

BAB III

HASIL PENYELIDIKAN

3.1. Kondisi Fisik Daerah Penelitian

Kota Semarang terletak di pantai Utara Jawa Tengah, tepatnya pada garis 6°5'-7°10' Lintang Selatan dan 110° 35' Bujur Timur. Sedang luas wilayah mencapai 37.366.838 Ha atau 373,7 Km². Pada akhir tahun 2001 jumlah penduduk Kota Semarang mencapai 1.329.668 jiwa, atau dengan tingkat kepadatan penduduk rata-rata 3.558 jiwa/km² yang terdiri dari 671.316 pria dan 658.352 wanita. Kota Semarang memiliki iklim tropis dengan dua jenis musim yaitu, musim kemarau dan musim penghujan yang memiliki siklus pergantian setiap \pm 6 bulan. Hujan sepanjang tahun, dengan curah hujan tahunan yang bervariasi dari tahun ke tahun rata-rata 2.500 mm/tahun dengan maksimum bulanan terjadi pada bulan Desember sampai bulan Januari. Temperatur udara berkisar antara 25.80 °C sampai dengan 29.30 °C, kelembaban udara rata-rata bervariasi dari 62 % sampai dengan 84%. Arah angin sebagian besar bergerak dari arah Tenggara menuju Barat Laut dengan kecepatan rata-rata berkisar antara 5.7 km/jam. Topografi wilayah Kota Semarang terdiri dari dataran rendah dan dataran tinggi. Dibagian Utara yang merupakan pantai dan dataran rendah memiliki kemiringan 0-2 % sedang ketinggian bervariasi antara 0-3,5 m. Di bagian Selatan merupakan daerah perbukitan, dengan kemiringan 2 - 40% dan ketinggian antara 90 - 200 M di atas permukaan air laut (DPL).

3.1.1. Penggunaan Lahan

Kota Semarang sebagai ibukota provinsi Jawa Tengah sebagian besar merupakan wilayah perkotaan yang digunakan sebagai daerah pemukiman, perkantoran, pertokoan dan industri serta sarana perkotaan yang antara lain berupa, jalan raya dan kereta api, lapangan olahraga, pasar, pelabuhan laut dan udara, rumah sakit, dsb. Sedangkan lahan yang berada di daerah pedesaan umumnya merupakan daerah pesawahan atau perkebunan. Daerah pesawahan terutama di sekitar kaki pegunungan atau di dataran, sedangkan perkebunan atau hutan terdapat di lereng dan tubuh pegunungan. Sedangkan di bagian pantai umumnya dimanfaatkan sebagai areal pertambakan.

Melihat perkembangan Kota Semarang yang sangat pesat, maka diperlukan pertimbangan yang tepat dalam menyusun rencana tata guna lahan daerah Semarang; khususnya dalam kaitan dengan pasokan ABT, daerah resapan, dan resiko dampak pencemaran ABT yang mungkin terjadi. Hal ini mengingat peranan ABT dalam pemenuhan kebutuhan air bersih bagi penduduk Kota Semarang yang masih sangat dominan. Pada Peta Rencana Penggunaan Tanah Kota Semarang dalam Rencana Induk Kota Semarang (1975-2000), penggunaan lahan di daerah Semarang ditetapkan sebagai berikut:

- Daerah bagian utara (pantai) ditetapkan sebagai daerah pelabuhan laut dan udara, pusat rekreasi, tambak, dan waduk pengendali banjir.
- Kawasan industri ditetapkan di bagian barat (Kecamatan Tugu) dan bagian timur (Kecamatan Genuk dan Kecamatan Pedurungan).
- Perkantoran, pusat perdagangan, perumahan, fasilitas pendidikan (kampus), dan fasilitas olahraga ditetapkan di bagian tengah.
- Daerah penghijauan (pertanian terpadu, hutan lindung, dan hutan produksi) yang berfungsi sebagai daerah resapan ditetapkan di bagian selatan.

3.1.2. Penduduk dan Kebutuhan Air Bersih

Penduduk di Kota Semarang sebagian memenuhi kebutuhan akan air bersihnya dari budi daya sendiri, yakni dari ABT (sumurgali, sumurpasak, dan sumurbor), mataair, maupun air permukaan (sungai), sedangkan sebagian lagi (55,46%) terpenuhi dari Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM).

Dalam Program Pembangunan Nasional, Pemerintah telah menetapkan sasaran penyediaan air bersih bagi penduduk Indonesia, yaitu jumlah penduduk yang terlayani air bersih ditargetkan sebesar 80% untuk daerah perkotaan, dan 60% untuk daerah pedesaan. Sebagai dasar dalam perencanaan tersebut, Direktorat Jenderal Cipta Karya membagi kota berdasarkan jumlah penduduknya menjadi 5 (lima) kategori seperti disajikan pada Tabel 3.1:

Tabel 3.1. Kategori Kota dan Standar Kebutuhan akan Air Bersih untuk Keperluan Rumah Tangga.

Kategori	Kota	Jumlah penduduk (Jiwa)	Kebutuhan air bersih litert/hari/orang
I	Metropolitan	> 1.000.000	190
II	Besar	500.000 - 1.000.000	170
III	Sedang	100.000 - 500.000	150
IV	Kecil	20.000 - 100.000	130
V	Kecamatan	3.000 - 20.000	100

Sumber: Direktorat Jenderal Cipta Karya

Jika dilihat pada Tabel 3.1, berdasarkan jumlah penduduknya Kota Semarang dikategorikan dalam kategori I, namun dalam segi perkembangan daerah termasuk dalam klasifikasi kota sedang, maka diasumsikan kebutuhan air bersih penduduk sebanyak 150 liter/hari/orang.

3.2. Morfologi dan Tataan Geologi

Keadaan medan Kota Semarang mencerminkan susunan bentang alam yang berupa dataran rendah pantai, dan daerah perbukitan yang dikenal dengan Perbukitan Candi, serta daerah kerucut gunung api yang merupakan kaki dari Gunung Ungaran. Ketinggian berkisar 0-500m di atas muka laut (aml).

Morfologi dataran mempunyai kemiringan lereng sangat landai, yaitu antara 0 - 5% atau pada ketinggian 0 – 50m aml, yang terbentang luas di daerah dataran pantai, mulai dari Kaliwungu di bagian barat, melewati Kota Semarang di bagian tengah, dan berlanjut hingga demak bagian timur. Pertumbuhan dataran pantai ini, pada mulanya terjadi akibat dari pembentukan Delta Garang, sebagai akibat dari pengendapan lumpur yang dibawa oleh Kali Garang. Batuan yang menutupi morfologi dataran ini merupakan endapan Aluvium, yang terdiri dari endapan sungai, endapan Delta Garang, dan endapan pantai. Endapan Aluvium ini merupakan material-material lepas, berupa perselingan pasir, lanau, lempung, kerikil, dan kerakal.

Morfologi perbukitan mempunyai kemiringan lereng sedang sampai terjal, yaitu antara 5 – 90%, dengan ketinggian berkisar antara 50 – 300 m. Batuan yang menutupi morfologi perbukitan ini berupa batuan vulkanik dari Formasi Damar dan endapan breksi vulkanik, yang merupakan endapan vulkanik tua dari hasil kegiatan dari Gunung Ungaran Purba, terdiri dari batupasir, breksi, konglomerat, dan tufa. Morfologi perbukitan ini ditutupi juga oleh batuan endapan laut yang bersifat padu, terdiri dari betulempung napalan berlapis tebal, berselingan dengan batupasir tufaan, konglomerat breksi, dan batugamping.

Morfologi kerucut gunungapi mempunyai kemiringan lereng sedang, yaitu antara 10 – 50%, dengan ketinggian berkisar antara 300 – 500 m. Batuan yang menutupi morfologi kerucut gunung api ini adalah batuan endapan vulkanik muda, yang merupakan hasil kegiatan Gunung Ungaran, terdiri dari tufa andesit, breksi, lava andesit, dan basal.

3.3. Tataan Akuifer

Batuan yang menutupi daerah survey membentuk suatu sistem akuifer ABT, dimanan secara hidrogeologi dapat dibagi menjadi empat kelompok akuifer (Peta Konservasi ABT Daerah Semarang dan Sekitarnya), yakni:

- Kelompok Akuifer Endapan Kuarter
- Kelompok Akuifer Formasi Damar
- Kelompok Akuifer Breksi Vulkanik
- Kelompok Akuifer Produk Gunung Api Muda

3.3.1. Kelompok Akuifer Endapan Kuarter

Kelompok akuifer ini terdapat di daerah pantai yang merupakan endapan pantai dan endapan sungai. Penyebarannya tidak menerus ke arah horizontal, dengan variasi litologi, sehingga di beberapa tempat dijumpai adanya lebih dari satu akuifer. Setiap lapisan akuifer dipisahkan oleh lapisan yang kelulusannya relatif rendah. Umumnya litologi akuifer berupa lapisan tipis pasir lempungan, pasir halus sampai kasar, atau kerikil yang tersisip dalam lapisan lempung plastis mengandung cangkang kerang, dengan lapisan penutupnya berupa lempung. Mengingat sifat litologi lapisan penutupnya yang setengah padu, maka kelompok akuifer secara hidrolika berhubungan dengan tata akuifer ABT tak-tertekan yang terletak di atasnya. Disamping itu di dalam

kelompok akuifer ini sendiri, setiap lapisan akuifer secara hidrolika juga saling berhubungan.

Kedalaman akuifer berkisar dari 30-90 m di bagian barat (daerah Bulu dan Kalibanteng) sedangkan di bagian timur (daerah Tambaklorok) mencapai lebih dari 90 m di bawah muka tanah setempat (bmt). Kelompok akuifer ini berdasarkan sifat fisik dan kualitas ABT, masih dapat dibedakan lagi menjadi dua bagian, yaitu:

- Kelompok Akuifer Delta Garang

Kelompok akuifer ini disebut pula sebagai kelompok akuifer utama, karena merupakan sumber ABT yang paling potensial dan produktif di daerah pusat Kota Semarang. Batas sebaran lateral akuifer delta Garang memanjang ke arah timur laut dengan membentuk dua buah punggung bawah permukaan yang dipisahkan oleh sebuah lekukan, sebuah punggung mengarah ke timur laut yakni kurang lebih memanjang searah dengan Jalan Pemuda, terus mengikuti jalan raya yang menuju ke Demak, dan sebuah punggung yang lain kurang lebih mengarah ke utara dari daerah Bulu, Punggong sampai Boomlana.

Daerah-daerah yang ditempati oleh endapan Delta Garang antara lain meliputi daerah Semarang Kota, Daerah Tanah Mas, sekitar Poncol, Pengapon, Pelabuhan, daerah Tugu Muda dan sebagian daerah Kaligawe bagian barat. Kedalaman akuifer secara umum berkisar antara 30-90 m bmt, dengan ketebalan setiap lapisan akuifer antara 1,0-6,0 m. litologi akuifer disusun oleh batupasir berbutir sedang sampai kasar atau konglomerat.

- Kelompok Akuifer Endapan Laut Kuarter

Secara umum akuifer endapan laut kuarter ini litologinya terdiri atas pasir lempungan, pasir halus sampai kasar yang sebagian mengandung cangkang kerang. Kedalaman akuifer beragam, mulai dari 30 m bmt sampai lebih dari 150 m bmt. Sebarannya di sepanjang dataran pantai utara daerah Semarang, di mana kedudukan akuifer di bagian timur umumnya lebih dalam dari pada di bagian barat. Endapan Kuarter ini merupakan endapan laut, endapan pantai, dan endapan sungai.

3.3.2. Kelompok Akuifer Formasi Damar

Kelompok Akuifer terdapat pada Formasi Damar, penyebaran kelompok akuifer ini di daerah pebukitan Candi, sehingga keterdapatannya cukup dalam. Kedudukan akuifer bervariasi dengan kedalaman akuifer berkisar antara 30-100 m bmt. Di daerah Simongan, karena terletak di daerah lembah, maka kedudukan akuifernya umumnya relatif dangkal, yaitu sekitar 50-70 m bmt.

Sumurbor yang menyadap kelompok akuifer Formasi Damar ini dapat dijumpai di daerah Simongan, Randugarut, Mangkang, Ngaliyan, Manyaran, Bendan Sampangan, Candi, Kedungmundu, Jangli, Jatingaleh, dan Gombel. Di daerah Simongan, Randugarut, Mangkang, ABT dari kelompok akuifer ini dimanfaatkan untuk keperluan industri, sedangkan di daerah Candi, Ngaliyan, Manyaran, Kedungmundu, Jangli, Jatingaleh, dan Gombel umumnya dimanfaatkan untuk keperluan pemukiman.

Secara umum litologi akuifer utamanya terdiri atas konglomerat dan batupasir tufan dengan lapisan kedap yang menutupinya berupa batulempung, tufa, maupun breksi.

3.3.3. Kelompok Akuifer Breksi Vulkanik

Kelompok akuifer ini terdapat di dataran tinggi, yaitu mulai dari Ngesrep di bagian utara dan berlanjut ke arah selatan hingga ke daerah Srandol, Banyumanik, Watugong dan Pudukpayung. Litologi penyusunnya terdiri dari batu pasir tufaan, breksi vulkanik, tuf, dan konglomerat. Kedudukan akuifer dijumpai pada kedalaman lebih dari 35 m bmt, yaitu antar 35-117 m bmt.

3.3.4. Kelompok Akuifer Produk Gunung Api Muda

Kelompok akuifer ini terdapat di daerah kaki Gunung Ungaran. Penyebarannya mulai dari daerah Klepu di bagian selatan dan berlanjut ke utara ke daerah Ungaran, kemudian terus melingkar ke barat hingga ke daerah Gunungpati dan Boja. Litologi akuifer umumnya terdiri dari tufa pasiran, batupasir tufaan, aglomerat, dan lava vesikuler. Kedalaman akuifer berkisar antara 20-180 m bmt. Beberapa mataair muncul dari kelompok akuifer ini dengan debit besar (lebih dari 50 liter/detik). Mataair-mataair tersebut umumnya telah diturap oleh PDAM Kota Semarang, dan PDAM Kabupaten Semarang sebagai sumber baku air bersih.

3.4. Tinggi Muka ABT Dalam

Berdasarkan Peta Hidrogeologi Indonesia Lembar Semarang (Lampiran 3), di bagian utara kaki Gunung Ungaran yang ditutupi oleh Formasi Damar, digolongkan sebagai akuifer produktif. Pengeboran di Jatingaleh, Karangampel, Kedungmundu dan Ngemplak Simongan mempunyai kedalaman lebih dari 30 m dibawah muka tanah, menghasilkan debit lebih dari 100 liter/menit. Di bagian yang ditutupi oleh breksi vulkanik setempat, akuifer produktif dapat ditemui di daerah Banyumanik. Disini beberapa sumur telah dibor dan menembus akuifer produktif pada kedalaman 35-80 m dibawah muka tanah, muka ABTnya berkisar antara 10-25 m dengan debit lebih dari 3 liter/detik.

Berdasarkan data yang tercatat mulai tahun 1980 sampai dengan tahun 1994, perubahan muka ABT dalam dari tahun ke tahun dapat dijelaskan bahwa pada tahun 1980 muka ABT pada elevasi 0 (nol) masih dapat ditemukan dari daerah Pedurungan, sekitar Simpanglima, daerah Arjuna, Erowati, ke arah barat sampai Kenconowungu. Di daerah timur dari Pedurungan, Purwosari ke timur daerah antara Genuksari dan Bangetayu. Kedudukan muka ABT paling dalam mencapai -2,9 m dijumpai di daerah Majudrajat di dekat pelabuhan dan di daerah Purwosari juga mencapai -2,9 m. Pada tahun 1984 muka ABT elevasi 0 (nol) sudah bergeser ke selatan dari kedudukan tahun 1980, hanya di daerah Arjuna dan Erowati kedudukan belum bergeser. Hal ini kemungkinan disebabkan bahwa pengisian akuifer delta Garang cukup besar dari daerah lainnya. Kedudukan muka ABT paling dalam dijumpai di daerah Bugangan, Majudrajat dan terus berkembang di daerah Purwosari dengan kedudukan pada elevasi -7,3 m.

Pada tahun 1992, muka ABT pada elevasi 0 (nol) semakin bergeser ke selatan, sedikit perubahan di daerah Arjuna dan Erowati. Di daerah barat elevasi 0 (nol) yang pada tahun 1984 masih terletak di sebelah utara Jarakah dan Mangkang Wetan, pada tahun 1994 sudah bergeser ke selatan dari kedudukan semula. Kedudukan muka ABT paling dalam terdapat di daerah Muktiharjo, Rejomulyo ke timur sampai di bagian selatan Genuksari dengan kedudukan pada elevasi -15 m.

3.5. Sistem Aliran ABT

Dilihat dari kondisi geomorfologi, kondisi geologi dan kondisi hidrogeologinya maka sistem aliran ABT di Kota Semarang menurut Nihon Suido (1980) yang meneliti pola aliran ABT di daerah kaki Gunung Ungaran dan Semarang atas, dan Karlheinz

Spitz (1989) yang meneliti pola aliran ABT daerah Semarang bawah dapat diterangkan sebagai berikut:

- Mulai dari puncak sampai kaki Gunung Ungaran merupakan daerah pengisian “*Recharge Area*” terhadap daerah Semarang bagian atas dengan batuan tersusun dari endapan gunung api muda dan lahar Gunung Ungaran. Di dalam perjalanannya aliran ABT tersebut terhalang oleh sesar melingkar sepanjang kaki Gunung Ungaran melewati Ungaran, Gunungpati dan ke barat melewati Cangkiran dan diperkirakan berfungsi sebagai *barrier* sehingga merubah arah aliran ABT tersebut. Fungsi *barrier* ini dibuktikan dengan adanya mata air dengan debit > 60 liter/detik dan beberapa sumur PDAM yang artesis dengan debit > 100 liter/detik.
- Perubahan arah aliran ABT di sebelah timur Ungaran masih normal bergerak ke arah utara mengikuti Kali Garang sedangkan di bagian barat Ungaran arah aliran bergeser ke arah barat dan sebagian aliran mengikuti arah aliran Kali Kripik dan yang lainnya mengalir sejajar dengan Kali Kreo, melewati daerah Semarang atas. Di perbukitan Gombel bagian barat, tepatnya di daerah Sukorejo-Tinjomoyo aliran ABT berubah menjadi “*discharge*”. Hal ini disebabkan karena pemunculan Formasi Kalibiuk (sedimen marine) yang secara stratigrafi terletak dibawah Formasi Damar, litologi terdiri dari lempung dan napal sehingga berfungsi sebagai lapisan kedap air. Di perbukitan Gombel bagian timur terjadi hal yang sama, yaitu pemunculan Formasi Kalibiuk yang kedap air di daerah Jerukwangi-Pengkol di hulu sungai Pengkol.
- Di daerah Semarang bawah yang tersusun dari endapan alluvial, di bagian tengah daerah tersebut merupakan daerah pengisian “*Recharge Area*” dimulai dari daerah perbukitan Semarang atas, tetapi yang dominan adalah yang berasal dari aliran Sungai Kali Garang yang menyusup ke dalam endapan aluvial Kali Garang yang dimulai dari pertemuan antara tiga sungai Kali Garang, Kali Kripik dan Kali Kreo di daerah Sukorejo. Hal ini dibuktikan dengan adanya kontak antara Formasi Kalibiuk dengan endapan aluvial yang dimulai dengan adanya konglomerat yang cukup tebal.

- Di bagian timur hal yang sama terjadi seperti di daerah Semarang Tengah, yaitu daerah pengisian “*Recharge Area*” dimulai dari perbukitan Semarang atas, tetapi yang dominan berasal dari aliran Kali Pengkol yang menyusup ke dalam endapan aluvial Kali Pengkol yang dimulai dari daerah Kalikajen di selatan Pengkol. Di bagian barat, pengisian “*Recharge Area*” sepenuhnya berasal dari perbukitan di bagian selatan walaupun sebagian besar berhubungan langsung dengan Formasi Damar yang berada di bawah endapan aluvium, termasuk juga di daerah Semarang tengah dan Semarang bagian timur.

3.6. Pendugaan Potensi ABT

Penentuan potensi ABT di Kota Semarang dilakukan berdasarkan pengumpulan data primer dan data sekunder berupa peta hidrogeologi regional Kota Semarang dan Sekitarnya dari Direktorat Jendral Geologi dan Sumber Daya Mineral, Bandung dan peta potensi ABT yang diperoleh dari hasil survei terdahulu terhadap beberapa kecamatan di Kota Semarang, yakni kecamatan Banyumanik dan Kecamatan Gunungpati. Dengan menggabungkan dan mengkorelasikan dua peta tersebut diharapkan dapat memberikan gambaran umum mengenai potensi ABT untuk Kota Semarang.

Potensi ABT di Kota Semarang bersumber pada sungai-sungai yang mengalir di Kota Semarang antara lain Kali Garang, Kali Pengkol, Kali Kreo, Kali Banjir Kanal Timur, Kali Babon, Kali Sringin, Kali Kripik, Kali Dungadem dan lain sebagainya. Kali Garang yang bermata air di gunung Ungaran, alur sungainya memanjang ke arah Utara hingga mencapai Pegangan tepatnya di Tugu Soeharto, bertemu dengan aliran kali Kreo dan kali Kripik. Kali Garang sebagai sungai utama pembentuk kota bawah yang mengalir membelah lembah-lembah Gunung Ungaran mengikuti alur yang berbelok-belok dengan aliran yang cukup deras. Kali Garang memberikan pasokan air yang cukup dominant bagi Kota Semarang, sehingga langkah-langkah untuk menjaga kelestariannya juga terus dilakukan.

Daerah penelitian secara umum dapat dibagi menjadi dua wilayah air bawah tanah, yaitu, wilayah air bawah tanah perbukitan dan wilayah air bawah tanah daratan.

- Wilayah air bawah tanah perbukitan merupakan daerah perbukitan bergelombang lemah sampai kuat yang ditutupi oleh sedimen tua dan batuan gunung api lama. Produktifitas akuifer pada daerah ini tergolong kecil khususnya pada daerah-daerah dengan timbulan terjal yang mencerminkan batuan padu dengan kelulusan rendah.
- Wilayah air bawah tanah dataran menempati daerah dataran di sekitar Kota Semarang bagian bawah, akuifer utama berupa lava berongga (vesikuler) dengan produktifitas tergolong tinggi sampai sedang. Sistem aliran yang berkembang adalah aliran melalui ruang antar butir dan celahan.

3.6.1. Jenis Akuifer Dan Produktifitasnya

Berdasar pada tipe akuifernya, wilayah Kota Semarang dibedakan menjadi tiga kelompok, yaitu (1) akuifer dengan aliran melalui pori antar butir, (2) akuifer dengan aliran melalui celahan dan ruang antar butir, serta (3) akuifer celah dan pori dengan produktivitas kecil dan daerah air bawah tanah langka (Gambar 3.1). Tipe akuifer yang ada di daerah penelitian adalah:

a) Akuifer dengan aliran melalui ruang antar butir

- Akuifer dengan produktivitas tinggi dan penyebaran luas

Akuifer berlapis banyak, keterusan sedang sampai tinggi, kedalaman muka air bawah tanah beragam, umumnya dekat permukaan tanah, di beberapa daerah ada diatas muka tanah, debit sumur umumnya lebih dari 10 l/dt.

- Akuifer produktif dengan penyebaran luas

Akuifer berlapis banyak, keterusan sedang, kedalaman muka air bawah tanah cukup dangkal, debit sumur mencapai 5-10 l/dt, di beberapa tempat 20 l/dt.

- Akuifer produktif sedang dengan penyebaran luas

Akuifer berlapis banyak, keterusan sedang sampai rendah, kedalaman muka air bawah tanah beragam umumnya dekat permukaan tanah, debit sumur umumnya kurang dari 5 l/dt.

- Akuifer berproduksi sedang dengan penyebaran setempat

Akuifer dangkal, keterusan sedang sampai rendah, debit sumur umumnya kurang dari 5 lt/dt.

b) Akuifer dengan aliran melalui celahan dan ruang antar butir

- Akuifer produktif tinggi dengan penyebaran luas

Akuifer dengan keterusan dan kisaran kedalaman muka air bawah tanah sangat beragam, debit umumnya lebih dari 5 l/dt, pemunculan mata air banyak dijumpai, beberapa debitnya mencapai lebih dari 500 l/dt, terutama yang muncul dari lava vesikuler.

- Akuifer produktif sedang dengan penyebaran luas

Akuifer dengan keterusan sangat beragam, kedalaman muka air bawah tanah umumnya dalam, debit umumnya kurang dari 5 l/dt, mata air umumnya berdebit sedang, muncul terutama pada daerah lekuk lereng.

- Akuifer produktif dengan penyebaran setempat

Akuifer dengan keterusan sangat beragam, umumnya air bawah tanah yang tidak dimanfaatkan karena dalam dan mempunyai penyebaran secara setempat.

c) Akuifer bercelah atau sarang produktifitas kecil dan daerah air bawah tanah langka

- Akuifer produktifitas kecil dengan penyebaran setempat

Pada umumnya keterusan sangat rendah, setempat air bawah tanah dalam dan dapat ditemui pada bagian lembah, terdapat pada zona lapukan batuan padu.

- Air bawah tanah langka.

Terdapat pada bukit-bukit atau daerah yang mempunyai kualitas air jelek.

3.6.2. Cekungan ABT

Cekungan Air Bawah Tanah adalah suatu daerah tempat dijumpainya lapisan pengandung air (akuifer) dengan pasokan ABT yang memiliki perilaku ABT yang tertentu dan kualitas tertentu pula. Pasokan ABT tersebut sangat dipengaruhi oleh factor curah hujan, sifat fisik batuan, morfologi dan struktur geologinya.

Berdasarkan Peta Cekungan Air Bawah Tanah Profinsi Jawa Tengah yang disusun oleh Direktorat Jendral Geologi dan Sumber Daya Mineral, Kota Semarang (Gambar 3.2) tersusun oleh dua Cekungan Air Bawah Tanah, yaitu Cekungan Air Bawah Tanah Semarang-Demak dan Cekungan Air Bawah Tanah Ungaran.

- Cekungan Air Bawah Tanah Semarang-Demak
Cekungan Air Bawah Tanah meliputi wilayah Kecamatan Banyumanik, Kecamatan Tembalang, Kecamatan Pedurungan, Kecamatan Genuk, Kecamatan Gayamsari, Kecamatan Semarang Timur, Kecamatan Semarang Selatan, Kecamatan Semarang Tengah, Kecamatan Semarang Utara, Kecamatan Semarang Barat, Kecamatan Candisari, Kecamatan Gajah Mungkur, Kecamatan Tugu, Kecamatan Ngaliayan, dan sebagian wilayah Kecamatan Mijen. Cekungan Air Bawah Tanah Semarang-Demak mempunyai jumlah aliran air bawah tanah tidak tertekan sebanyak 581,3 juta m³/tahun dan jumlah aliran air bawah tanah tertekan sebanyak 16,5 juta m³/tahun.
- Cekungan Air Bawah Tanah Ungaran
Cekungan Air Bawah Tanah ini meliputi Kecamatan Gunungpati dan sebagian wilayah Kecamatan Mijen. Cekungan Air Bawah Tanah ungaran mempunyai jumlah aliran air bawah tanah tidak tertekan sebanyak 144,7 juta m³/tahun dan jumlah aliran air bawah tanah tertekan sebanyak 8,1 juta m³/tahun.

3.6.3. Evaluasi Potensi ABT Kota Semarang

Pembagian daerah potensi ABT di suatu daerah didasarkan kepada matriks potensi ABT berdasarkan Keputusan Menteri Dan Sumber Daya Mineral, 2000, tentang Penyelidikan Potensi ABT. Berdasarkan kreteria kualitas dan kuantitas, tingkat potensi ABT dibedakan menjadi empat daerah/wilayah potensi ABT sebagai berikut :

- a). Tinggi, jika setiap sumur yang dibuat dengan jarak antar sumur tertentu menghasilkan Q_{opt} lebih besar dari 10 liter/detik dengan kualitas ABT baik.
- b). Sedang, jika setiap sumur yang dibuat dengan jarak antar sumur tertentu menghasilkan Q_{opt} antara 2-10 liter/detik dengan kualitas ABT baik.
- c). Rendah, jika setiap sumur yang dibuat dengan jarak antar sumur tertentu menghasilkan Q_{opt} kurang dari 2 liter/detik dengan kualitas ABT baik.
- d). Nihil, jika setiap sumur yang dibuat menghasilkan air dengan kualitas jelek.

Tabel 3.2. Matriks Tingkat Potensi ABT

Kuantitas	KUALITAS Standar kualitas Air Minum	
	BAIK (memenuhi syarat)	JELEK (tidak memenuhi syarat)
BESAR $Q_{opt} > 10$ lt/dtk	BAIK (biru)	NIHIL (oranye)
SEDANG $Q_{opt} = 2-10$ lt/dtk	SEDANG (hijau)	
KECIL $Q_{opt} < 2$ lt/dtk	RENDAH (kuning)	

Sumber : PERMENKES No. 907/MENKES/SK/VII/2002

3.6.4. Pendugaan Geolistrik

Pendugaan geolistrik ditujukan untuk memetakan penyebaran akuifer air bawah tanah. Pemilihan lokasi titik pengukuran geolistrik didasarkan pada kondisi hidrogeologi, yaitu wilayah yang secara regional menunjukkan indikasi mempunyai prospek ABT yang baik.

Penyelidikan terdahulu telah mengadakan pendugaan geolistrik untuk penelitian potensi ABT pada dua kecamatan di Kota Semarang, yakni Kecamatan Banyumanik dan Kecamatan Gunungpati. Hal tersebut bertujuan untuk memperoleh gambaran berupa peta hidrogeologi Kecamatan Banyumanik dan Kecamatan Gunungpati.

3.6.5. Daerah Potensi ABT Kota Semarang

Penentuan daerah potensi ABT di Kota Semarang diperoleh dari hasil penggabungan antara peta hidrogeologi regional Kota Semarang dan Sekitarnya dari Direktorat Jendral Geologi dan Sumber Daya Mineral, Bandung dan peta potensi ABT yang diperoleh dari hasil survei terdahulu pada Kecamatan Banyumanik dan Kecamatan Gunungpati.

Berdasarkan produktifitas akuifer yang diperoleh dari peta hidrogeologi regional Kota Semarang dan sekitarnya, pembagian daerah potensi ABT Kota Semarang diklasifikasikan sesuai dengan matriks potensi ABT pada Keputusan Menteri Dan Sumber Daya Mineral, 2000, yang merupakan patokan untuk menentukan tingkat potensi ABT pada suatu daerah.

Berdasarkan hasil penggabungan antara dua peta tersebut serta dari hasil survei pengamatan dilapangan diperoleh potensi ABT di Kota Semarang. (Gambar 3.3). Secara terperinci potensi ABT Kota Semarang dibuat dalam peta dengan skala 1: 25.000 (lampiran3c).

3.7. ABT dan Kemampuan Akuifernya.

Kebutuhan air baku untuk daerah industri di wilayah Semarang bawah didapat dari data-data serta proses wawancara dengan pihak-pihak dari instansi-instansi yang terkait. Setelah melalui proses identifikasi masalah terdapat kendala dari pihak PDAM dan pihak pengelola industri. Kapasitas air baku yang diproduksi PDAM tidak dapat mencukupi kebutuhan industri.

Jumlah sumur bor milik industri yang terdaftar di Kota Semarang sebanyak 147 sumur, dari 101 perusahaan di Kota Semarang. Dari 147 titik sumur yang tersebar, 70% nya berada di 4 kecamatan, yaitu kecamatan Ngaliyan, Tugu, Genuk, dan Banyumanik. Dari daftar industri pengguna sumur bor di Kota Semarang, didapat jumlah debit maksimal pemompaan yang mewakili kebutuhan ABT untuk masing-masing industri per harinya. Besar debit maksimal pemompaan berkisar antara 3 - 600 m³ / hari.

3.7.1. Debit Maksimum Sumur Bor Industri di Kota Semarang

Debit Maksimum Sumur Industri di Kota Semarang diperoleh dari hasil pendataan yang dilakukan oleh Dinas Pertambangan Profinsi Jawa Tengah terhadap objek pajak pengambilan ABT atau hanya terhadap sumur industri yang memiliki perijinan. Data sumur industri dan debit pengambilan ABT dapat dilihat pada tabel 3.3 dibawah ini yang untuk selengkapnya terdapat pada lampiran 1a.

Tabel 3.3. Daftar pengguna sumur industri di Kota Semarang

No Urut	Nama dan Alamat Perusahaan	Lokasi Sumur	Jumlah Debit Maksimal (m ³ /hr)
1	PT.SINAR PANCA JAYA SEMARANG Jl.Condro Kusumo No.1	Bongsari Semarang Barat	72
2	PT. INTI GENERAL JAYA STEEL Jl. Beteng 116	Jrakah Tugu	108
3	PT. PHAPROS Jl. Simongan 131	Bongsari Semarang Barat	100
4	PT. INDONESIA STEEL TUBE WORKS Jl. Simongan 105	Ngemplak Simongan Semarang Barat	75
5	PT. INDONESIA STEEL TUBE WORKS Jl. Simongan 105	Ngemplak Simongan Semarang Barat	75

Sumber: Departemen Pertambangan Dan Energi, Semarang

3.7.2. Penentuan Nilai Koefisien Permeabilitas

Koefisien Permeabilitas atau disebut juga dengan “*hydraulic conductivity*” (K) adalah kecepatan aliran air melalui satu unit daerah luas potongan melintang dari akuifer. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh United States Geological Survey, angka kelulusan (*Permeability*) bervariasi dari $9,1 \times 10^{-7}$ hingga $4,5 \times 10^2$ meter/hari.(C.P.Hazel, 1975).

Untuk menentukan nilai Koefisien Permeabilitas dari suatu wilayah, diperlukan penelitian yang lebih mendalam, sehingga pada daerah penelitian, diambil angka pendekatan untuk nilai kelulusan (permeability) pada pasir semi konsolidasi, sebesar 10^{-6} meter/detik, atau 0,0864 meter/tahun.

3.7.3. Tebal Akuifer Sumur Pantau

Tebal Akuifer diperoleh dari data hasil penelitian yang dilakukan oleh Direktorat Geologi Tata Lingkungan, Bandung terhadap elevasi dan kedalaman sumur pantau di Kota Semarang. Nilai ini dijadikan acuan dalam perhitungan Transmibilitas sumur bor industri di Kota Semarang. Data elevasi dan kedalaman sumur pantau dapat dilihat pada tabel 3.3 dibawah ini.

Tabel 3.4. Daftar sumur pantau di Kota Semarang.

No	Lokasi	Elevasi (m)	Kedalaman (m)	
			Sumur Bor	Akuifer
1	Jl. Ronggo Warsito	1,5	159	85 - 160
2	Terminal Mangkang	12,5	150	26 - 54
3	Jl. Wotgandul	4,0	133	104 - 130
4	SDN Kuningan	2,0	150	87 - 94
5	GOR Simpanglima	3,0	150	42,7-106,6
6	STM Perkapalan	1,6	125	89 - 92,5
7	Pelabuhan Tanjungmas	1,0	120	84 - 90
8	Batery, Randugarut	8,8	87	62 - 87
9	Kimia Farma, Simongan	11,0	152	77 - 97
10	LIK Kaligawe	3,0	120	86 - 90
11	Citraland, Simpanglima	4,0	150	42 - 144
12	Indo Perkasa PRPP II	2,0	91	60 - 91
13	Coca Cola II	520	100	60 - 90
14	Gemulak, Sayung	3,0	126	114 - 120
15	Mega Rubber Factory	280	120	80 - 144
16	SamPooKong,Pedurungan	8,0	63	40 - 46
17	UNISSULA, Genuk	2,5	107	85 - 93

Sumber: Direktorat Geologi Tata Lingkungan, Bandung

3.7.4. Nilai Transmibilitas Sumur Pantau

Keterusan (*Transmibility*) adalah kecepatan aliran dari air melewati suatu bidang vertikal setebal akuifer, selebar satu satuan panjang dibawah satu unit hidraulik. Besarnya nilai keterusan (*Transmibility*) pada daerah penelitian diperoleh dari ketebalan akuifer pada sumur-sumur pantau yang terdapat di Kota Semarang (Tabel 3.4), yang kemudian dikalikan terhadap nilai Koefisien Permeabilitas dari akuifer tersebut.

$$T = t \times k$$

dimana:

T = Transmibilitas (m²/tahun)

t = Tebal Akuifer (m)

k = Koefisien Permeabilitas (m/tahun)

3.7.5. Jarak Minimal Antar Sumur

Jarak minimal antar sumur dapat diperoleh dari perbandingan jumlah debit maksimal pemompaan dengan Transmibilitas. Kemudian nilai yang didapat dikalikan dengan angka keamanan.

$$d_{\min} = (Q_{\max} / T) \times n$$

dimana:

d_{min} = Jarak minimal antar sumur (m)

Q_{max} = Jumlah debit maksimal pemompaan (m³/thn)

T = Transmibilitas (m²/thn)

n = angka keamanan

3.7.6. Nilai Transmibilitas Sepanjang Jarak Minimal Antar Sumur

Nilai ini diperoleh dengan mengalikan nilai Transmibilitas dengan jarak minimal antar sumur. Nilai ini digunakan untuk mengetahui kemampuan suatu lapisan akuifer dalam mengalirkan ABT.

$$T_{\text{sumur}} = T \times d_{\text{min}}$$

dimana:

T_{sumur} = Transmibilitas sepanjang jarak antar sumur (m^3/thn)

T = Transmibilitas (m^2/thn)

d_{min} = Jarak minimal antar sumur (m)

3.7.7. Ketersediaan ABT

Ketersediaan ABT dapat dihitung berdasarkan jumlah curah hujan yang jatuh di suatu wilayah, yang kemudian meresap masuk ke dalam tanah sebagai imbuhan ABT. Daerah penelitian merupakan bagian dari Daerah Aliran Sungai (DAS) Garang yang mempunyai curah hujan rata-rata tahunan sebesar 2768mm, dimana dari curah hujan tersebut sebesar $\pm 1284,7$ mm/thn akan menguap kembali ke udara (Sihwanto, 1988). Sedangkan sisanya sebagian akan mengalir sebagai air permukaan, dan sebagian lagi akan meresap ke dalam tanah menjadi ABT.

Air hujan yang jatuh di dalam DAS Garang tersebut, dari hasil perhitungan secara empiris (Sihwanto, 1988) diketahui bahwa daerah dataran pantai rata-rata sebesar 166,089 mm/thn, akan meresap ke dalam tanah sebagai ABT. Sedangkan di daerah perbukitan rata-rata 29,571 mm/thn, dan untuk daerah Gunung Ungaran rata-rata 249,446 mm/thn. Dengan demikian untuk setiap luas 1 km^2 di daerah dataran pantai, jumlah imbuhan ABT adalah 166.089 m^3/thn (5,3 lt/dtk), sedangkan di daerah perbukitan 29.571 m^3/thn (0,94 lt/dtk), dan untuk daerah Gunung Ungaran 249.446 m^3/thn (7,91 lt/dtk).

Menurut Binnie Black & Veatch (1998), imbuhan ABT yang terjadi di daerah Gunung Ungaran untuk setiap luas 1 km^2 sebesar 1.494.000 m^3/thn (47,4 lt/dtk). Sedangkan menurut Arifin, M.B., dkk., (1999) imbuhan ABT di Cekungan ABT Semarang (daerah dataran pantai) sebesar 280.100.000 m^3/thn untuk daerah seluas 636,93 km^2 , dan Cekungan ABT Ungaran (kaki Gunung Ungaran) sebesar 352.800.000 m^3/thn untuk daerah seluas 339,55 km^2 .

3.7.8. Pemantauan Kondisi Kelayakan Sumur

Dengan membandingkan nilai jumlah debit maksimal, kemampuan mengalirkan ABT, dan imbuan diharapkan dapat memberikan gambaran mengenai kondisi kelayakan sumur-sumur bor milik industri di Kota Semarang. Dari perbandingan nilai tersebut dapat terlihat apakah kondisi sumur aman, kritis, atau tidak layak.

dimana:

$$Q_{\max} < T_{\text{sumur}} = \text{Aman}$$

$$Q_{\max} > T_{\text{sumur}} = \text{Kritis}$$

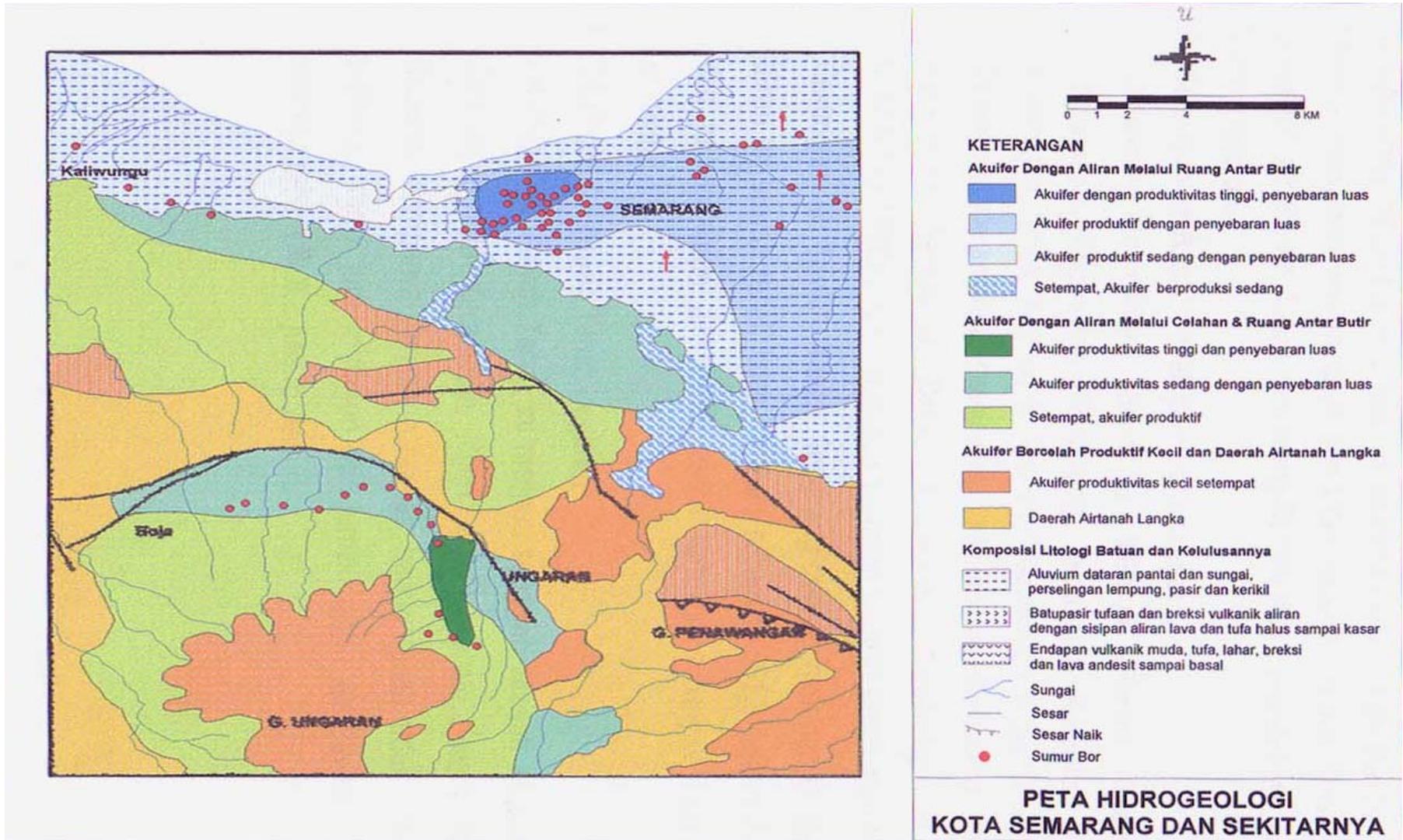
$$Q_{\max} < \text{Imbuan} = \text{Aman}$$

$$Q_{\max} > \text{Imbuan} = \text{Kritis}$$

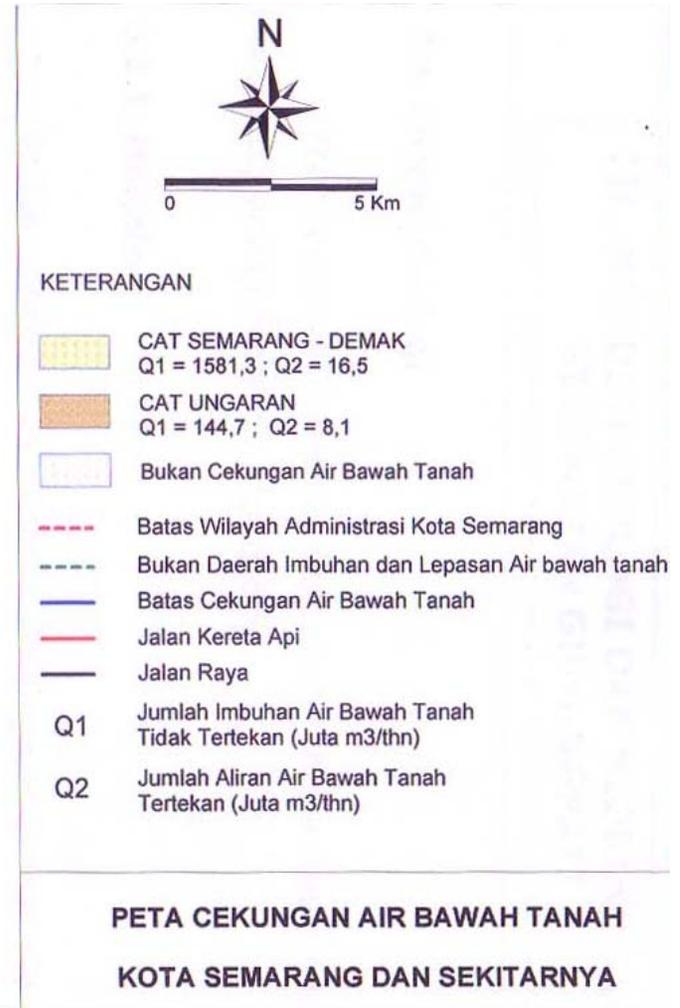
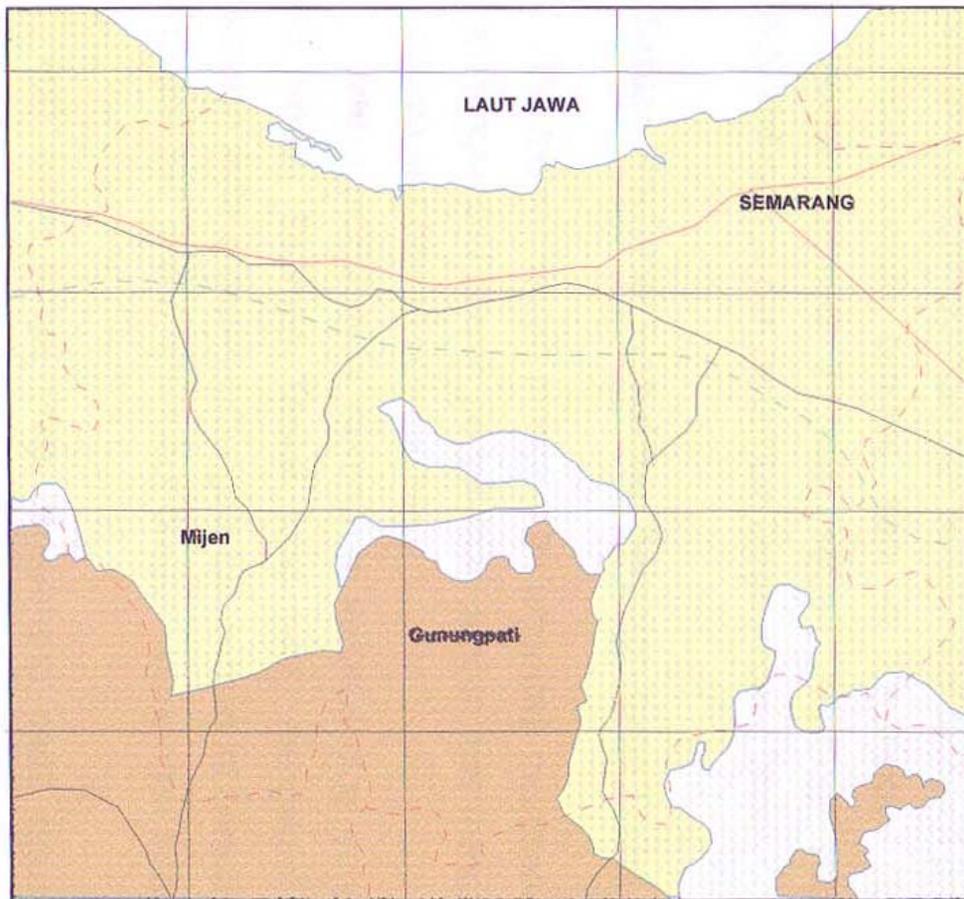
$$T_{\text{sumur}} > \text{Imbuan} = \text{Kritis}$$

$$T_{\text{sumur}} < \text{Imbuan} = \text{Aman}$$

Dari pemantauan kondisi kelayakan sumur tersebut diharapkan dapat segera diberikan solusi untuk penggunaan sumur yang tepat.



Gambar 3.1. Peta Hidrogeologi Regional Kota Semarang dan Sekitarnya (Said & Sukrisno, 1988)



Gambar 3.2. Peta Cekungan Air Bawah Tanah Kota Semarang dan Sekitarnya (Hendri Setiadi, MB. Arifin & Sukrisna, 2002)