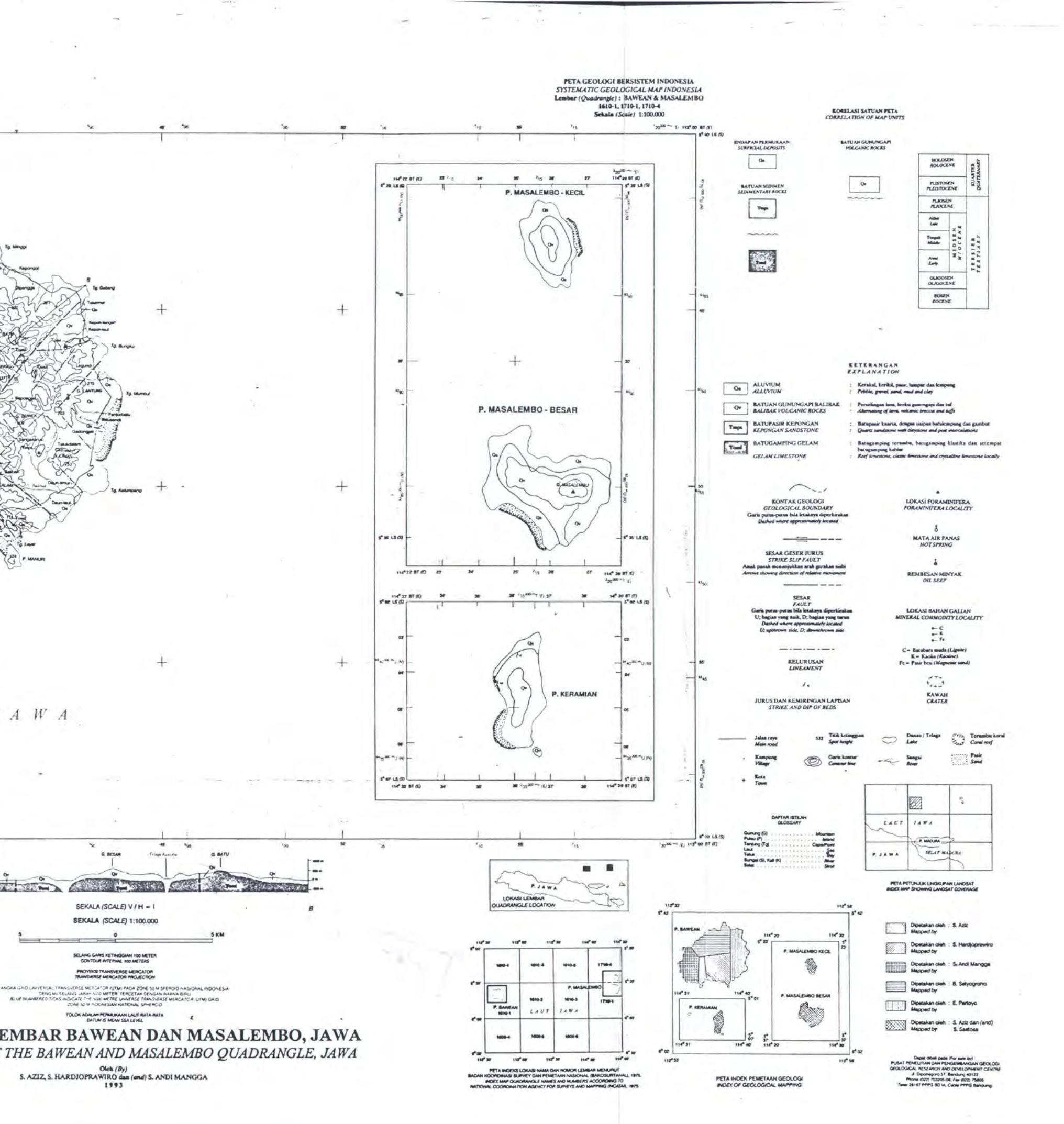
STASIUN SANGKAPURA

(SIJB DINAS PENGAIRAN KAE.GRESIK)

TANGGAL PENGAMATAN	OKT	NOV	DES	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUNI	JULI	AGT
1	-	9	-	-	41	-	-	-	-	26	-
2	-	22	-	-	-	-	-	-	7	-	-
3	-	-	-	29	63	-	-	45	4	-	-
4	-	25	-	4	20	-	-	11	23	-	-
5	-	5	-	2	14	-	41	-	-	-	-
6	-	-	21	-	-	-	4	19	-	-	-
7	-	56	39	-	50	-	-	17	-	-	-
8	-	-	34	-	40	-	5	11	-	-	-
9	-	-	4	-	9	-	-	-	-	-	-
10	-	-	35	-	30	-	15	6	-	-	-
11	1	-	-	26	-	-	-	-	-	-	-
12	5	6	-	-	-	-	-	-	-	9	-
13	1	-	-	-	-	77	-	16	-	-	-
14	12	-	2	-	-	13	-	16	-	-	-
15	4	-	11	-	-	10	-	9	-	-	-
16	-	6	20	-	-	2	-	12	-	-	-
17	-	-	25	-	-	2	-	-	15	-	36
18	4	3	34	18	28	76	-	-	22	-	-
19	1	-	-	74	-	-	-	-	88	-	85
20	-	-	-	-	-	32	-	-	34	-	-
21	-	-	-	-	16	-	-	8	-	-	-



## LAMPIRAN C



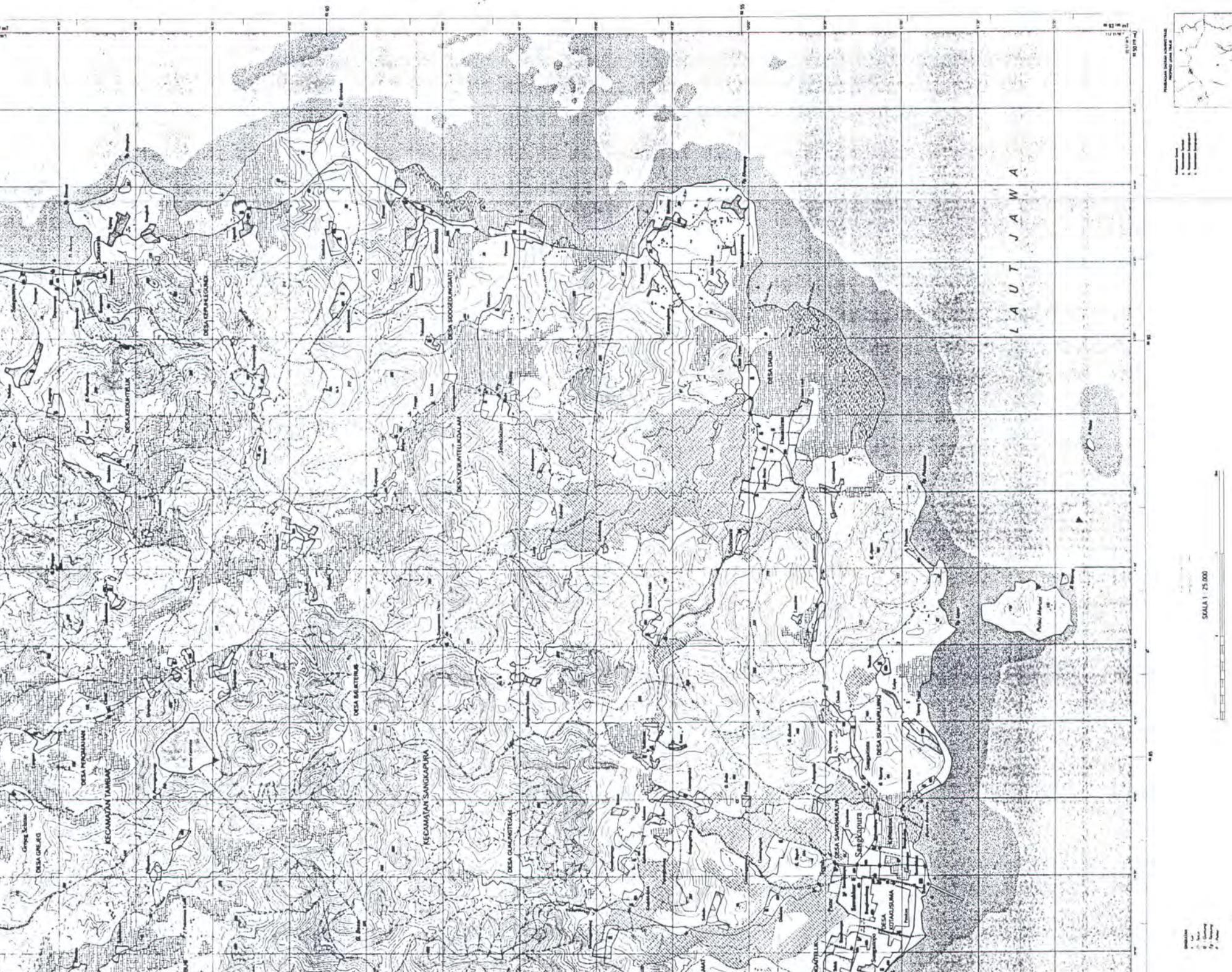
PETA RUPABUMI DIGITAL INDONESIA

1 : 25.000  
Lembar 1610-114  
[Edisi : 1 - 2001]

SANGLAKAPURA

```

graph TD
    A[IDE Java] --> B[Java-Code]
    B --> C[Java-Code]
    C --> D[Java-Code]
    D --> E["Compile Java-Code  
Kompileert Java-Code"]
    E --> F[Java-Code]
    F --> G[Run Java-Code]
  
```





PETA RUPABUMI DIGITAL INDONESIA  
1 : 25.000  
Lembar 1610-113  
TELUKJATI

Edisi : I - 2001



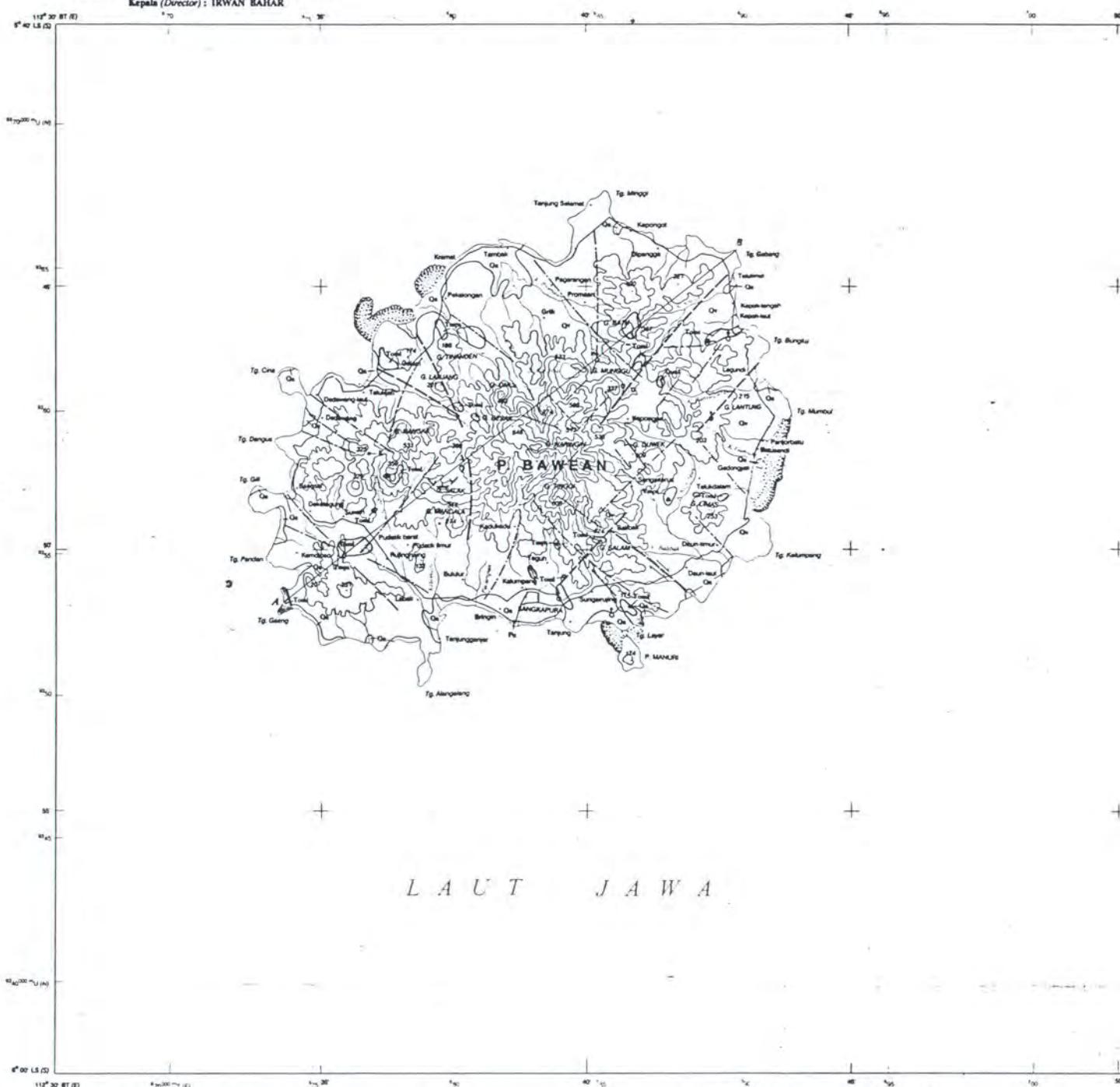
SKALA 1 : 25.000

PENGAJUAN SURAT ADMINISTRASI  
PROV. JAWA TENGAH

PETA LIMA CAIRAN KORDINAT UTM

Saluran pertambangan di atas tanah	W 79
Calon jln. D. Perkebunan	W 79
Ged. sekolah dan rumah sakit	W 79
Pelabuhan dan gerbang masuk dan keluar kendaraan	S
Ged. sekolah dan rumah sakit	W 79
Zona UTM - 4	W 79
T = 367000 m	W 79
Koordinat Zona UTM	U = 1367000 m



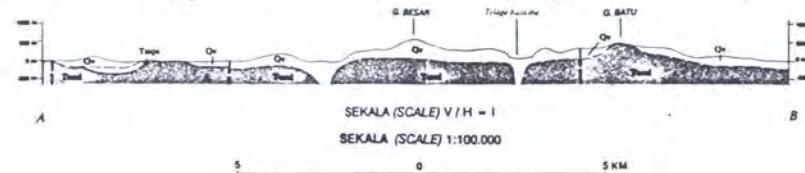


Data dasar dibuat oleh Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi dari peta topografi Dient Batavia (1923), dan AMS, T.503 (1:250.000).  
Base map compiled by Geological Research and Development Centre from topographic map of Dient Batavia (1923), and AMS, T.503 (1:250.000).

Dibuat oleh: T. O. Simandjuntak, H. Ramen, R. Sulamto,  
Reviewed by: S. Supreme, H. Samodra & Sulisto  
Digrafir oleh/Drawn by:  
- Nasukahmenewop  
- Grafitikgrapnico  
Supervisor kartografi:  
Cartography Supervisor:  
H. Samodra  
Sudipono  
Sardjono Poerw

U.M. U.S. U.M.  
U.M = Utara Magnetik (Magnetic North)  
U.S = Utara Sebenarnya (True North)  
U.G = Utara Grid (Grid North)  
  
dms = deviasi magnetik tahun 1990  
dengan perbedaan ketinggian 1%  
dapat berubah seiring dengan perubahan waktu  
dan perubahan posisi bumi  
dg = deviasi grid (grid declination)

DIAGRAM DEKLINASI DI PUSAT LEMBAR PETA  
DECLINATION DIAGRAM ON CENTRE OF THE SHEET



SELANG GARIS KETINGGIAN 100 METER

CONTOUR INTERVAL 100 METERS

PROJEKSI TRANSVERSE MERCATOR

TRANSVERSE MERCATOR PROJECTION

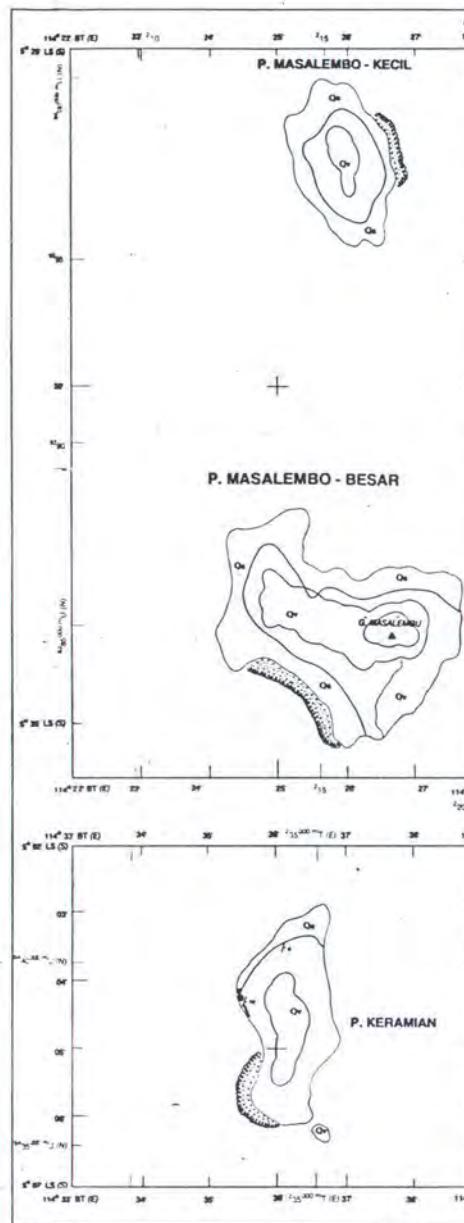
ANGKA GRID UNIVERSAL TRANSVERSE MERCATOR (UTM) PADA ZONE 50 M SFEROID NASIONAL INDONESIA  
DENGAN SELANG JARAK 500 METER TERCIPTAK DENGAN WARNA BIRU  
BLUE NUMBERED TICKS INDICATE THE 500 METER UNIVERSAL TRANSVERSE MERCATOR (UTM) GRID  
ZONE 50 M ACCORDING TO NATIONAL SPHEROID

TOLOK ADALAH PERLUASAN LAUT RATA-RATA

DATA AT MEAN SEA LEVEL

## PETA GEOLOGI LEMBAR BAWEAN DAN MASALEMBO, JAWA GEOLOGICAL MAP OF THE BAWEAN AND MASALEMBO QUADRANGLE, JAVA

Oleh (By)  
S. AZIZ, S. HARDJOPRAWIRO dan (and) S. ANDI MANGGA  
1993



112°30'	112°35'	112°40'	112°45'
160-4 P. BAWEAN NIN-1	160-4 L.A.U.T	160-4 J.A.W.A	1716-4 P. MASALEMBO
160-4	160-4 L.A.U.T	160-4 J.A.W.A	1716-4
160-4	160-4	160-4	1716-4

PETA INDeks LOKASI NAMA DAN NOMOR LEMBAR MENURUT  
BADAN KOORDINASI SURVEY DAN PEMERINTAH NASIONAL (BKSPN)  
INDEX MAP QUADRANGLE NAMES AND NUMBERS ACCORDING  
NATIONAL COORDINATION AGENCY FOR SURVEYS AND MAPPING (NCASM)

