

# INTERPRETASI GEOHIDROLOGI UNTUK PENENTUAN SISTEM CEKUNGAN AIR TANAH LIMBOTO-GORONTALO

<sup>1</sup> Pulung A. Pranantya, <sup>2</sup> Heni Rengganis

Puslitbang Sumber Daya Air, Jl. Ir. H. Juanda No. 193 Bandung (40135)  
Telp. (022) 2500507, 2504053, 2501083 Fax. (022) 2500163  
poel\_pranantya@yahoo.com

Diterima: 25 Agustus 2010 ;Disetujui; 20 Oktober 2010

## ABSTRAK

*Air tanah di Propinsi Gorontalo sejak 1990 sudah dimanfaatkan oleh penduduk sebagai sumber air irigasi. Pemanfaatan ini sangat tinggi jumlahnya pada daerah Cekungan Air Tanah (CAT) Limboto-Gorontalo. Agar pengembangan air tanah berkelanjutan, perlu diperhatikan keseimbangan antara air yang meresap, serta pengambilannya. Inventarisasi sumber air di Cekungan Air Tanah Limboto-Gorontalo menggunakan data bor pompa, artesis, sumur dangkal, serta mata air. Penampang geologi berdasarkan peta geologi dan model sistem akuifer, disusun dari data litologi bor menggambarkan, posisi, deskripsi batuan, ketebalan, serta korelasi antara sumur bor, berdasarkan kesamaan ciri fisik deskripsi litologynya. Berdasarkan hasil evaluasi dan analisis kondisi hidrogeologi di cekungan air tanah Limboto-Gorontalo terdiri dari akuifer tak terkekang (bebas) dan akuifer semi terkekang-terkekang. Kedudukan akuifer pada kedalaman 40 m sampai 80 m. Ketebalan akuifer berkisar 3 m– 30 m, muka air tanah  $\pm 3$  mdpt berfluktuasi  $\pm 2$  meter. Berdasarkan analisis korelasi litologi sumur bor, akuifer bebas mempunyai kedalaman beragam dari 2 sampai 9m di bawah muka tanah. Penyusun akuifer tersebut terdiri atas breksi, batupasir kasar sampai sedang. Akuitar dan akuiklude saling menjemari terdiri dari tuf, pasir halus sampai lempung.  $\pm 70$  % sumur di wilayah ini, nilai koefisien keterusannya ( $T$ )  $> 100$  m<sup>2</sup>/hari, berada di wilayah Tenilo, Yosonegoro, Hutabohu dan Bongomeme.*

**Kata kunci:** *Akuifer, cekungan, air tanah, sumur.*

## ABSTRACT

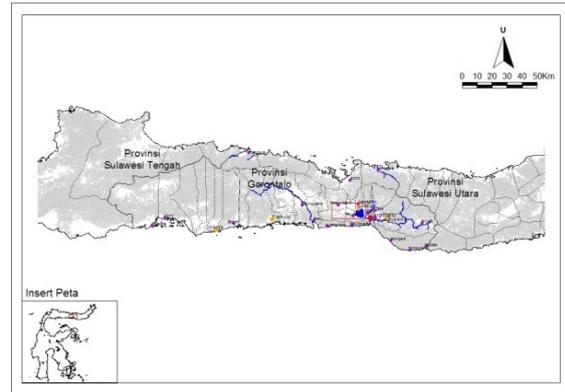
*Since 1990, groundwater in the Gorontalo Province has been utilized by farmers and inhabitants as source of irrigation water. Exploitation in the Limboto-Gorontalo Groundwater Basin is very high. For sustainable development, the water balance between infiltration as well as production is very substantial. Inventory of water resources in Limboto-Gorontalo Groundwater Basin had used pumps, artesian wells, shallow wells and springs data. Geological cross section was based on geological maps and the aquifer system model based on lithologic data illustrates the location, rock description, thickness, and correlation between wells, according to lithologic similarity of physical characteristics. Based on evaluation and hydro-geological analysis results, Gorontalo-Limboto Groundwater Basin consists of un-confined and semi- confined aquifers. The aquifer depth is approximately 40 m to 80 m with thickness range between 3m-30 m, and water table  $\pm 3$ m below ground surface and fluctuation of 2m. Based on the well lithologic correlation analysis, unconfined aquifer depth varies from 2 to 9m below ground level. The aquifer is composed of breccia, coarse to medium sandstone. The interfingering Aquitard and aquiclude consists of tuff, fine sand to clay. Approximately, 70% of wells in this region with a transmissivity coefficient ( $T$ )  $> 100$  m<sup>2</sup>/day, are located within the areas Tenilo, Yosonegoro, Hutabohu and Bongomeme.*

**Keyword:** *Aquifer, basin, groundwater, well.*

## PENDAHULUAN

Beberapa hal yang melatar-belakangi penelitian ini adalah pemanfaatan air tanah di wilayah Provinsi Gorontalo untuk irigasi dari sumur bor dimulai sejak tahun 1990 dan sampai saat ini makin terus berkembang seiring dengan meningkatnya pertumbuhan penduduk, kegiatan pertanian dan kegiatan ekonomi lainnya. Pemanfaatan air tanah meningkat pesat, terutama terjadi di wilayah cekungan air tanah (CAT) Limboto-Gorontalo, di mana daerah ini merupakan wilayah pengembangan air tanah pertama di Provinsi Gorontalo yang dikelola oleh Proyek Pengembangan Air Tanah (P2AT), Direktorat Irigasi, Departemen PU. Balai Irigasi Pusat Litbang SDA pada tahun 2007-2008 telah mengembangkan sarana irigasi di daerah Tenilo - Gorontalo yang bersumber dari air tanah dengan menggunakan pompa *sprinkler*. Pengembangan sarana irigasi yang bersumber dari air tanah ini telah dipertimbangkan berdasarkan ketersediaan dan potensi air tanah di lokasi tersebut. Pengambilan air tanah yang berlebihan akan menimbulkan penurunan muka air tanah, yang merefleksikan tentang penurunan ketersediaan cadangan air tanah. Sehubungan dengan hal tersebut, diperlukan suatu penelitian wilayah cekungan air tanah, untuk menetapkan sistem akuifernya dan agar dapat dilakukan penentuan besaran pengambilan air tanah dengan penurunan muka air tanah yang terkendali (agar tidak menimbulkan dampak lingkungan yang signifikan). Kegiatan utama dan terpenting dalam penelitian ini adalah membuat kerangka sistem air tanah tersebut, yang dapat memberikan informasi mengenai tempat dan bentuk penampang cekungan air tanah, arah aliran, jenis dan sistem akuifer, besaran parameter hidraulik akuifer dan besar penggunaan dan pemanfaatan air tanah.

Interpretasi ini dimulai dengan mengumpulkan semua informasi geologi permukaan dan litologi sumur bor untuk penentuan kerangka hidrogeologi (jenis batuan yang mengandung air). Selanjutnya hasil ini dipakai dalam interpretasi geohidrologi untuk penentuan sistem cekungan air tanah dengan memanfaatkan data-data uji pemompaan dan posisi permukaan air tanah bebas dan terkekang. Lokasi kegiatan penelitian termasuk ke dalam wilayah pengembangan air tanah di Provinsi Gorontalo, yaitu pada Cekungan Air Tanah Limboto-Gorontalo, yang mencakup wilayah Kabupaten Gorontalo dan sebagian wilayah Kabupaten Boalemo, seperti disajikan pada peta lokasi penelitian Gambar 1.



Gambar 1 Lokasi Penelitian

Secara geografis wilayah Provinsi Gorontalo berada di antara 0,19' - 1,15' Lintang Utara dan 121,23' - 123,43' Bujur Timur. Posisi provinsi ini berada di bagian utara Pulau Sulawesi, yaitu berbatasan langsung dengan Provinsi Sulawesi Utara di sebelah Timur dan Provinsi Sulawesi Tengah di sebelah Barat, di sebelah Utara berhadapan langsung dengan Laut Sulawesi dan di sebelah Selatan dengan Teluk Tomini.

Permasalahan yang dihadapi di daerah penelitian adalah pemanfaatan dan pengambilan air tanah yang berlebihan pada suatu cekungan air tanah akan memberikan dampak kepada penurunan muka air tanah yang pada akhirnya akan mempengaruhi cadangan air tanah. Selain itu jika terjadi pengambilan air tanah yang tidak terkendali, akan mempengaruhi efektifitas sumur bor yang ada, yang selain teknologi dan daya yang diperlukan menjadi lebih tinggi, juga terjadi perubahan keseimbangan alam bawah tanah, yang dalam jangka panjang akan menimbulkan amblasan tanah dan dampak lingkungan lainnya.

Kegiatan utama dalam melakukan evaluasi pemanfaatan air tanah pada suatu wilayah cekungan air tanah adalah penentuan kerangka sistem air tanah yang merupakan batas dan tempat menyimpan air di bawah permukaan tanah. Kerangka sistem air tanah ini selanjutnya diperlukan sebagai data dasar dalam melakukan analisis dan evaluasi akhir pada tahap pengelolaan dan pengembangan pemanfaatan air tanah dengan menggunakan pemodelan

Untuk tercapainya tujuan dan sasaran akhir dari kegiatan penelitian ini, maka lingkup kegiatan yang perlu dilaksanakan, dimulai dengan inventarisasi sumber air tanahnya yang ada yakni sumur bor dalam pompa dan artesis, dengan mengutamakan yang masih beroperasi. Semua data yang terkumpul dikaji parameter yang berkaitan dengan air tanah seperti sebaran sumur bor, litologi bor dan karakteristik

hidraulik akuifernya berdasarkan hasil pemompaan uji. Setelah analisis, kemudian dilakukan evaluasi sehingga gambaran sistim air tanah di CAT Limboto-Gorontalo dapat terbentuk lengkap dengan parameter-parameternya.

## TINJAUAN PUSTAKA

### 1 Keadaan umum

Berdasarkan peta geologi lembar Tilamuta dan Kotamobagu (Tjetje Apandi 1977) dan hasil Penyelidikan survey Potensi Air Bawah Tanah CAT Gorontalo oleh Dinas ESDM Provinsi Gorontalo, susunan batuan di daerah Cekungan Limboto disusun oleh beberapa satuan batuan yang berumur muda hingga tua terdiri dari:

- 1) Endapan Danau (Qpl), terdiri dari: batu lempung, batu pasir, dan kerikil. Satuan batuan ini umumnya didominasi oleh batu lempung yang berwarna abu-abu kecoklatan, setempat mengandung sisa tumbuhan dan lignit, di beberapa tempat terdapat batu pasir berbutir halus hingga kasar, serta kerikil. Pada batu pasir secara setempat terdapat struktur sedimen silang siur berskala kecil. Umumnya satuan batuan ini masih belum mampat dan diperkirakan berumur Pliosen hingga Holosen. Sebaran satuan batuan ini menempati daerah dataran yang terhampar di sekitar Danau Limboto. Ketebalan satuan batuan ini mencapai 94 meter dan dialasi oleh batuan diorit (Trail, 1974).
- 2) Batu Gamping Terumbu (QI), terdiri dari: batu gamping koral. Umur dari satuan batuan ini diperkirakan Pliosen Akhir hingga Holosen dengan ketebalan mencapai 100 meter, sedangkan sebarannya terdapat di daerah dekat danau Limboto dan pantai selatan.
- 3) Batu Gamping Klastik (TQI), terdiri dari: kalkarenit, kalsirudit dan batu gamping koral: Satuan batuan ini diperkirakan berumur Pliosen Akhir hingga Pliosen Awal dengan ketebalan antara 100 hingga 200 meter, sedangkan sebarannya terdapat di bagian utara cekungan yaitu sebelah barat Danau Limboto.
- 4) Batuan Gunungapi Pinogu (TQpv), terdiri dari: perselingan aglomerat, tuf dan lava. Satuan batuan ini diperkirakan berumur Pliosen Awal hingga Pliosen Akhir dengan ketebalan mencapai 250 meter, sedangkan sebarannya terdapat di sebelah selatan dan sebelah barat Cekungan Limboto dan di beberapa tempat membentuk bukit bukit terpisah.

- 5) Formasi Tinombo (Teot), terdiri dari: lava basal, lava andesit, breksi gunung api, dengan selingan batu pasir, batu pasir hijau, batu lanau, batu gamping merah, batu gamping kelabu, dan sedikit batuan termalihkan. Umur dari satuan batuan ini diperkirakan Eosen hingga Miosen Awal. Satuan batuan dari formasi ini terdapat di daerah sebelah selatan Tolotio (bagian timur).
- 6) Batuan Gunungapi Bilungala (Tmbv), terdiri dari: breksi gunungapi, tuf dan lava. Satuan batuan ini diperkirakan berumur Miosen Tengah hingga awal Miosen Akhir dengan tebal lebih dari 1.000 meter. Sebaran dari satuan batuan ini terdapat di bagian timur Gorontalo, yaitu di daerah Tolotio menerus ke arah timur.

### 2 Hidrogeologi

Secara hidrogeologi daerah Gorontalo dapat dikelompokkan menjadi 3 (tiga) mandala air tanah (Sukrisno dkk, 1983) yaitu mandala air tanah dataran pantai, mandala air tanah antar perbukitan dan mandala air tanah karst. Untuk mengetahui kondisi air tanah maka ditentukan penilaian terhadap beberapa parameter air tanah antara lain meliputi sistem akuifer, jenis dan parameter akuifer, aliran air tanah dan kimia air tanah serta ditunjang oleh data hasil pengukuran geolistrik dan data pengeboran air tanah.

Berdasarkan cara terdapatnya air tanah di wilayah penelitian dibedakan menjadi dua bagian yakni air tanah dalam akuifer terkekang dan air tanah dalam akuifer tak terkekang (bebas). Parameter air tanah tak terkekang yang digunakan dalam analisis potensi air tanah yakni muka air tanah, kelulusan (K), Keterusan atau Transmisivitas (T) dan kapasitas Jenis ( $Q_s$ ).

Potensi air tanah di wilayah Gorontalo ditentukan berdasarkan tinjauan aspek kuantitas dan kualitas air tanah. Dari aspek kuantitas, air tanah di Gorontalo akan dibedakan menjadi empat wilayah potensi air tanah, terdiri dari: wilayah potensial air tanah besar, sedang, kecil dan wilayah potensial air tanah sangat kecil (nihil).

## METODOLOGI

Metodologi yang digunakan dimulai dari pengumpulan data dan informasi terdahulu, pengelompokan data sumber-sumber air berdasarkan jenis, lokasi dan pemanfaatannya pada saat ini. Pembuatan model penampang geologi bawah permukaan dibuat berdasarkan data dan peta geologi serta data litologi bor yang menggambarkan, posisi, deskripsi jenis batuan dan ketebalan. Penggambaran korelasi antara

sumur bor dengan melihat kesamaan ciri fisik dari deskripsi litologi, dilakukan dari berbagai arah, antara lain penampang Barat-Timur, Utara-Selatan, Timur-Barat dan Selatan-Utara. Hasil akhir korelasi dari beberapa penampang ini diharapkan dapat membentuk diagram pagar sistem air tanah di CAT Limboto-Gorontalo lengkap dengan parameter-parameternya.

## HASIL PENELITIAN

### 1 Kondisi batas cekungan air tanah Limboto-Gorontalo.

Secara fisiografis cekungan air tanah Limboto-Gorontalo mempunyai luas sekitar 23 km x 20 km, dibatasi oleh beberapa kondisi batas sebagai berikut di bawah ini dan peta batas cekungan disajikan pada Gambar 2

- a) Bagian Timur, cekungan air tanah dibatasi oleh sungai Bone-Bolango, merupakan muara DAS Gorontalo yang berada pada satu cekungan air tanah dengan Limboto dan Paguyaman.
- b) Sebelah Barat dibatasi oleh satuan batuan Gunung Apu Diorit dan batas DAS adalah satuan batugamping klastik dan non klastik .
- c) Sebelah Utara dibatasi oleh satuan batuan Gunung Api, satuan Diorit Bone dan batuan Gunung Api Bilungala
- d) Bagian Selatan dibatasi oleh tuf konglomerat batuan gunung api Pinogu

Kondisi batas CAT Limboto-Gorontalo, sangat tergantung pada stratigrafi dan struktur geologi yang berada di daerah tersebut dan berpengaruh juga pada permeabilitas dan bentuk cekungan untuk menampung air tanah. Berdasarkan kondisi stratigrafi batas CAT Limboto, Gorontalo dan Paguyaman berada pada satu cekungan yang sama yang berhubungan satu dengan lainnya. Cekungan air tanah Paguyaman, terletak di bagian barat dari keseluruhan CAT dan sebagian besar air pada cekungan ini mengalir ke sungai Paguyaman, sedangkan sisanya mengalir ke daerah Limboto. Hasil informasi ini diperoleh berdasarkan pengamatan terhadap data endapan danau berumur kuarter (Qpl) yang menerus dari arah Timur Gorontalo sampai ke bagian barat Paguyaman. Hal ini mengindikasikan adanya satu tampungan air dan pada bagian timur dan barat memiliki daerah pengisian (*recharge*) tersendiri.

Secara umum kondisi struktur geologi yang terjadi di daerah penelitian ini adalah sesar, berupa sesar normal dan sesar mendatar. Sesar normal terdapat di Gunung Boliohuto menunjukkan pola memancar, sedangkan sesar

mendatar mempunyai arah tenggara-barat laut. Sesar-sesar tersebut memotong batuan berumur tua (Formasi Tinombo) sampai batuan berumur muda (Satuan Batugamping klastik). Struktur lipatan bersifat setempat, terutama di Formasi Dolokapa dan Lokolidi dengan sumbu lipatan mempunyai arah barat-timur.

Sejarah geologi dan kegiatan tektonik di daerah ini, diduga telah berlangsung sejak jaman Eosen sampai Oligosen, dimulai dengan kegiatan magmatik yang menghasilkan batuan gabro. Pada Eosen terjadi pemekaran dasar samudra yang berlangsung hingga Miosen Bawah, dicirikan dengan adanya penyebaran lava bantal yang cukup luas. Kegiatan tersebut diikuti oleh terjadinya retas-retas (*sill & dike*) yang bersusunan basa dan banyak menerobos Formasi Tinombo. Lingkungan pengendapan Formasi Tinombo adalah laut dalam, terdiri dari batuan gunungapi berupa lava basalt, lava andesit dan breksi gunung api, batuan sedimen berupa batupasir, batulanau, batupasir berwarna hijau, batugamping berwarna merah dan abu-abu. Batuan terobosan Gabro (Teog) terbentuk bersamaan dengan batuan gunung api yang terdapat di dalam Formasi Tinombo.

Berdasarkan hasil modifikasi dari Bachri Cs, 1993 dan Bawono Cs, 1999, pada jaman Miosen Bawah (Oligo-Miosen) terjadi tektonik dan juga kegiatan magma yang menghasilkan Diorit Bone. Diduga terjadi penunjaman dari utara ke arah selatan di Laut Sulawesi yang dikenal sebagai Jalur Tunjaman Sulawesi Utara. Penunjaman ini, mengakibatkan terjadinya kegiatan Gunungapi yang menghasilkan Batuan Gunungapi Bilungala dan batuan gunungapi yang menyusun Formasi Dolokapa.

Pada Miosen Tengah sampai Miosen Atas di daerah penelitian terjadi pengangkatan menjadi daerah daratan dan sebagian laut dangkal yang secara tidak selaras diendapkan Formasi Batuan Gunungapi Bilungala (Tmbv) terdiri dari breksi gunungapi, tuf dan lava bersusunan asam sampai basa. Kemudian diendapkan Formasi Dolokapa (Tmd) terdiri dari batupasir, batulanau, batulumpur, konglomerat, tuf, tuf lapili, aglomerat, breksi dan lava. Hubungan antara Formasi Batuan Gunungapi Bilungala dengan Formasi Dolokapa adalah jari-menjari (*interfingering*), menunjukkan umur yang sama Miosen Tengah - Miosen Atas dan perbedaan lingkungan pengendapan. Formasi Dolokapa berlingkungan pengendapannya pantai, sedangkan Formasi Batuan Gunungapi Bilungala adalah daratan.

Kegiatan magmatik Diorit Bone (Tmb) berlangsung sampai Miosen Tengah, dilanjutkan

oleh kegiatan Diorit Boliohuto (Tmbo) yang berlangsung sampai Miosen Atas. Bersamaan dengan kegiatan magmatik tersebut, terjadilah pengangkatan pada Miosen Atas.

Pada akhir kegiatan Diorit Boliohuto yang berlangsung sampai Miosen Atas, terjadi kegiatan gunungapi yang menghasilkan Batuan Gunungapi Pani (Tppv) dan Breksi Wobudu (Tpww). Pada saat itu, Jalur Tunjangan Sulawesi Utara masih aktif dan menghasilkan sesar mendatar. Pada jaman (Mio-Pliosen) atau Pliosen Bawah kegiatan gunungapi berkembang dan diendapkan secara tidak selaras Batuan Gunungapi Pani (Tppv) terdiri dari dasit, andesit, tuf, aglomerat dan Breksi Wobudu (Tpww) berupa aglomerat, tuf dan lava.

Pada Pliosen terjadi pula kegiatan magmatik yang menghasilkan batuan terobosan Granodiorit Bumbulan (Tpb), diikuti oleh kegiatan gunungapi yang berlangsung hingga Plistosen Bawah dan menghasilkan Batuan Gunungapi Pinogu. Retas-retas yang bersusunan andesit, basal dan dasit masih terbentuk, kemudian berhenti setelah berakhirnya kegiatan gunungapi tersebut. Pada saat itu terjadi bersamaan dengan pengendapan sedimen laut yang membentuk Formasi Lokodidi yang diendapkan secara tidak selaras di atas Formasi Batuan Gunungapi Pani (Tppv) dan Breksi Wobudu (Tpww).

Formasi Lokodidi (TQls) terdiri dari konglomerat, batupasir, tuf, tuf pasir, batulempung dan serpih. Litologi batuan menunjukkan lingkungan pengendapan darat sampai laut dangkal. Batuan Gunungapi Pinogu (TQpv) terdiri dari aglomerat, tuf dan lava yang bersusunan andesit dan basal. Kemudian Batugamping Klastik (TQl) terdiri dari kalkarenit dan kalsirudit yang terbentuk di lingkungan pengendapan laut dangkal.

Pada Pliosen Atas sampai Plistosen di daerah penelitian, terjadi pengendapan yang

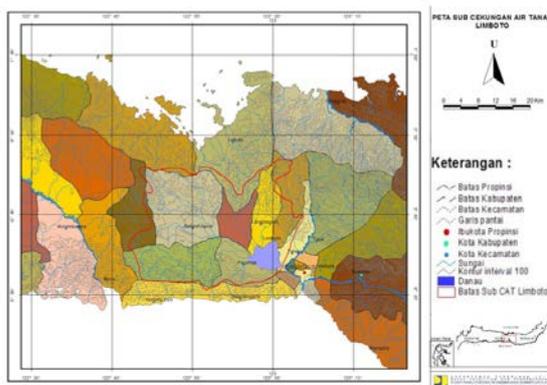
membentuk satuan Batugamping Klastik (Tql) di lingkungan pengendapan laut dangkal. Pada Plistosen bawah terjadi juga pengendapan danau (Qpl) terdiri dari batulempung, batupasir dan kerikil, pengendapan sungai tua (Qpr) berupa konglomerat dan batupasir. Ketiga satuan tersebut, ialah batugamping klastik, endapan danau dan endapan sungai tua yang mengalami pengangkatan pada Plistosen Atas.

Pada akhir Plistosen Atas sampai saat ini, terjadi proses pendataran (erosi dan sedimentasi) dan kegiatan tektonik yang masih aktif. Proses pendataran menghasilkan endapan aluvium (Qal), sedangkan tektonik menghasilkan beberapa sesar mendatar dan terangkatnya satuan Batugamping terumbu (Ql).

## 2 Sebaran sumur bor dan penggunaan air tanah

Sebaran sumur bor dalam terfokus di wilayah kabupaten Gorontalo. Lebih dari 60% dari jumlah sumur berada di wilayah ini dengan kerapatan cukup tinggi terutama pada beberapa Kecamatan yakni Kecamatan Limboto, Limboto Barat, Batudaa' dan Kecamatan Tibawa. Sumur menengah terdapat hanya di wilayah kabupaten Gorontalo. Di wilayah lainnya seperti Bone Bolango, Boalemo dan Pohuatu hanya dibangun sumur dalam.

Di wilayah kajian, berbagai sumber air yang dimanfaatkan untuk keperluan air bersih penduduk, irigasi dan keperluan lainnya, yakni sumur bor berpompa dan artesis, sumur dangkal serta mata air. Sumur bor yang masih beroperasi maupun yang sudah tidak dipakai karena peralatannya rusak, semuanya diinventarisir dan dilakukan konfirmasi mengenai posisi koordinat maupun data teknis lainnya. Sumur bor dalam yang semula dibangun oleh PAT di wilayah Gorontalo, berupa sumur observasi, eksplorasi dan *test well*, dibuat berdasarkan kedalamannya, terdiri dari 2 jenis, yaitu sumur menengah (dalam <95 m) dan sumur dalam (rata-rata dalam 100 m). Sumur dalam tersebut, sebagian telah berubah fungsi menjadi sumur dalam yang dimanfaatkan untuk air irigasi dan air bersih penduduk yaitu disebut sebagai SDGo (Sumur Dalam Gorontalo). Sumur yang dibangun sejak tahun 1990 digunakan untuk menunjang program pemerintah dalam rangka meningkatkan produksi pertanian bagi petani pada Desa-Desa lahan sawah tadah hujan dan pengadaan air baku pada daerah pedesaan yang padat penduduknya. Perkembangan jumlah sumur bor yang dibangun sejak tahun 1990 sampai dengan tahun 2009 dan sebaran sumur bor di wilayah Gorontalo tersaji pada Tabel 1.



Gambar 2 Cekungan Air Tanah Limboto-Gorontalo

**Tabel 1** Perkembangan jumlah sumur bor di Gorontalo

No	Tahun	Jumlah sumur	Sumur eksplorasi	Sumur Produksi	Sumur Pantau
1	2004	88	5	83	-
2	2005	130	7	114	9
3	2006	158	14	131	13
4	2007	168	14	141	13
5	2008	179	16	150	13
6	2009	183	32	154	13

Di wilayah Kota dan Kabupaten Gorontalo, baru sebagian rumah penduduk yang disambungkan dengan sistem pipa air minum/air bersih yang berasal dari PDAM, sisanya dengan memanfaatkan air tanah dengan membuat sumur sendiri. Besar pemakaian air yang dipergunakan untuk rumah tangga, dinyatakan dalam liter per kapita per hari (liter/kapita/hari) dan sementara ini pemerintah telah membagi kota menjadi beberapa kategori yang dilengkapi dengan prakiraan kebutuhan air bersih dan jumlah penduduk dengan kebutuhan air bersih minimal untuk keperluan rumah tangga.

Sistem penggolongan kota Gorontalo yang berjumlah penduduk  $\pm 162.438$  jiwa termasuk dalam kategori kota sedang, sehingga kebutuhan air bersih untuk keperluan rumah tangga rata-rata 100 l/orang/hari. Kebutuhan air penduduk yang dihitung berdasarkan data tahun 2008, untuk keperluan rumah tangga di Kota Gorontalo adalah  $\pm 188$  liter/s, sedangkan untuk penduduk kabupaten Gorontalo adalah 235 liter/s.

Sejumlah  $\pm 165$  sumur bor berpompa dan sumur artesis yang dikelola oleh BWS Sulawesi II dipergunakan untuk mengairi irigasi, mencakup 10 daerah irigasi Kecamatan seperti disajikan pada Tabel 2 Luas daerah irigasi air tanah Batudaa dan Limboto Barat merupakan area pelayanan tertinggi di kabupaten Gorontalo. Sumber air yang digunakan di Limboto Barat berasal dari 25 buah sumur pompa mengairi 505 ha dengan debit maksimum yang dapat dimanfaatkan sebesar 409,92 liter/s. Sumur bor berpompa di wilayah Kecamatan Batudaa berjumlah 40 buah sumur dengan debit maksimum yang dapat dimanfaatkan adalah sebesar 539,23 liter/s untuk mengairi area irigasi 633 ha.

Air tanah di Gorontalo juga digunakan untuk sumber air baku PDAM, terutama di lokasi yang tidak tersedia atau lokasinya jauh dari air permukaan. Di wilayah kabupaten Gorontalo, yang menggunakan sumur bor untuk sumber air

**Tabel 2** Daerah irigasi dengan area pelayanan yang bersumber dari air tanah

NO	Kecamatan	Jumlah Sumur	Luas area (ha)
1	Batudaa	40	633,23
2	Bongomeme	5	51,2
3	Limboto	24	462,43
4	Limboto Barat	25	505,28
5	Pulubala	2	59,57
6	Telaga Biru	4	12
7	Tibawa	17	257,49
8	Kabila	11	89,74
9	Wonosari	31	625,78
10	Paguyaman	6	167,96

baku PDAM yaitu di Kecamatan Tibawa sebanyak satu buah sumur bor dengan kapasitas 20 liter/s dan dimanfaatkan sebanyak 15 liter/s. Di wilayah Kecamatan Motilango air bersih PDAM yang bersumber dari air tanah dengan kapasitas 10 liter/s, tetapi yang dimanfaatkan sebanyak 5 liter/s. Cakupan pelayanan air bersih dari PDAM di kabupaten Gorontalo yang terpantau pada bulan Februari 2009 yakni baru mencapai 33 %. Dua wilayah dari dua belas wilayah Kecamatan sampai saat ini belum terlayani air bersih dari PDAM yaitu Kecamatan Batudaa Pantai dan Kecamatan Pulubala. Oleh karena itu, hampir semua penduduk di wilayah Kecamatan ini memanfaatkan air tanah untuk kebutuhan air bersih sehari-harinya.

Pada bulan April 2009, telah dilakukan pengukuran tinggi muka air dan konfirmasi koordinat lokasi sumur bor, hasil pengukuran tinggi muka air  $\pm 80$  buah sumur disarikan pada Tabel 3. Pengukuran tinggi muka air tanah dilakukan pada sumur-sumur bor yang bukan artesis dan secara manual bisa diukur muka airnya. Pengukuran terutama dilakukan pada sumur-sumur bor PAT dan sumur bor penduduk yang dimanfaatkan untuk irigasi. Di wilayah kabupaten Gorontalo ditemukan 11 sumur artesis (positif) yaitu terletak di Kecamatan Limboto Barat dan Batudaa. Karakteristik sumur artesis tersebut yakni tinggi muka air dan prakiraan debit yang keluar dapat dilihat pada Tabel 4.

### 3 Sistem akuifer di CAT Gorontalo

Batas daerah CAT Gorontalo hasil analisis dan evaluasi berdasarkan peta geologi dan kenampakan di lapangan membentang dari Timur Gorontalo sampai ke Paguyaman, berada pada posisi antara  $123^{\circ}37'00''$  bujur timur sampai  $122^{\circ}10'00''$  bujur timur. Namun demikian berdasarkan pertimbangan dan kondisi sungai Bone-Bolango, yang berada pada koordinat

**Tabel 3** Karakteristik sumur bor

No	Kecamatan	Desa	Kedalaman (m)	Elevasi (mdpt)	Tinggi muka air (mdpt)
1	Batuda'a	Ilomangga	102-110	11-17	2,5-0,5(+)
		Limehe Barat	75-105	14-20	1,12-0,35(+)
		Moahudu	75-108	13-19	0,2-2
		Tobongo Barat	104	25	0,2(+)
2	Bongomeme	Bongomeme	74-101	21-25	2,8- 0,44 (+)
		Pangada'a	72-75	25-27	1-1,65
3	Limboto	Huidu	100	23-27	0,44
		Tenilo	101-108	13-17	3,28-2,05(+)
4	Limboto Barat	Hutabohu	75-105	19-23	0,1-1,2
		Ombulo		28	
		Tunggulo	102-116	9-17	
		Yosonegoro	104	17-23	1,29
5	Tibawa	Dunggala	74-103	19-30	2,2
		Molowahu	70-75	27-28	2,04-2,77

*mdpl, meter diatas permukaan laut  
mdpt, m dibawah permukaan tanah*

**Tabel 4** Daftar sumur yang mengalir sendiri (*artesis*)

No.	No.Sumur	Lokasi			Tinggi muka air (mdpt)	Q (l/dt)
		Desa	Kecamatan	Kabupaten		
1	SMG 2	Lemehe Barat	Batuda'a	Gorontalo	+0,39	4.00
2	SMG 5	Lemehe Barat	Batuda'a	Gorontalo	+0,56	4.00
3	SMG 6	Lemehe Barat	Batuda'a	Gorontalo	+0,35	4.00
4	TWG 9	Tenilo	Limboto	Gorontalo	+2,05	25.20
5	TWG 27	Tobongo Barat	Batuda'a	Gorontalo	+0,20	19.20
6	TWG 74	Tenilo	Limboto	Gorontalo	+ 1.00	20.46
7	TWG 76	Tunggulo	Limboto Brt	Gorontalo	+ 1.00	23.34
8	TWG 77	Tunggulo	Limboto Brt	Gorontalo	+ 1.00	25.18
9	TWG 78	Tunggulo	Limboto Brt	Gorontalo	+ 1.00	21.87
10	TWG 79	Tunggulo	Limboto Brt	Gorontalo	+ 0.60	19.11
11	TWG 80	Tunggulo	Limboto Brt	Gorontalo	+ 1.00	16.56

*Keterangan; mdpt, m dibawah permukaan tanah*

123°3'00", bahwa cekungan air tanah pada bagian timur Sungai Bone-Bolango tidak saling mempengaruhi debit dari bagian barat cekungan Gorontalo, sehingga kegiatan dibatasi pada bagian barat yang selanjutnya dinamakan cekungan air tanah Limboto-Gorontalo.

Berdasarkan letak kedalaman di CAT Limboto-Gorontalo, terdapat 2 jenis akuifer, yaitu:

- a) Akuifer dangkal merupakan akuifer bebas atau akuifer tidak terkekang. Secara umum akuifer dangkal berada pada kedalaman maksimum 9 m dari permukaan tanah. Litologi yang menyusun akuifer ini adalah perselingan antara lapisan lempung, tuf, pasir atau kerikil. Ditinjau dari peruntukannya akuifer dangkal di daerah ini

mempunyai potensi yang cukup baik, karena selain dimanfaatkan untuk memenuhi keperluan air minum atau air bersih untuk rumah tangga, juga digunakan untuk air irigasi. Pemanfaatan akuifer dangkal umumnya dilakukan dengan membuat sumur gali, keadaan ini banyak dijumpai di wilayah Kecamatan Limboto, Limboto Barat dan Kecamatan Tibawa.

- b) Akuifer dalam (berupa akuifer semi terkekang-terkekang). Kondisi geologi bawah permukaan yang tidak homogen akibat keberadaan struktur **geologi** maupun perlapisannya, menyebabkan jumlah lapisan akuifer tidak sama di setiap daerah. Di bagian Timur akuifer dalam pada batuan Kuartar Atas maupun Kuartar Bawah, terdiri dari 3 lapisan yang dipisahkan oleh lapisan

**Tabel 5** Sumur bor penampang Barat-Timur (A-A')

No Sumur	Lokasi	Elevasi (mdpl)	Kedalaman Sumur (m)	Akuifer I (mdpt)	Akuifer II (mdpt)
TWG 113	Tolotio, Tibawa		150	7-15	42-55, 76-88
SMG 21	Isimu Selatan, Tibawa	23	75	4-55	
SMG 20	Isimu Selatan, Tibawa	26	74		>19
TWG 28	Yosonegoro Limboto	18		9-13	18-22, 42-46, 69-93
TWG 06	Yosonegoro Lim-Bar	28	102	3-6	>9
TWG 04	Yosonegoro Lim-Bar	28	104	3-22	24-38, 52-75, .80
TWG 78	Tenilo Limboto			5-10	45-82, >90
SMG 09	Tenilo Limboto	12	70	4-10	>30

Keterangan; mdpl, *diatas* m dari permukaan laut  
mdpt, *dibawah* m dari permukaan tanah

**Tabel 6** Sumur bor, penampang Utara-Selatan (C-C')

No Sumur	Lokasi	Elevasi (mdpl)	Kedalaman Sumur (m)	Akuifer I (mdpt)	Akuifer II (mdpt)
SMG 20	Isimu, Tibawa	26	74		>19
SMG 14	Bongomeme Batudaa'	20	76	2-20	29-63
SMG 16	Pangadaa', Batudaa'	20	75	5-9	>15
SMG 15	Pangadaa', Batudaa'	20	72	>4	

Keterangan; mdpl, *diatas* m dari permukaan laut  
mdpt, *dibawah* m dari permukaan tanah

kedap, sedangkan di bagian Barat klasifikasi akuifer dalam terdiri dari 2 lapisan.

#### 4 Kedalaman dan ketebalan akuifer di CAT Limboto-Gorontalo

Dari data pengeboran berupa log bor dari seluruh sumur, telah digunakan sebagai data dasar dalam mengetahui kondisi fisik dari CAT Limboto-Gorontalo (khususnya keadaan geologi bawah permukaan). Analisis kondisi hidrogeologi dari cekungan tersebut, dievaluasi berdasarkan data sekunder hasil uji pemompaan. Analisis kondisi hidrogeologi hanya dilakukan pada sumur bor dengan data hidrogeologi yang tersedia.

Di wilayah Kecamatan Limboto kedalaman pengeboran rata-rata mencapai 100 m, kedudukan akuifer bervariasi di kedalaman antara 40 m sampai 80 m. Ketebalan akuifer berkisar antara 3 m- 30 m dan muka air tanah  $\pm$  3 mdpt berfluktuasi sekitar 2 meter. Data kedalaman dan ketebalan akuifer diperoleh dari hasil evaluasi  $\pm$  30 sumur PAT yang berada di wilayah Limboto-Gorontalo. Dari hasil analisis korelasi penampang litologi sumur bor, dijumpai akuifer bebas yang mempunyai kedalaman sangat beragam dari 2 sampai 9 mdmt (di bawah muka tanah).

Akuifer utama yang berperan pada cekungan air tanah Limboto-Gorontalo adalah akuifer semi terkekang-terkekang. Secara rinci gambaran umum sistem akuifer diperlihatkan oleh beberapa penampang yang mengkorelasikan

informasi litologi beberapa sumur bor. Lokasi penampang sumur bor dapat dilihat pada Gambar 3, yakni penampang arah dari Barat-Timur (A-A'), penampang arah Timur-Barat (B-B'), penampang arah Utara-Selatan (C-C') dan penampang arah Selatan-Utara (D-D').

Gambaran korelasi dari sumur bor arah Barat-Timur yang membentang mulai Tolotio Kecamatan Tibawa melewati Isimu Selatan, Yosonegoro sampai ke daerah Tenilo Limboto Barat. Akuifer I diperkirakan merupakan akuifer bebas pada kedalaman mulai 3 mdpt sampai 9 mdpt dan akuifer II (semi terkekang-terkekang), pada kedalaman >18 m. Kedua posisi akuifer secara rinci dapat dilihat pada Tabel 5. Kedalaman akuifer yang terdapat pada penampang Utara-Selatan (C-C') di wilayah Kecamatan Tibawa mulai dari Desa Isimu ke arah Selatan yakni Bongomeme sampai Pangadaa' Kecamatan Batudaa'. Kedalaman akuifer I, mulai 2 m sampai 20 m dari permukaan tanah, sedangkan akuifer II dapat ditemukan pada >15 m dari permukaan tanah. Kedua posisi akuifer tersebut dapat dilihat pada Tabel 6.

Penampang Timur-Barat merupakan hasil korelasi beberapa sumur bor, sehingga terbentuk penampang geohidrologi yang melewati Limboto dan Batudaa'. Akuifer I ditemukan pada kedalaman 4 m sampai 24 m *dibawah* dari permukaan tanah. Gambaran posisi akuifer II makin dangkal ke arah Barat seperti terdapat di Bongomeme Batudaa'. Kedudukan akuifer II dari Timur ke Barat mulai dari Tenilo Limboto,

Lemehe Barat, Bongomeme sampai Pangadaa' wilayah Kecamatan Batudaa' pada kedalaman 14 m sampai >90 m **dibawah** dari permukaan tanah. Kedua posisi akuifer tersebut secara rinci dapat dilihat pada Tabel 7 berikut.

Penampang D-D' (Selatan-Utara), memperlihatkan bahwa akuifer di daerah Ilomangga Batudaa' terdiri dari 2 lapisan, yakni akuifer I (pertama) ditemukan pada kedalaman 3 m sampai 10 m **dibawah** dari permukaan tanah, dan akuifer II (kedua) pada kisaran 14 m sampai >47 m. Akuifer II terdalam ditemukan di daerah Limboto yaitu >90 m dari permukaan tanah. Posisi akuifer yang merupakan hasil korelasi di mulai dari Lemehe Batudaa' sampai yang ke paling utara yakni Huidu Limboto, secara rinci dapat dilihat pada Tabel 8. di bawah ini. Gambaran umum tata akuifer di CAT Limboto diperlihatkan oleh penampang yang mengkorelasikan Barat-Timur, Utara Selatan, Timur Barat dan Selatan Utara mencakup empat wilayah Kecamatan, antara lain Kecamatan Limboto, Limboto Barat, Tibawa dan Kecamatan Batudaa'. Penampang yang disajikan dalam bentuk diagram pagar dapat dilihat pada Gambar 4.

## 5 Parameter hidraulik akuifer

Penentuan sistem akuifer selanjutnya dilakukan juga melalui perhitungan parameter-parameter hidraulik terhadap data hasil uji pemompaan (pengujian sumur atau pengujian akuifer) yang meliputi harga **coefficient of transmissivity, (T)** merupakan hasil perkalian antara koefisien kelulusan air batuan (K) dengan tebal akuifer (D), serta kapasitas jenis (specific capacity, Q/s). Karakteristik hidraulik akuifer ini merupakan parameter paling berperan dalam penentuan potensi air tanah.

Apabila uji pemompaan tidak dilakukan maka parameter-parameter itu dapat diperoleh dengan rumus pendekatan dari Logan, 1964, yaitu:

$$T = K \times D$$

$$T = 1,22 Q/s$$

yang mana:

**T**, Koefisien Transmisifitas [m<sup>2</sup>/hari]

**K**, Kelulusan [m/hari]

**D**, Tebal akuifer = tebal zone jenuh air [m]

**Tabel 7** Sumur bor, penampang Timur-Barat (B-B')

No Sumur	Lokasi	Elevasi (mdpl)	Dalam Sumur (m)	Akuifer I (mdpt)	Akuifer II (mdpt)
TWG 71	Tenilo Limboto	14	103	4-12	25-68, >83
TWG 70	Tenilo Limboto	14	106	4-10	45-80, >90
TWG 12	Tenilo Limboto	17	103	4-6	21-34,39-56, 87-92
SMG 11	Hutabohu, Limboto	14	75	10-24	36-61
SMG 08	Lemehe Barat, Batudaa'	20	105		>19
SMG 18	Bongomeme Batudaa'	20	74	4-9	>13
SMG 15	Pangadaa', Batudaa'	20	72	>4	
SMG 19	Pangadaa', Batudaa'	20		0-2	14-34, >40

Keterangan; mdpl, m **didas** dari permukaan laut  
Mdpt, m **dibawah** permukaan tanah

**Tabel 8** Sumur bor, penampang Selatan-Utara (D-D')

No Sumur	Lokasi	Elevasi (mdpl)	Dalam Sumur (m)	Akuifer I (mdpt)	Akuifer II (mdpt)
SMG 05	Lemehe, Batudaa'	17	75		>15
SMG 07	Ilomangga, Batudaa'	17	70	5-7	>14
SMG 01	Ilomangga, Batudaa'	18	70	3-8	14-64
SMG 04	Ilomangga, Batudaa'	18	65	3-9	23-26,>47
TWG 12	Tenilo Limboto	17	103	4-6	21-34,39-56, 87-92
TWG 09	Tenilo Limboto	18	102	4-6	19-55, >83
TWG 78	Tenilo Limboto	14		5-10	45-82, >90
TWG 21	Huidu Limboto	27	100	3-9	18-21, 87-90

Keterangan: mdpl, m **didas** dari permukaan laut  
mdpt, m **dibawah** dari permukaan tanah

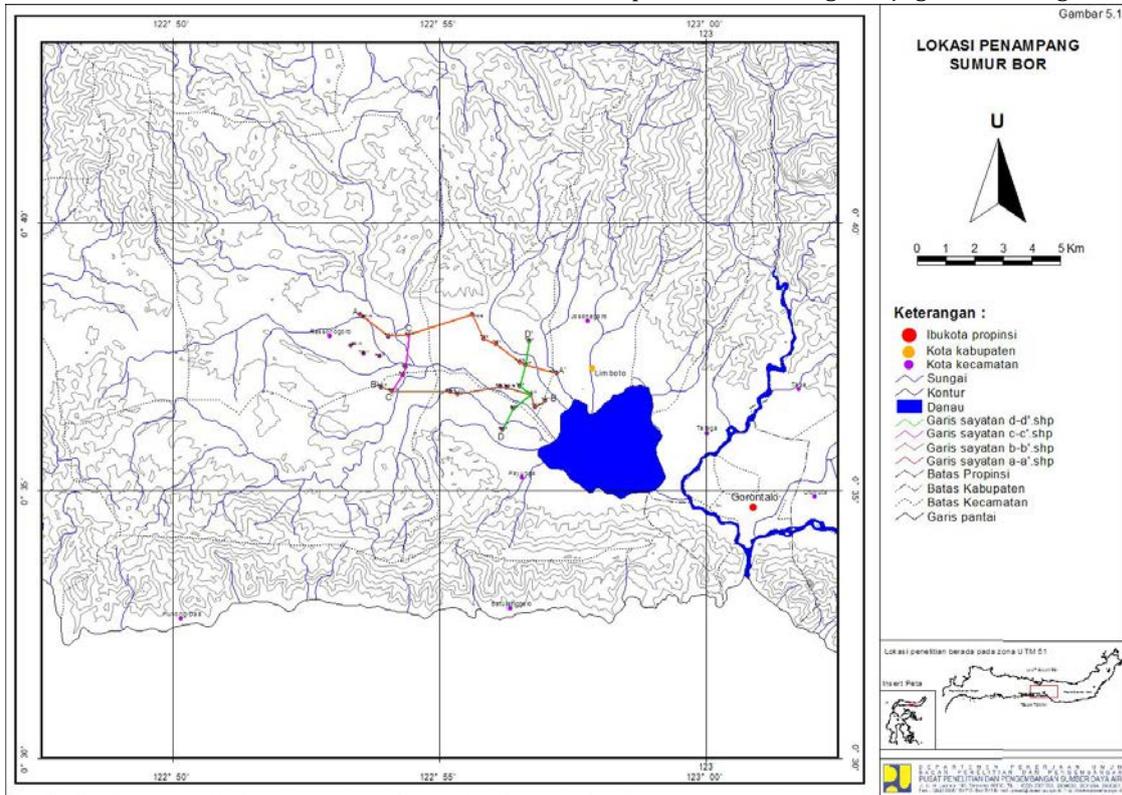
$Q/s$ , Kapasitas jenis [liter/s/m]

$Q$ , debit pemompaan  $m^3/s$

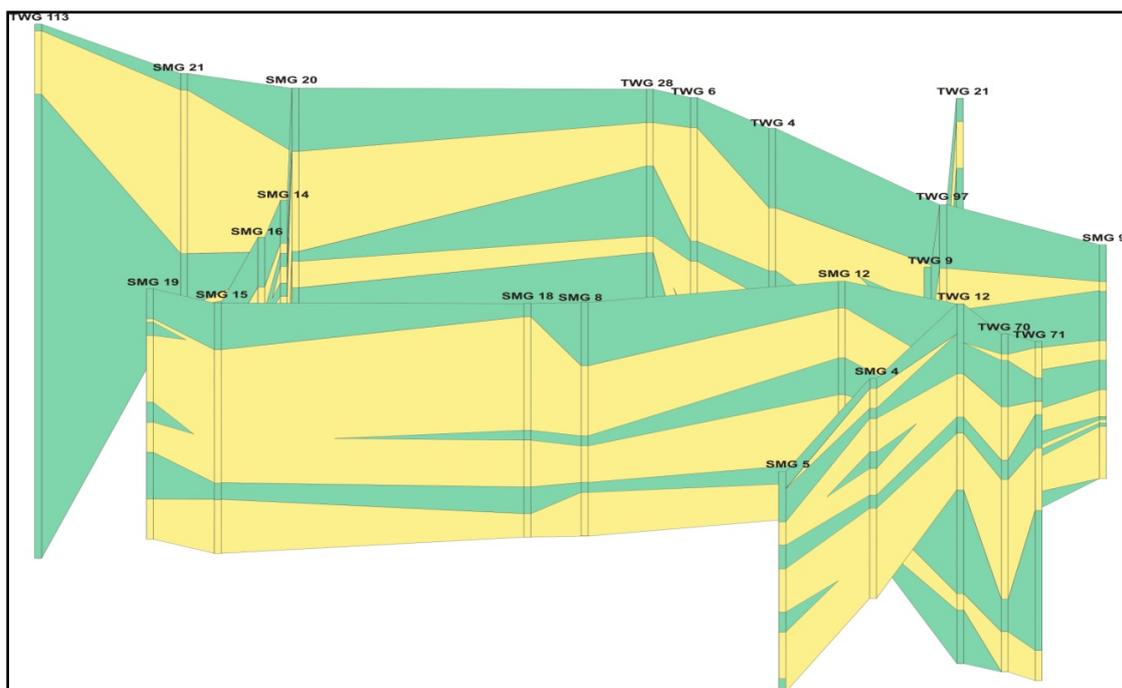
$s$ , surutan (m)

Parameter hidraulik akuifer yang disajikan pada Tabel 9 diperoleh dari hasil pemompaan uji sumur dalam dan sumur

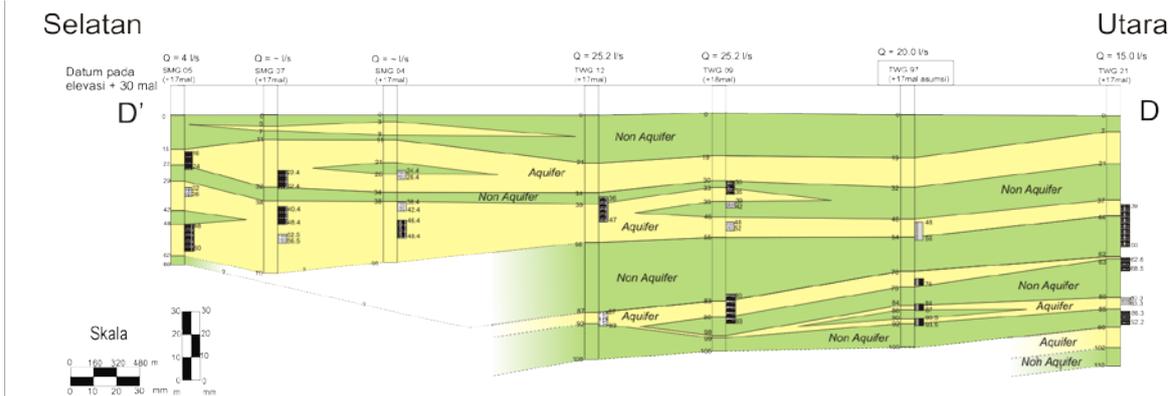
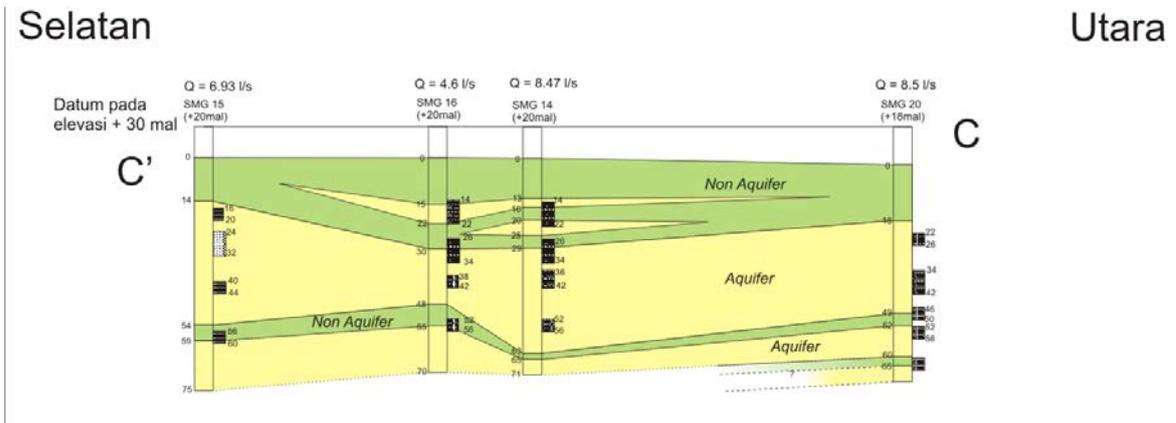
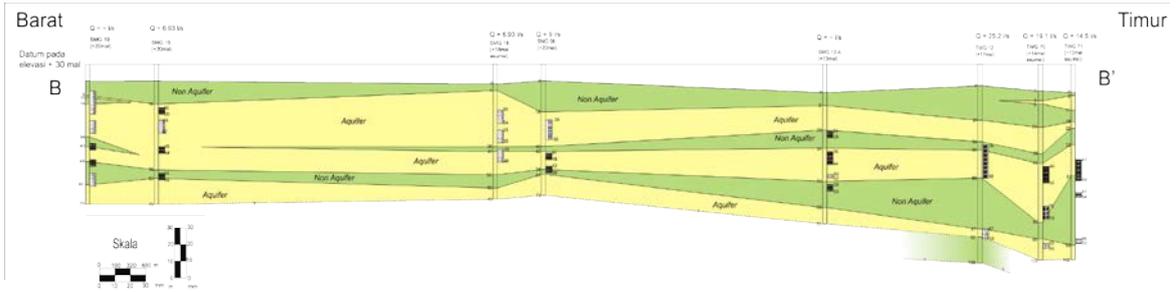
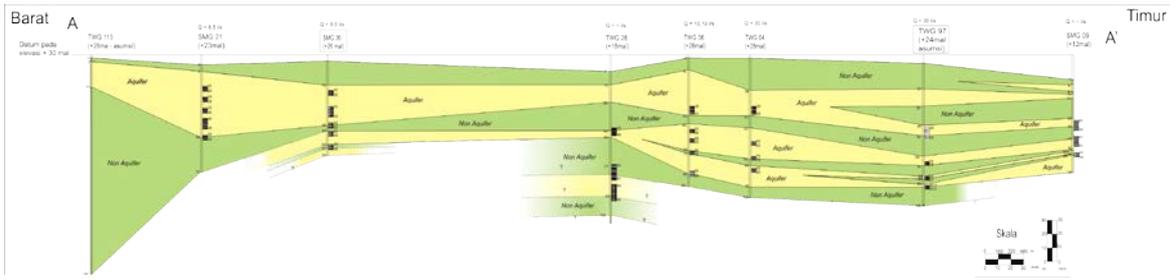
menengah di wilayah Gorontalo.. Produktivitas akuifer di Isimu Selatan Kecamatan Tibawa cukup baik seperti ditunjukkan pada sumur SMG 20 dan SMG 21 mempunyai nilai Koefisien Transmisifitas ( $T$ ) mulai dari 890 sampai dengan  $>1100 m^2/hari$  dan ketebalan akuifer 46 m sampai 48 m. Begitu juga di Bongomeme



Gambar 3 Lokasi penampang sumur bor



Gambar 4 Penampang diagram pagar CAT Limboto-Gorontalo



**Gambar 5** Korelasi antar sumur dalam pembuatan penampang diagram pagar CAT Limboto-Gorontalo

Kecamatan Batudaa' sumur TWG 13 mempunyai nilai koefisien keterusan  $T \pm 1250 \text{ m}^2/\text{hari}$  dan ketebalan akuifer  $> 30 \text{ m}$ .

**Tabel 9** Parameter hidraulik akuifer

No.	No. Sumur	lokasi	Elevasi Sumur (m)	Kedalaman Muka Air (m)	Kapasitas Jenis (Qs) (l/det/m)	Koefisien Keterusan (T) (m <sup>2</sup> / hari)	Ketebalan Akuifer (m)	Koefisien Kelulusan (K) (m/ hari)
1	SMG 18	Bongomeme	14.39	0.16	1.400	109.57	34	3.22
2	TWG 13	Bongomeme	16.93	2.73	5.166	1249.08	33	37.85
3	SMG 14	Bongomeme	20.14	2.62	3.651	446.4	37	12.06
4	TWG 24	Donggala	21.61	3.48	3.833	828.21	45	18.4
5	TWG 21	Huidu	10.92	0.44	0.744	55.8	14	3.99
6	SMG 11	Hutabohu	7.85	1.5	3.443	535.68	37	14.48
7	SMG 12	Hutabohu	9.51	0.3	2.399	491.04	46	10.67
8	SMG 22	Hutabohu	10.96	0.55	3.536	438.29	50	8.77
9	SMG 17	Hutabohu	12.68	0.8	3.482	438.29	33	13.28
10	SMG 20	Isimu Selatan	22.16	3	4.458	1116.01	48	23.25
11	SMG 21	Isimu Selatan	23.02	2.35	8.556	892.81	46	19.41
12	SMG 5	Lemehe Barat	9.55	-0.56	0.447	43.81	24	1.83
13	SMG 23	Lemehe Barat	11.97	0.6	0.715	79.06	17	4.65
14	SMG 2	Lemehe Barat	12.41	-0.39	0.849	136.55	31	4.4
15	SMG 3	Lemehe Barat	13.03	0.3	0.431	131.76	33	3.99
16	SMG 24	Lemehe Barat	14.28	1.82	0.749	79.06	33	2.4
17	TWG 19	Mohowatu	20.97	2.77	3.786	592.25	29	20.42
18	SMG 13	Molowahu	16.39	2.6	1.882	207.95	28	7.43
19	SMG 16	Pangadaa'	20.51	2.25	0.709	68.68	32	2.15
20	SMG 15	Pangadaa'	23.36	1.6	2.615	313.06	31	10.1
21	TWG 18	Tenilo	6.05	3.28	0.866	59.22	13	4.56
22	TWG 9	Tenilo	8.18	-2.05	1.459	246.46	41	6.01
23	TWG 8	Tenilo	8.63	0	2.654	646.99	25	25.88
24	TWG 12	Tenilo	9.9	-3.53	1.360	298.59	22	13.57
25	TWG 27	Tobongo Barat	12	-0.2	3.424	412.97	38	10.87
26	TWG 6	Yosonegoro	13.5	1.29	0.584	295.38	42	7.03

## PEMBAHASAN

### 1 Kondisi muka air tanah

Kondisi muka air tanah akuifer terkekang yang dievaluasi dari hasil pengukuran sumur-sumur bor di 5 wilayah Kecamatan, yakni di Kecamatan Batudaa, Bongomeme, Limboto, Limboto Barat dan Tibawa, kabupaten Gorontalo, pada umumnya tidak begitu dalam. Tinggi muka air tanah yang diperoleh dari hasil pengukuran pada bulan April 2009 rata-rata < 4 m di bawah permukaan tanah. Di wilayah Kecamatan Limboto Barat, tinggi muka air tanah < 1,5 m dan di wilayah Kecamatan Batudaa' dan Tibawa 1,5m-3,5 m di bawah muka tanah. Terdapat banyak sumur yang artesis (positif), yakni ditemukan di Kecamatan Batudaa, Bongomeme dan Kecamatan Limboto. Sumur bor artesis dengan muka air tertinggi ditemukan di Desa Tenilo Kecamatan

Limboto yakni mencapai 2,05 m di atas muka tanah.

Penurunan muka air tanah di wilayah kabupaten Gorontalo yang teramati di Yosonegoro Kecamatan Limboto, pada tahun 1993 kondisi permukaan air tanah 0,5 m dibawah dari muka tanah dan hasil pengukuran tahun 2009 menjadi > 1,2 m dibawah dari permukaan tanah. Kondisi ini diperkirakan karena pengaruh pemompaan sumur bor dalam (Irigasi).

Sumur-sumur penduduk di kota dan kabupaten Gorontalo hasil inventarisasi yang dilakukan pada tahun 2009, pada umumnya sangat dangkal dengan muka air kurang dari 1 m dan paling dalam 6,2 m yakni ditemukan di wilayah Kecamatan Kota Barat. Muka air tanah yang diukur dari sumur-sumur penduduk di wilayah kabupaten Gorontalo paling dalam 8,2 m

**dibawah** dari muka tanah di Kecamatan Telaga Biru, sedangkan di wilayah Kecamatan Limboto Barat dan Bongomeme sangat dangkal yaitu 0,4 m dan paling dalam 3,3 m dari muka tanah.

Kedalaman muka air tanah **pada akuifer bebasnya**, yang diperoleh dari hasil pengukuran pada bulan Mei 2009, menunjukkan bahwa wilayah dataran yang memanjang Barat – Timur mulai Kecamatan Tibawa Desa Isimu Selatan-Limboto Barat sampai Kecamatan Limboto pada elevasi >10 mdml (di atas muka laut) posisi muka air tanah bebas berkisar antara 0,2 -6,2 mdmt (di bawah muka tanah). Pengukuran ke arah Selatan, pada ketinggian < 50 m dengan lokasi antara Kecamatan Kota Barat dan Batudaa' muka air tanah **pada akuifer bebasnya**, mencapai 0,4 – 7,5 mdmt (di bawah muka tanah). Arah aliran air tanah bebas di sekitar danau Limboto hampir semua menuju ke arah danau yakni terlihat di wilayah Kecamatan Yosonegoro, mengalir ke Selatan dan juga yang terjadi di Payunga mengalir ke arah Utara.

## 2 Pemanfaatan dan pengembangan pengelolaan air tanah

Penduduk yang menempati wilayah Kota dan Kabupaten Gorontalo yang belum terlayani oleh jaringan air bersih PDAM, pada umumnya memanfaatkan air tanah dari sumur dangkal untuk menutupi kebutuhan air sehari-hari. Di wilayah-wilayah tertentu yang ditemukan banyak mata air, penduduk selalu memanfaatkan mata air tersebut untuk berbagai keperluan, antara lain rumah tangga termasuk air minum dan beberapa air panas dimanfaatkan untuk kebutuhan air di area rekreasi seperti kolam renang. Sumur artesis juga dimanfaatkan oleh penduduk untuk kebutuhan air bersih rumah tangga dan irigasi pertanian.

Jumlah pemanfaatan air tanah pada setiap Kecamatan, untuk mengairi **areal** irigasi seluas 1981,20 ha di Gorontalo adalah rata-rata setiap hari pada setiap sumur adalah 13 liter/s untuk sumur-sumur yang berlokasi di Kabupaten Gorontalo. Pembatasan jumlah pemompaan di CAT yang ditentukan berdasarkan perhitungan dan asumsi nilai imbuan yang bisa dimanfaatkan adalah < 70% dari nilai imbuan yang masuk ke dalam akuifer. Pengelolaan pemanfaatan sumur-sumur artesis baik yang digunakan untuk irigasi maupun oleh penduduk belum berjalan, sehingga masih banyak air terbuang. Sebagai kompensasi, diusulkan adanya pengendalian terhadap:

- 1) Pemompaan air tanah
- 2) Pemanfaatan sumur-sumur artesis

- 3) Sumur-sumur bor perorangan, dan perlu dilakukan pula pemantauan

Walaupun permukaan air tanah berada pada kedalaman yang relatif cukup dangkal di daerah yang mempunyai potensi air tanah relatif tinggi, yaitu kurang dari 5 meter **dibawah** dari permukaan tanah, tetapi pembatasan pengambilan air tanah tetap masih perlu dilakukan. Oleh karena itu, maka pengambilan harus disesuaikan dengan karakteristik akuifer di CAT Limboto, karena nilai parameter hidraulik akuifer yang kurang memadai akan mengakibatkan penurunan muka air tanah pada saat pemompaan cukup besar.

Pada saat ini pengambilan air tanah dengan pemompaan yang dilakukan oleh para petani di daerah irigasi air tanah, masih menggunakan pola pengambilan maksimum karena air cukup mudah diperoleh. Oleh karena itu pemanfaatan sumber air tanah, khususnya untuk kebutuhan irigasi di area irigasi air tanah Gorontalo, harus dilaksanakan dengan pengaturan debit terukur dengan menggunakan pompa yang disesuaikan dengan kondisi akuifer yang ada pada tiap area pengembangan irigasi air tanah. Kapasitas produksi tiap sumur harus direncanakan secara optimal sesuai dengan potensi air tanah yang ada, yaitu maksimum 30 liter/s dan sesuai dengan karakteristik masing-masing sumur, sehingga biaya pengoperasian pompa dapat terpantau dan menjadi lebih ekonomis.

## 3 Sistem air tanah di CAT Limboto-Gorontalo.

Kajian sistem CAT Limboto dan Gorontalo berikut ini, dibahas berdasarkan data geologi dan dititikberatkan pada hasil pengendapan Kuartar dan Resen, karena pada kurun waktu ini terjadi pengendapan yang sekarang menjadi sistem akuifer **di** daerah penelitian. Pada kurun waktu Pliosen Atas sampai Plistosen di daerah penelitian, terjadi pengendapan yang membentuk satuan Batugamping klastik (Tql) di lingkungan pengendapan laut dangkal. Pada Plistosen bawah terjadi juga pengendapan danau (Qpl) terdiri dari batulempung, batupasir dan kerikil, pengendapan sungai tua (Qpr) berupa konglomerat dan batupasir. Ketiga satuan tersebut yaitu: batugamping klastik, endapan danau dan endapan sungai tua yang mengalami pengangkatan pada Plistosen Atas. Ketiga satuan tersebut diendapkan pada **kurun** waktu yang relatif sama dan saling menjemari satu dengan lainnya terutama pada endapan danau yang terbentuk pada Pliosen bawah dan berasal dari

dua sumber material yang berbeda, dari Utara dan dari Selatan.

Sedimentasi di daerah penelitian sangat tinggi disebabkan oleh tingkat erosi yang besar pada batuan di gunung-gunung di sekitarnya. Tingkat erosi yang besar ini sangat berkaitan dengan kandungan mineral yang terdapat pada batuan, di antaranya adalah kandungan plagioklas yang tinggi pada batuan gunung api yakni merupakan mineral batuan yang sangat mudah lapuk apabila terkena air. Tingkat sedimentasi yang tinggi ini, juga tidak terlepas dari faktor manusia yang memanfaatkan hutan sebagai sumber penghasilan, tanpa adanya reboisasi. Sedimentasi juga diakibatkan oleh curah hujan yang besar dan minimnya drainase alami di daerah Limboto-Gorontalo, sehingga, secara periodik terjadi banjir dan genangan yang menyebabkan tingkat pengendapan cukup tinggi khususnya di daerah banjir.

Secara geologis, endapan danau di daerah penelitian masih terhubung dengan endapan danau yang ada di daerah paguyaman. Endapan ini merupakan satu kesatuan yang terjadi secara bersamaan selama kurun waktu Kuartar. Berdasarkan dari hal ini, maka dihasilkan analisis berupa cekungan air tanah Limboto-Gorontalo merupakan satu kesatuan cekungan air tanah dengan Paguyaman, meskipun keduanya merupakan Daerah Aliran Sungai (DAS) yang berbeda. DAS Paguyaman memiliki satu keluaran di bagian selatan. Berdasarkan data geologi, bahwa sebagian air yang turun di daerah Paguyaman, terinfiltrasi dan mengalir ke bagian timur melalui akuifer pada endapan danau.

Sistem akuifer di daerah penelitian, agak rumit diidentifikasi, hal ini dikarenakan endapan danau sebagai wadah untuk aliran air tanah adalah endapan yang menjemari dan berkaitan satu dengan lainnya. Berdasarkan fasies pengendapannya, pada daerah laut dangkal (danau atau lagoon), daerah ini memiliki beberapa fasa pengendapan yang berbeda-beda dan saling menunjam. Hasil analisis menunjukkan bahwa sistem akuifer di daerah penelitian terdiri atas tiga akuifer di daerah barat dan terbagi menjadi empat pada daerah timur, atau dapat dikatakan bahwa lapisan akuifer di daerah timur terbagi menjadi dua bagian yang terpisahkan akibat adanya hubungan antar satuan batuan yang menjemari.

Akuifer di bagian timur terdiri atas satu akuifer bebas dan tiga akuifer terkekang. Di bagian barat terdiri atas satu akuifer bebas dan dua akuifer terkekang dengan salah satu akuifer terkekang terbagi menjadi dua bagian di bagian

timur akibat adanya penunjaman batulempung di tengah akuifer tersebut.

Dengan memperhitungkan tingkat kelulusan air pada beberapa sumur bor, rata-rata sumur bor memiliki tingkat kelulusan air lebih dari 5 m/hari dan tingkat koefisien **transmisifitas** lebih dari 100 m<sup>2</sup>/hari. Data ini sesuai dengan tingkat kepadatan batuan yang berumur Kuartar yaitu batuan yang belum terlalu kompak dan tingkat kelulusan airnya masih cukup tinggi. Dengan jumlah daerah tangkapan (*recharge*) yang cukup besar dan tingkat penggunaan air tanah di daerah Gorontalo masih tergolong aman.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan interpretasi, kerangka sistem air tanah Limboto-Gorontalo dapat diuraikan dibawah ini:

Cekungan Air Tanah di daerah Limboto merupakan salah satu dari dua sub cekungan, yaitu Sub Cekungan Paguyaman dan Sub Cekungan Limboto yang terhubung oleh satuan batuan Endapan Danau. Daerah penghubung di antara dua sub cekungan tersebut memiliki lebar sekitar 3 km dan kedalaman sekitar 200 m. Kesimpulan ini diperoleh sebagai hasil analisis data geologi, dan seharusnya dilanjutkan dengan data geohidrologi.

Secara fisiografis luas cekungan air tanah Limboto-Gorontalo adalah 23 km x 20 km, dibatasi di bagian Timur oleh sungai Bone-Bolango. Disebelah Barat oleh satuan batuan Gunung Api Diorit, di sebelah Utara oleh satuan batuan Gunung Api, satuan Diorit Bone dan batuan Gunung Api Bilungala dan di bagian Selatan oleh tuf konglomerat batuan gunung api Pinogu. Cekungan Air tanah Limboto merupakan satu kesatuan cekungan air tanah yang terpisahkan oleh dua DAS, yaitu DAS Limboto dan DAS Paguyaman dan secara wilayah administrasi menempati sebahagian Kota dan Kabupaten Gorontalo dan Bone Bolango.

Seiring dengan besarnya tingkat sedimentasi, maka besar kemungkinan bahwa Danau Limboto akan terus mengalami pendangkalan sampai akhirnya menjadi daratan seperti Kota Gorontalo, sekarang atau **seperti** seluruh daratan endapan danau yang sudah menjadi daratan sejak zaman Kuartar. Berdasarkan kedalamannya akuifer di CAT Limboto-Gorontalo, terdiri dari:

- 1) Akuifer dangkal **yang** merupakan akuifer bebas, berada pada kedalaman maksimum 9 m dari permukaan tanah, mempunyai potensi yang cukup baik, dimanfaatkan untuk

memenuhi keperluan air minum atau air bersih untuk rumah tangga, juga digunakan untuk air irigasi. Pemanfaatan akuifer dangkal umumnya dilakukan dengan membuat sumur gali dan banyak dijumpai di wilayah Kecamatan Limboto, Limboto Barat dan Kecamatan Tibawa.

- 2) Akuifer dalam (berupa akuifer semi terkekang-terkekang) dengan kondisi geologi bawah permukaan yang tidak homogen akibat keberadaan struktur geologi maupun perlapisannya yang menyebabkan jumlah lapisan akuifer tidak sama di setiap daerah. Di bagian Timur akuifer dalam pada batuan Kuartir Atas maupun Kuartir Bawah terdiri dari 3 lapisan yang dipisahkan oleh lapisan kedap, sedangkan di bagian Barat klasifikasi akuifer dalam terdiri dari 2 lapisan.

Kedudukan akuifer bervariasi yaitu antara kedalaman 40 m sampai 80 m dan ketebalan akuifer berkisar antara 3 m– 30 m. Berdasarkan hasil analisis korelasi penampang litologi sumur bor, dijumpai akuifer bebas yang mempunyai kedalaman sangat beragam dari 2 sampai 9 m dmt (di bawah muka tanah).

Sebaran sumur bor dalam terfokus di wilayah kabupaten Gorontalo dan kedalaman sumur bor rata-rata mencapai 100 m. Kira-kira 60% dari jumlah sumur berada di wilayah ini dengan kerapatan lokasi sumur cukup tinggi dan terdeteksi di beberapa Kecamatan yakni Kecamatan Limboto, Limboto Barat, Batudaa' dan Kecamatan Tibawa. Sumur menengah terdeteksi di wilayah Kabupaten Gorontalo, di wilayah lainnya seperti Bone Bolango, Boalemo dan Pohnuatu hanya dibangun sumur dalam.

Sejumlah ±165 sumur bor pompa dan sumur artesis, dipergunakan untuk mengairi irigasi, mencakup 10 daerah irigasi Kecamatan. Luas daerah irigasi air tanah Batudaa dan Limboto Barat merupakan area pelayanan tertinggi di Kabupaten Gorontalo. Sumber air yang digunakan di Limboto Barat berasal dari 25 buah sumur pompa, mengairi 633 ha dengan debit maksimum yang dapat dimanfaatkan sebesar 409,92 liter/s. Sumur bor pompa di wilayah Kecamatan Batudaa berjumlah 40 buah sumur dengan debit maksimum yang dapat dimanfaatkan adalah sebesar 539.23 liter/s untuk mengairi areal irigasi 505 ha.

Tinggi muka air tanah di wilayah Kecamatan Limboto Barat, < 1,5 m dan di wilayah Kecamatan Batudaa' dan Tibawa 1,5m-3,5 m di bawah muka tanah. Terdapat banyak sumur yang artesis (positif), yakni ditemukan di Kecamatan Batudaa, Bongomeme dan Kecamatan Limboto. Sumur bor artesis dengan muka air tertinggi

ditemukan di Desa Tenilo, Kecamatan Limboto, yakni mencapai 2,05 m di atas muka tanah.

Arah aliran air tanah dalam akuifer bebas di sekitar danau Limboto hampir semua menuju ke arah danau yakni terlihat di wilayah Kecamatan Yosonegoro, mengalir ke Selatan dan juga yang terjadi di Payunga mengalir ke arah Utara.

Berdasarkan nilai koefisien transmisifitas (T) yang diperoleh dari hasil pemompaan uji sumur, potensi air tanah di CAT Limboto-Gorontalo relatif tinggi, karena ± 70 % jumlah sumur di wilayah ini mempunyai nilai koefisien transmisifitas (T) > 100 m<sup>2</sup>/hari, yaitu berada di wilayah Tenilo, Yosonegoro, Hutabohu dan Bongomeme.

Dengan penjelasan tersebut di atas, suatu kegiatan pemodelan air tanah dapat segera dilakukan, jika data penunjang lainnya sudah tersedia. Berdasarkan studi ini, dapat dikatakan cekungan air tanah di Limboto-Gorontalo merupakan cekungan air tanah yang sangat ideal, dengan memperhatikan curah hujan, pemakaian air dan sistem DAS yang mengarah ke satu titik dengan lapisan kedap di sekitarnya. Sehingga apabila dilakukan pemodelan, tidak banyak asumsi yang diperlukan dalam penentuan parameter dalam pemodelan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2005. "Studi Potensi Pengembangan Air Tanah Pada Cekungan Marisa, Paguyaman dan Gorontalo". Direktorat Jenderal SDA Departemen Pekerjaan Umum.
- Anonim, 2003. "Survey Geolistrik di Kabupaten Pohnuatu-Boalemo dan Kabupaten Gorontalo". Direktorat Jenderal SDA Departemen Pekerjaan Umum.
- Anonim, 2003. "Penyelidikan/Survey Potensi Air Bawah Tanah Cekungan Air Tanah Gorontalo di Wilayah Provinsi Gorontalo". Dinas Pertambangan Dan Energi, Pemerintah Provinsi Gorontalo.
- Anonim 2005. " Survey Geolistrik di Kabupaten Pohnuatu-Boalemo dan Kabupaten Gorontalo". Direktorat Jenderal SDA Departemen Pekerjaan Umum
- Bachri Cs, 1993 dan Bawono Cs, 1999. "Peta Geologi Lembar Gorontalo dan Limboto". Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral.

- Japan International Cooperation Agency & The Government of Republic of Indonesia, 2002. "The Study on Flood Control and Water Management in Limboto-Bolango-Bone Basin in The Republic of Indonesia". Nikken Consultants, Inc and Nippon Koei CO,LTD.
- Japan International Cooperation Agency & The Government of Republic of Indonesia, 2002."The Study on Flood Control and Water Management in Limboto-Bolango-Bone Basin in The Republic of Indonesia". Volume-IV Data Book. Nikken Consultants, Inc and Nippon Koei CO,.LTD.
- Japan International Cooperation Agency & The Government of Republic of Indonesia, 2002."The Study on Flood Control and Water Management in Limboto-Bolango-Bone Basin in The Republic of Indonesia". Volume-III Supporting Report Part –A Existing Condition, Nikken Consultants, Inc and Nippon Koei CO,.LTD.
- Suryaman,1994. "Penyelidikan Potensi dan Pengembangan Air Tanah di Cekungan Gorontalo, Sulawesi Utara". Departemen Pertambangan dan Energi, Direktorat Jenderal Geologi dan Sumberdaya Mineral, Direktorat Geologi Tata Lingkungan.
- Tjetje, Apandi, 1977. "*Peta geologi lembar Tilamuta dan Kotamobagu*" Depatemen Energi dan Sumber Daya Mineral