

Studi Karakteristik Akuifer di Kawasan BPLP-BATAN, Cipanas, Jawa Barat

I Gde Sukadana, Adi Gunawan Muhammad
Pusat Pengembangan Geologi Nuklir-BATAN

ABSTRAK – STUDI KARAKTERISTIK AKUIFER DI KAWASAN BPLP-BATAN, CIPANAS, JAWA BARAT. Balai Penelitian Lahan Pertanian (BPLP) BATAN terletak di Desa Palasari, Kecamatan Cipanas, Kabupaten Cianjur, Jawa Barat. Pada Lokasi ini terdapat beberapa wisma yang sering digunakan untuk pertemuan sehingga memerlukan air bersih. Sumber air yang digunakan saat ini, berasal dari air sumur dangkal yang kualitas air tanahnya kurang baik, berwarna kuning kecoklatan, sehingga tidak layak digunakan sebagai sumber air bersih. Kegiatan pemboran eksplorasi airtanah-dalam bertujuan untuk mendapatkan karakteristik akuifer meliputi litologi, porositas batuan, kondisi airtanah yang diinterpretasikan dari keratan sumur, data geofisika lubang bor, data uji pemompaan dan kualitas air pada masing-masing akuifer. Secara geologi daerah ini merupakan batuan vulkanik, yang tersusun atas breksi vulkanik dengan ukuran fragmen dari mulai pasir kasar sampai dengan bongkah. Akuifer potensial di daerah ini berupa batupasir konglomeratan, breksi, dan batupasir. Hasil pemboran menunjukkan bahwa litologinya berupa soil hasil pelapukan (kedalaman 0-6 m), breksi (6-38 m), batupasir sedang - kasar (kedalaman 38-40 m), breksi (40 - 52 m), breksi pasiran (kedalaman 52-97 m) dan tuf berselingan dengan batupasir sedang - kasar (kedalaman 97-125 m). Dari hasil tersebut maka sumur telah dikonstruksi dengan pipa PVC 6" lurus, pada kedalaman 0-40 m dibuat semen grouting, screen terpasang pada kedalaman 60-82 m dan 90-110 m. Hasil Uji pemompaan menunjukkan bahwa debit maksimum sumur adalah 17,25 lt/dt, dan debit optimum 13,2 lt/dt. Muka air tanah berada pada kedalaman 11 m. Pompa terpasang saat ini adalah 5 lt/dt pada kedalaman 86 m. Hasil uji laboratorium kualitas airtanah-dalam tersebut memenuhi standar baku mutu air bersih, sehingga layak untuk dikonsumsi.

Kata Kunci: akuifer, airtanah-dalam, kualitas air, Cipanas.

ABSTRACT – STUDY OF AQUIFER'S CHARACTERISTIC AT BPLP- BATAN, CIPANAS, WEST JAVA. Farms Observational Land Agricultural (BPLP) BATAN lies at Palasari's Village, Cipanas's district, Cianjur's regency, West Java. On this Location there are some buildings that often used for meeting, so there are need fresh water. The currently used water source, come from shallow well that groundwater's quality adverse, brownish rust colored, so indecent being utilized as source of fresh water. Drilling activity of groundwater exploration is objectived in order to obtain aquifer's characterization which cover litology, porosity of litology, ground water condition that interpretation from well counterfoils, bores-hole geophysical data, pumping test data and water quality on the aquifer. This Regions, geologically constitute volcanic rock, arranged of breccia volcanic with size fragment of sand to boulder. Potential akuifer at this region are sandstone conglomerate, breccia, and sandstone. The result of drilling shows that its litology are yield of soil decay (depth 0-6 m), Breccia (6-38 m),

middle-rough sandstone (depth 38-40 m), Breccia (40-52 m), sandstone breccia (depth 52-97 m) and interspaced tuf with middle-rough sandstone (depth 97-125 m). As a result, therefore, the well has been constructed with straight PVC pipe 6", on depth of 0-40 m made by grouting cements, screen is assembled on depth of 60-82 m and 90-110 m. Result of pumping test that well's with maximum debit 17,25 L/sec, and optimum debit 13,2 L/sec. Static water level on 11 m depth. Current assembled pump is 5 L/sec on the 86 m depth. Result of groundwater quality test in laboratory shows that the water has good quality with fresh water quality standard, which mean that the water is suitable to be consumed.

Key words: aquifer, ground water, water quality, Cipanas.

I. PENDAHULUAN

Air bersih merupakan kebutuhan mendasar bagi manusia. Balai Penelitian Lahan Pertanian (BPLP) Wisma BATAN yang terletak di desa Palasari, Cipanas, Cianjur, Jawa Barat selama ini mengalami kesulitan dalam penyediaan air bersih. Air sumur yang dimanfaatkan selama ini berasal dari sumur bor dangkal dengan air sumur yang berwarna kuning kecoklatan. Dari hasil analisis laboratorium air sumur tersebut, diketahui bahwa sumur tersebut memiliki kandungan Fe dan Mg di atas ambang batas baku mutu air bersih, sehingga dalam pemanfaatannya memerlukan pengolahan lebih lanjut yang membutuhkan biaya tinggi. Studi karakteristik akuifer dengan pembuatan sumur eksplorasi/produksi dimaksudkan untuk mendapatkan data-data bawah permukaan meliputi keratan sumur, data geofisika lubang bor, data uji pemompaan dan kualitas air pada masing-masing akuifer. Sedangkan akuifer diartikan sebagai lapisan tanah/batuan yang dapat menyimpan dan mengalirkan airtanah dalam jumlah yang ekonomis, contoh batupasir, batuan karbonat yang telah mengalami pelarutan, batuan beku yang terkekarkan. Dari hasil studi ini, diharapkan permasalahan air bersih yang selama ini terjadi di Wisma BPLP-BATAN dapat teratasi.

Keberadaan sistem airtanah atau sistem hidrogeologi pada suatu daerah terutama dipengaruhi oleh kondisi geologi dan curah hujan (iklim). Secara geologi daerah Cipanas dan sekitarnya tersusun atas batuan vulkanik hasil kegiatan Gunungapi Gede, yang tersusun atas breksi vulkanik yang setempat berubah, dalam ukuran fragmen, sehingga akuifer yang terdapat di daerah ini dapat diklasifikasikan ke dalam akuifer daerah vulkanik/gunung api. Akuifer daerah vulkanik/gunung api dapat dikelompokkan menjadi 4 fasies utama yaitu *lava, air fall deposits, pyroclastic debris flow* dan *fluvial channel*

indikasi zona *water losses/water flows*. Kedalaman muka airtanah (MAT) diukur sekurang-kurangnya 1 (satu) kali sehari pada pagi hari (sebelum dilakukan operasi pemboran). Data ini diperlukan untuk mengetahui fluktuasi kedalaman muka airtanah dan kondisi tekanan airtanah sesuai dengan jenis dan kedalaman batuan yang ditembus.

Indikasi zona *water losses / water flows* ditentukan melalui pengamatan volume lumpur bor yang digunakan. Terjadinya penambahan volume menunjukkan indikasi adanya *water flowing*, sedangkan terjadinya pengurangan volume menunjukkan indikasi adanya *water losses*. Data ini dijadikan masukan dalam desain konstruksi sumur, terutama penempatan material penyekat pada zona *water losses*.

Keratan sumur pemboran (*cutting*) merupakan contoh hasil gerusan batuan oleh matabor, diambil pada saat pemboran berlangsung melalui penyaringan lumpur pemboran di dekat lubang bor pada setiap 1 meter kemajuan pemboran. Selanjutnya lubang bor dibersihkan dengan metoda *flushing*.

Hasil pemeriksaan keratan sumur disusun dalam bentuk log litologi yang selanjutnya digunakan sebagai dasar pertimbangan dalam penyusunan desain konstruksi sumur yang dikombinasikan dengan hasil pengujian geofisika lubang bor.

C. Pengujian Kualitas Air

Pengujian kualitas air yang dilakukan bertujuan untuk mengetahui lapisan yang memiliki kualitas air baik. Pengambilan contoh air dilakukan pada lumpur pemboran pada setiap 5 m kemajuan pemboran, sehingga diharapkan dapat diketahui perubahan kualitas air dari setiap contoh yang diambil. Air kemudian dianalisis di laboratorium geokimia (hasil terlampir). Unsur yang dianalisis adalah unsur yang berbahaya, seperti Fe, Mg, Mn, Ca dan Na. Air yang dianalisis berasal dari air pengencer lempung pemboran, lempung pemboran yang digunakan, serta air sumur pada setiap 5 m kedalaman sumur. Hal ini untuk mendapatkan data kandungan unsur dalam air yang digunakan pada saat pemboran serta kandungan unsur rata-rata pada lempung untuk pemboran. Untuk mengetahui kualitas air yang diproduksi, maka dilakukan analisis pada saat uji pemompaan terakhir yang kemudian dianalisis di Lab. Teknik Lingkungan ITB untuk mengetahui tingkat kelayakan air sebagai air minum.

D. Pengujian Geofisika Lubang Bor

Pengujian geofisika (*geophysical logging*) lubang pemboran dilakukan pada lubang pemboran *pilot hole*, mulai dari permukaan sampai kedalaman total pemboran. Sebelum dilakukan pengujian, lubang bor dibersihkan dengan metoda *flushing* selanjutnya viskositas lumpur diencerkan agar penetrasi horisontal *logging* dapat maksimal.

Pengujian ini dilaksanakan dengan peralatan *geologer* yang dilengkapi dengan *probe (sonde)* yang meliputi *Resistivity (short dan long normal) sonde* dan *Self Potential sonde*. Hasil pengujian ini disusun dalam *geophysical log*, dimaksudkan terutama untuk

penempatan pipa-pipa saringan dan material selubung di dalam desain konstruksi sumur.

E. Pembesaran Lubang Bor (*Reaming*)

Pekerjaan pembesaran lubang bor (*reaming*) dilakukan setelah pekerjaan *logging* geofisika selesai, menggunakan mata bor 12" dengan metode *hole opener*.

F. Pekerjaan Konstruksi Sumur (*Well Construction*)

Pekerjaan konstruksi sumur merupakan pekerjaan pemasangan pipa dan material selimut pipa di dalam lubang pemboran. Posisi pemasangan material-material di dalam lubang disesuaikan dengan desain konstruksi sumur

Tahapan pekerjaannya meliputi: Uji kemulusan lubang konstruksi, penyiapan material konstruksi (pipa, terutama pipa saringan, kerikil pembalut / *gravel pack*, material penyekat dan semen *grouting*), pemasangan pipa konstruksi, pemasangan material pembalut, material penyekat dan semen *grouting*, konstruksi tutup sumur, pemantauan muka airtanah statis di dalam sumur yang telah dikonstruksi. Pemasangan pipa dilakukan secara *landing tool*. Bagian bawah pipa ditutup dengan sistem dop. Kerikil pembalut yang dipasang maksimum berdiameter 1 cm, berukuran seragam, membundar tanggung, tersusun dari batuan andesitik segar / tidak lapuk. Material penyekat yang dipasang terdiri dari *benonit ball / clay pellet* dan semen *grouting*. Material tersebut dipasang di atas kerikil pembalut, dimaksudkan untuk menyekat lapisan airtanah yang tidak diinginkan.

G. Pembersihan Sumur (*Well Development*)

Sasaran utama dari pekerjaan ini adalah membersihkan material halus sisa pekerjaan pemboran yang terdapat di dalam sumur dan di ruang anulus sehingga airtanah dapat mengalir bebas ke dalam sumur tanpa hambatan. Tahapan pekerjaannya meliputi: pembersihan sumur dengan larutan *sodium triphosphate* dilanjutkan dengan penyempurnaan sumur menggunakan metoda *water jetting*.

H. Uji Pemompaan Sumur

Sasaran utama dari pekerjaan ini adalah mengetahui parameter hidrolika sumur dan akuifer yang diturap. Parameter ini menentukan kapasitas sumur, debit maksimum sumur dan debit optimum pemompaan yang diperkenankan agar sumur mempunyai umur penggunaan (*life time*) yang maksimum.

Uji pemompaan ini dilaksanakan dengan pompa selam (*submersible pump*) dan penakar debit. Selama pemompaan dilakukan pengamatan penurunan muka airtanah di dalam sumur akibat pemompaan (*drawdown*). Tahapan pekerjaannya meliputi: uji pemompaan bertahap, uji pemompaan menerus dengan debit tetap, diakhiri dengan uji pemulihan sumur.

I. Pemasangan Pompa Selam (*Submersible Pump*)

Pemasangan pompa selam dilengkapi dengan *switch off automatic* dan panel listrik. Tipe pompa yang dipakai disesuaikan dengan aspek teknis dan non teknis. Aspek teknis disesuaikan dengan debit airtanah yang dapat

diturap (Q optimum), sedangkan aspek non teknis disesuaikan dengan kebutuhan Wisma Batan.

J. Pemulihan Lokasi Pemboran

Pemulihan lokasi bekas pekerjaan pemboran dilaksanakan setelah pembongkaran semua peralatan pemboran dan dipindahkan (demobilisasi) dari lokasi pemboran. Pekerjaan ini terutama meliputi: penimbunan bekas galian kolam lumpur dan saluran-salurannya, pembersihan lokasi dari kotoran-kotoran bekas pemboran, disertai dengan pemulihan lokasi seperti keadaan semula.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Penentuan Lokasi Pemboran

Lokasi titik bor ditentukan melalui pemrosesan ulang hasil kegiatan pengukuran geolistrik tahanan Jenis yang telah dilakukan (Nurdin, dkk., 1995), menunjukkan bahwa pada daerah ini terdapat akuifer yang baik. Dari kegiatan geofisika yang dilakukan dan hasil pengolahan ulang dengan menggunakan *software* "IX1D" didapatkan hasil pada Tabel 1.

TABEL 1.
HASIL PENGOLAHAN DATA GEOFISIKA

Batuan	Tahanan jenis (Ohm.m)	Kedalaman (m)/ Tebal (m)	Potensi/ Kualitas air
Soil	299	0,331 (0,331)	Tdk. Potensial/ Jelek
Breksi Volk/ Pasir lepas	59,72 – 82,96	0,331 – 40,57 (40,24)	Potensi Kecil/ Jelek
Lava/ Breksi Kering	248,5	40,57 – 71,67 (31,1)	Tdk. Potensial/ Baik
Pasir/ Breksi basah	38,25	71,67 – 97,86 (26,21)	Potensial/ Baik

Dari data tersebut maka dilaksanakan pemboran dengan kedalaman 125 m, pada lokasi yang dapat di lalui oleh kendaraan roda empat/ truk untuk membawa mesin bor, yaitu dekat dengan titik pengukuran GF 12. Lokasi dipilih terutama karena akses dan ketersediaan lahan, serta mempertimbangkan hasil pengukuran geolistrik tahanan jenis.

A. Persiapan Pemboran

Persiapan pemboran meliputi pekerjaan: penyiapan lahan untuk operasi pemboran, pemasangan menara dan mesin bor, pembuatan kolam lumpur pemboran, dan penyediaan air pembilas lumpur. Pemasangan menara dan mesin bor (*rigging up*) disertai dengan pembuatan kolam lumpur dan penyediaan air pembilas lumpur.

Menara bor dan mesin bor dipasang tegak lurus lubang pemboran dengan menggunakan waterpas, kemudian kaki-kaki landasannya dipasak (*anchored*) agar posisinya tidak berubah selama dilakukan pemboran. Kolam lumpur (*mud pit*) berukuran 2 m x 2 m x 2 m (kolam utama) dan berukuran 1 m x 1 m x 1 m (kolam pengendap kotoran lumpur), digali di dekat lokasi pompa

lumpur. Sedangkan saluran lumpur berukuran 0.3 m x 0.3 m dibuat mulai dari lubang bor sampai ke kolam lumpur utama, melalui kolam pengendap. Air pembilas lumpur diusahakan dari tampungan-tampungan air di sekitar lokasi pemboran dengan menggunakan pompa *supply*.

B. Pemboran Pilot Hole dan Pemeriksaan Insitu

Pemboran dilakukan dengan mesin bor non inti (*cutting*) menggunakan meja putar dengan sistim sirkulasi langsung menggunakan lumpur pemboran (*drilling mud*) yang dipompakan ke dalam lubang bor melalui pipa bor. Keratan batuan hasil pemboran keluar bersamaan dengan lumpur melalui lubang anulus antara pipa bor dan dinding lubang hasil pemboran.

Pemboran *pilot hole* dilaksanakan dengan matabor Ø 6 inci. Selama pemboran yang diamati adalah kecepatan pemboran (*drilling penetration rate*), elevasi kedalaman muka airtanah (M.A.T) dalam lubang pemboran minimal pagi dan sore, dan kondisi fisik lumpur pemboran. Setiap selang waktu 2 (dua) hari, kolam dan saluran lumpur dibersihkan dari endapan kotoran hasil pemboran dan diganti dengan air bersih.

Lumpur pemboran yang digunakan terdiri dari campuran air dan lempung lokal. Fungsi lumpur pemboran ini terutama sebagai media sirkulasi / pengangkut hasil keratan pemboran dan menjaga stabilitas dinding lubang pemboran. Untuk menjaga kelurusan lubang bor dan menambah penetrasi pemboran digunakan stang bor berpemberat (*drill collar*) dan sentraliser.

Contoh keratan sumur diambil pada setiap interval kedalaman 1 (satu) meter pemboran, selanjutnya segera diperiksa oleh *wellsite geologist*. Pemeriksaan contoh keratan pemboran terutama meliputi jenis batuan, warna, ukuran / bentuk butir, keseragaman butir dan komposisi mineral utamanya.

Dalam pelaksanaan pemboran dilakukan beberapa pengamatan meliputi:

1) Pengamatan Cutting / Keratan Sumur

Keratan sumur diambil saat pemboran berlangsung pada setiap penambahan/kemajuan 1 m dari lumpur pemboran yang keluar pada anulus lubang bor bersamaan dengan lumpur pemboran. Deskripsi keratan sumur tersebut meliputi warna, ukuran, bentuk, keseragaman, jenis mineral, dan nama asal batuan.

Berdasarkan hasil pengamatan keratan sumur / *cutting* dapat disimpulkan bahwa litologi penyusun secara stratigrafi dari atas ke bawah adalah sebagai berikut:

a) Soil

Soil terdapat pada kedalaman 0 – 5 meter dengan warna coklat cerah, lunak, banyak dijumpai akar tanaman. Soil ini merupakan lapukan dari batuan, dan memiliki kandungan Fe yang sangat tinggi.

b) Breksi andesitik

Breksi andesitik terdapat pada kedalaman 5 – 13 m, 60 – 72 m, 110 – 125 m dengan warna abu-abu cerah kemerahan, matrik pasir halus – kasar, fragmen andesitik > 1 cm, bentuk butir membulat – menyudut

tanggung. Dari kenampakannya, breksi yang terdapat pada kedalaman 5-13 m, memiliki kandungan Fe yang tinggi sehingga memiliki warna merah kecoklatan.

c) *Batupasir kerikilan*

Batulempung terdapat pada kedalaman 13- 41 m, 53 - 60 m, 72 - 97 m, 100 - 101 m dan 103 - 107 m dengan warna abu-abu cerah - abu-abu gelap, matrik pasir halus - kasar, fragmen > 0.8 mm, dengan bentuk butir membulat - menyudut tanggung. Pada kedalaman 13-41 m batuan ini memiliki kandungan Fe yang tinggi dengan warna merah kecoklatan, sehingga pada kedalaman tersebut merupakan akuifer yang kurang baik.

d) *Batupasir*

Batupasir gampingan terdapat pada kedalaman 41 - 53 m, 97 - 100 m, 101 - 103 m dan 107 - 110 m dengan warna abu-abu cerah, ukuran butir halus - kasar, membulat - menyudut tanggung, sortasi baik. Batuan ini merupakan akuifer yang baik dan bersih dengan kandungan Fe yang rendah sehingga memungkinkan untuk menjai akuifer yang baik.

2) *Pencatatan Kecepatan Pemboran*

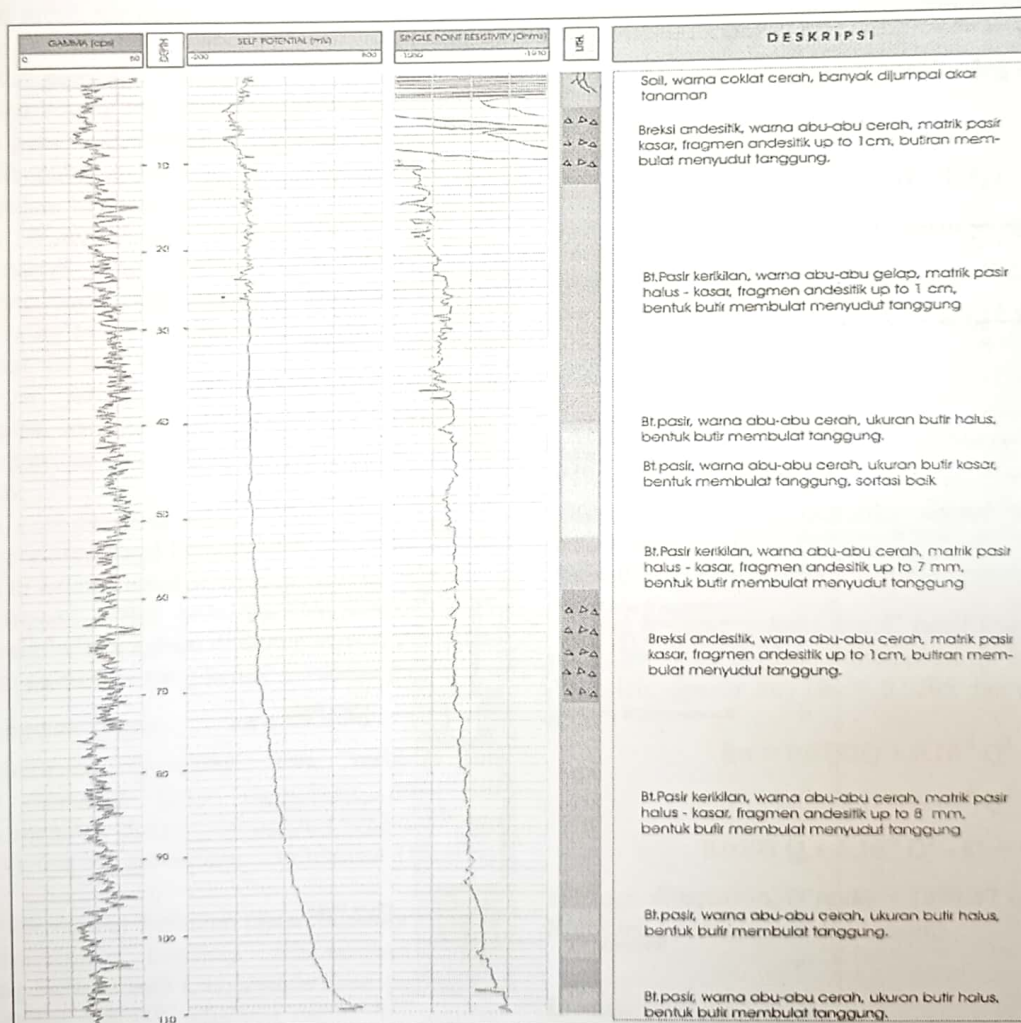
Pencatatan kecepatan pemboran dilakukan selama pemboran berlangsung setiap kedalaman 5 m (pengambilan contoh). Untuk perhitungan *Drill Penetration Rate*, dihitung dari kedalaman kemajuan bor dibagi waktu yang diperlukan. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa untuk soil *drill penetration rate* berkisar antara 2 - 4 jam/5 m, breksi andesitik *drill penetration rate* berkisar antara 5 - 10 jam/5 m, batupasir kerikilan *drill penetration rate* berkisar antara 4 - 8 jam/5 m, batupasir drill penetration rate berkisar antara 2 - 6 jam/5 m.

3) *Pencatatan Muka Air Tanah*

Muka air tanah pada lubang pemboran rata-rata pada pagi hari berkisar antara 3 - 3.5 meter. Dengan ketinggian muka airtanah tersebut diharapkan akan didapatkan banyak lapisan akuifer yang baik dengan ketebalan yang cukup.

C. *Pengujian Geofisika Lubang Bor (Geophysical Logging)*

Hasil dari pemeriksaan geofisika ini dimaksudkan untuk menyusun/ menentukan desain konstruksi sumur, terutama posisi penempatan pipa saringan (*screen pipe*) di dalam lubang pemboran.



Gambar 3. Hasil pengujian geofisika meliputi: *Self Potential*, *Gamma Ray* dan *Single Point Resistivity*, dan diskripsi keratan sumur (kolom litologi).

Pengujian geofisika lubang bor dilakukan setelah pemboran selesai, lubang dibersihkan dari kotoran hasil pemboran dan viskositas lumpur diencerkan. Pengujian geofisika meliputi: *Self Potential dan Gamma Ray dan Single Point Resistivity*, dilaksanakan dengan alat logging Mount Sopris MGXII (Gambar 3) dan total kedalaman 125 m. Hasil pengujian geofisika lubang bor (*geophysical log*) menunjukkan pada kedalaman > 40 m nilai *resistivity* air relatif lebih rendah, sehingga diinterpretasikan bahwa air tersebut bersifat konduktif yang menunjukkan bahwa pada kedalaman tersebut memiliki kandungan nilai Fe yang cukup tinggi, sedangkan kedalaman >40 m nilai *resistivity* relatif lebih tinggi yang menunjukkan bahwa pada kedalaman tersebut mempunyai kualitas air yang cukup baik dan merupakan akuifer yang baik. Dari hasil gamma-gamma menunjukkan bahwa batuan penyusun daerah ini memiliki porositas yang baik (hasil logging dan pemeriksaan keratan sumur terdapat pada Gambar 3)

D. Pembersihan Lubang Bor (Reaming)

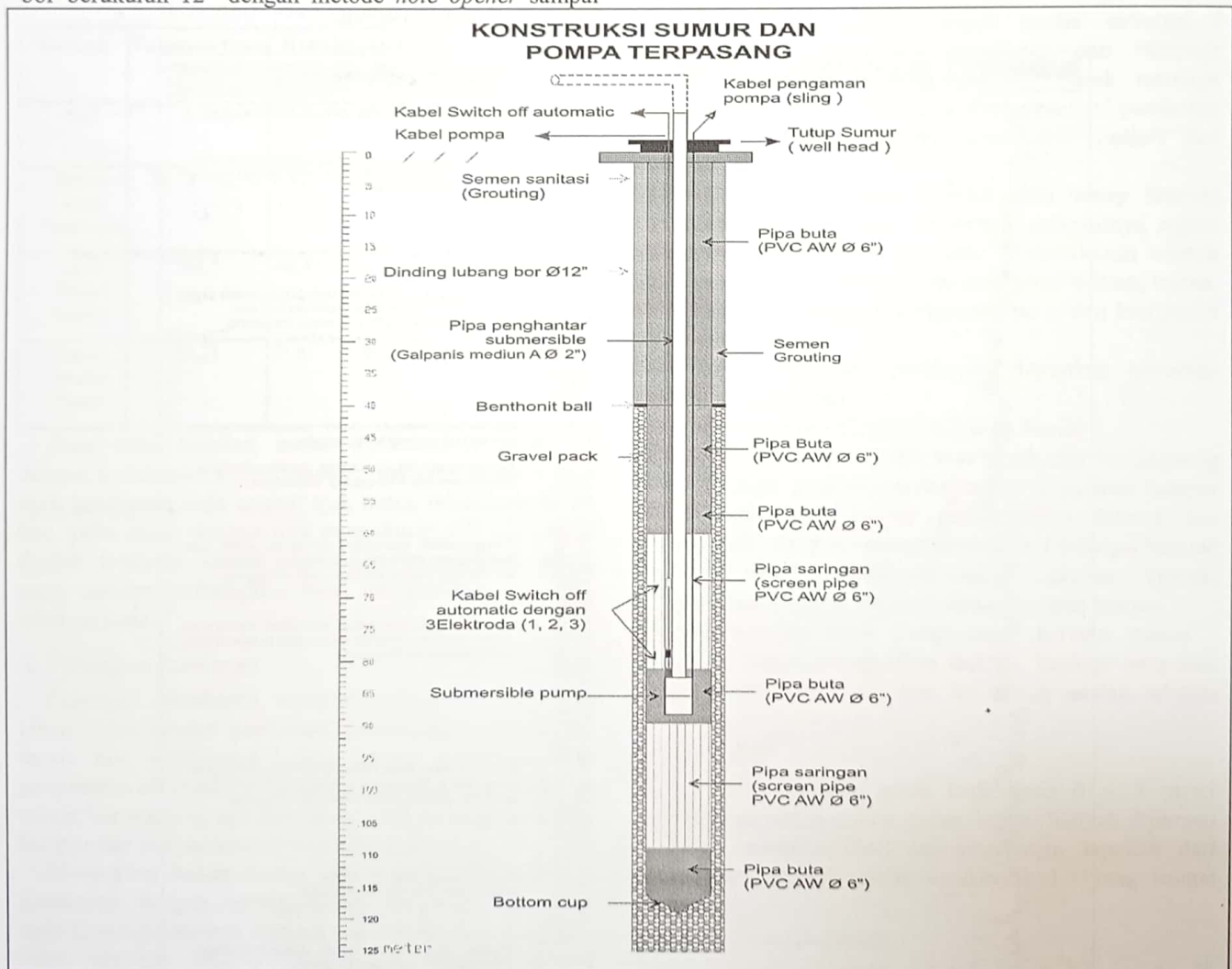
Pekerjaan pembersihan lubang bor dilakukan setelah pekerjaan logging geofisika selesai menggunakan mata bor berukuran 12" dengan metode *hole opener* sampai

kedalaman 125 m. Dalam pelaksanaan kegiatan ini banyak ditemui kendala, seperti runtuhnya lubang bor, bongkah batuan yang sangat keras, dll. Dalam mengatasi kendala tersebut harus digunakan mata bor yang baik dengan lumpur yang kental, sehingga dapat menahan keruntuhan lubang.

E. Konstruksi Sumur

Pekerjaan ini meliputi penyediaan dan pemasangan rangkaian pipa konstruksi sumur (pipa PVC-AW → 6 inchi) dengan total panjang 110 meter dan material pembalut pipa (kerikil pembalut, *bentonite ball*, lempung lokal dan semen *grouting*) di dalam ruang anulus antara pipa konstruksi dan dinding lubang pemboran dan 15 m sebagai kantong. Letak pemasangan pipa dan material tersebut disesuaikan dengan gambar desain konstruksi sumur.

Desain konstruksi sumur disusun berdasarkan hasil pemeriksaan litologi dari keratan pemboran, data pengamatan selama operasi pemboran, dan pengujian geofisika lubang bor (*geophysical logging*). Susunan konstruksi rangkaian pipa sumur pada Gambar 4.



Gambar 4. Desain konstruksi sumur disusun berdasarkan hasil pemeriksaan litologi dari keratan pemboran, data pengamatan selama operasi pemboran, dan pengujian geofisika lubang bor (*geophysical logging*).

Pemasangan pipa-pipa tersebut dilaksanakan dengan sistem *landing tool*. Penyambungan pipa dilakukan dengan lem perekat yang diperkuat dengan baut. Bagian paling bawah dari rangkaian pipa ditutup dengan sistem dop. Kerikil pabalut yang dipasang \rightarrow 0,7 cm – 1,5 cm, terayak, membundar tanggung, terdiri dari mineral kuarsa segar / tidak lapuk. Selama pengisian kerikil pabalut, dilakukan sirkulasi air bersih melalui pipa pengantar yang dimasukkan ke dalam rangkaian pipa konstruksi sumur agar kerikil pabalut dapat tertata dengan baik.

F. Penyempurnaan Sumur (Well Development)

Sasaran utama dari pekerjaan adalah menghilangkan hambatan aliran air tanah ke dalam sumur yang diakibatkan oleh material halus yang terdapat pada pipa saringan, kerikil pabalut dan dinding pemboran, sehingga sumur yang dikonstruksi memiliki nilai efisiensi yang maksimum.

Urutan pelaksanaan pekerjaan ini terdiri dari pembersihan sumur dengan menggunakan larutan *Sodium Tri Poly Phospate* (STPP), penyempurnaan sumur dengan metoda *water jetting*, jika perlu pembersihan sumur dengan kompresor, dan dilanjutkan dengan *over pumping* menggunakan pompa selam.

Pembersihan sumur dengan STPP terutama dimaksudkan untuk menghancurkan gumpalan-gumpalan lempung yang terdapat pada pipa saringan dan di antara susunan kerikil pabalut. Larutan STPP ini dimasukkan ke dalam pipa sumur terutama di sekitar pipa saringan melalui pipa pengantar, setelah didiamkan selama 12 jam kemudian dibersihkan dengan cara sirkulasi air bersih yang dipompakan ke dalam sumur.

Pekerjaan *Water Jetting* dilaksanakan dengan air bersih bertekanan yang dipompakan ke dalam sumur melalui *jetting tool* yang dipasang pada ujung pipa pengantar. *Jetting tool* yang digunakan berukuran 3 inci dengan empat lubang (*nozzle*). Selama operasi *water jetting*, posisi *jetting tool* digerakkan naik-turun sepanjang pipa saringan yang terpasang sampai air sirkulasi yang keluar dari lubang sumur relatif bersih dari material halus.

Pekerjaan *over pumping* dilaksanakan dengan pompa selam (*submersible pump*) berkapasitas 3 liter/detik yang ditempatkan di dalam sumur sampai kedalaman 95 meter. Debit pemompaan diatur besar-kecil sedemikian rupa sehingga menimbulkan agitasi di dalam sumur, pekerjaan ini dihentikan setelah air yang keluar berwarna jernih.

G. Uji Pemompaan Sumur

Uji Pemompaan (*pumping test*), meliputi uji pemompaan bertahap (*step drawdown test*), uji pemompaan menerus dengan debit tetap (*constant rate pumping test*) dan uji pemulihan / kambuhan (*recovery test*).

1) Uji Pemompaan Bertahap (Step Drawdown Test).

Uji pemompaan bertahap dilaksanakan untuk menghitung besaran *well loss*, *aquifer loss*, persamaan hidrolika sumur dan nilai efisiensi sumur. Selanjutnya dari data tersebut dapat diperkirakan debit pemompaan maksimum (Q maks) dan debit pemompaan optimum (Q opt).

Uji pemompaan ini dilaksanakan dalam 4 tahap secara menerus dengan debit yang berbeda, dimulai dengan debit 2,03 ltr/detik (tahap I) selama 1 jam, dilanjutkan dengan 3,27 liter/detik (tahap II) selama 1 jam, dilanjutkan dengan 4,51 liter/detik (tahap III) selama 1 jam, dan 5,88 liter/detik (tahap IV) selama 1 jam (Tabel 2 dan Gambar 5). Selama pemompaan dilakukan pengamatan penurunan muka air tanah (*drawdown*) di dalam sumur. Setelah selesai pemompaan, langsung dilanjutkan dengan uji pemulihan (*recovery test*).

Air yang diturap berasal dari zona akuifer yang terletak pada kedalaman 60 - 82 m, 90 - 106 meter dari permukaan setempat, tersusun dari breksi andesitik, batupasir kerikilan, dan batupasir.

Persamaan hidrolika sumur ditentukan melalui metoda Hantush-Bierschenk (1964):

$$S_w = B Q + C Q^2 \tag{1}$$

- Q = Debit pemompaan maksimum (dalam satuan meter³ / hari)
- Sw = Penurunan muka air tanah (m.a.t) maksimum dalam sumur akibat pemompaan (*drawdown*).
- B = *Aquifer loss* = parameter akuifer yang menyebabkan *drawdown*
- C = *Well loss* = parameter sumur yang menyebabkan *drawdown*.

Nilai efisiensi sumur (E) = B / (B + C Q)

Hasil uji pemompaan bertahap adalah sebagai berikut:

Persamaan linier $y = 6.10^{-6} X + 0.0293$
 $y = 0.0293 + 6.10^{-6} X$

$$S_w/Q = 0.0293 + 6.10^{-6} Q$$

$$S_w = 0.0293 Q + 6.10^{-6} Q^2$$

sehingga persamaan hidrolika sumur tersebut secara umum dapat ditulis:

$$S_w = 0.0293 Q + 6.10^{-6} Q^2$$

Nilai B (*aquifer loss*) dan C (*well loss*) dihitung dari grafik Sw/Q vs Q (data pemompaan uji bertahap), maka diperoleh: *aquifer loss* (B) = 0.0293 dan *well loss* (C) = 6.10⁻⁶

$$S_w = 0.0293Q + 6.10^{-6} Q^2$$

$$57 = 0.0293 Q + 6.10^{-6} Q^2$$

$$0.0293 Q + 6.10^{-6} Q^2 - 57 = 0$$

sehingga didapatkan, Q maks = 1490.47 m³/hari = 17.25 lt/dt (debit pemompaan maksimum)

Efisiensi sumur:

$$E = B / (B + C Q) = 0.0293 / (0.0293 + 6.10^{-6} \cdot 1490.7)$$

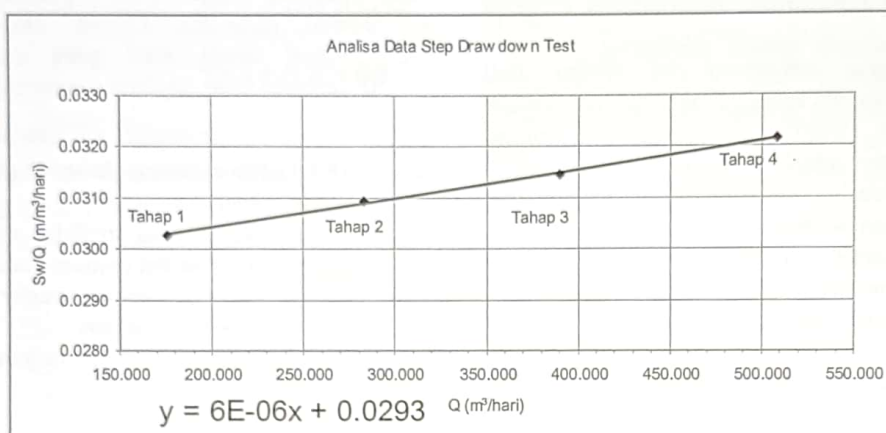
$$= 77 \%$$

Dengan demikian debit pemompaan optimum:

$Q_{opt} = E \times Q_{maks} = 13.2 \text{ liter/detik}$

TABEL 2.
ANALISIS DATA UJI PEMOMPAAN BERTAHAP (STEP DRAWDOWN TEST) SUMUR EKSPLORASI AIRTANAH DALAM DI BALAI PENELITIAN LAHAN PERTANIAN (BPLP) WISMA BATAN.

TAHAP (Step)	DEBIT POMPA (Q)		MAT (meter)	Sw (meter)	Sw / Q (m/m ³ /hari)
	liter/detik	m ³ /hr			
	0.00	0.0000	17.95	0.00	0.0000
I	2.03	175.3920	23.26	5.31	0.0303
II	3.27	282.5280	26.69	8.74	0.0309
III	4.51	389.6640	30.21	12.26	0.0315
IV	5.88	508.0320	34.28	16.33	0.0321



Gambar 5. Analisis data uji pemompaan bertahap (Step Drawdown Test)

Karena Drawdown maksimum (Sw maksimum) = 57,00 meter, unit pompa = 2 meter dan muka airtanah statis (static water level) maksimum 17,95 meter, sehingga menurut persamaan (1) debit pemompaan maksimum (Q) maks adalah 17,25 liter/ detik = 1490,47 m³/hari. Efisiensi sumur (E) = 77 %, sehingga debit pemompaan optimum (Q opt) = 13.2 liter/ detik.

2) Uji Pemompaan Menerus Dengan Debit Tetap (Constant Rate Test)

Uji pemompaan menerus dilakukan terutama untuk menghitung besaran keterusan / transmissivitas (T) dari akuifer yang diturap. Besaran ini menunjukkan kemampuan dari media / batuan untuk meneruskan airtanah ke dalam sumur. Uji pemompaan menerus dilaksanakan setelah muka airtanah kembali kepada posisi elevasi muka airtanah semula atau ke posisi 17,95 m (Gambar 6).

Posisi kedalaman pompa submersible adalah 86 meter (bagian atas pompa), kedalaman muka airtanah statis (static water level) adalah 17,95 meter dari permukaan tanah setempat. Data Pemompaan Uji Menerus Dengan Debit Tetap (constant rate test) adalah 5,61 liter/detik, posisi kedalaman muka airtanah akibat pemompaan pada t = 360 menit adalah 35,22 m. Besaran transmissivitas ditentukan melalui metoda Jacob (1947)^[2] sebagai berikut:

$T = 0,183 Q / ds$

di mana

T = transmissivitas (dalam satuan meter² / hari)

Q = debit pemompaan (dalam satuan meter³ / hari)

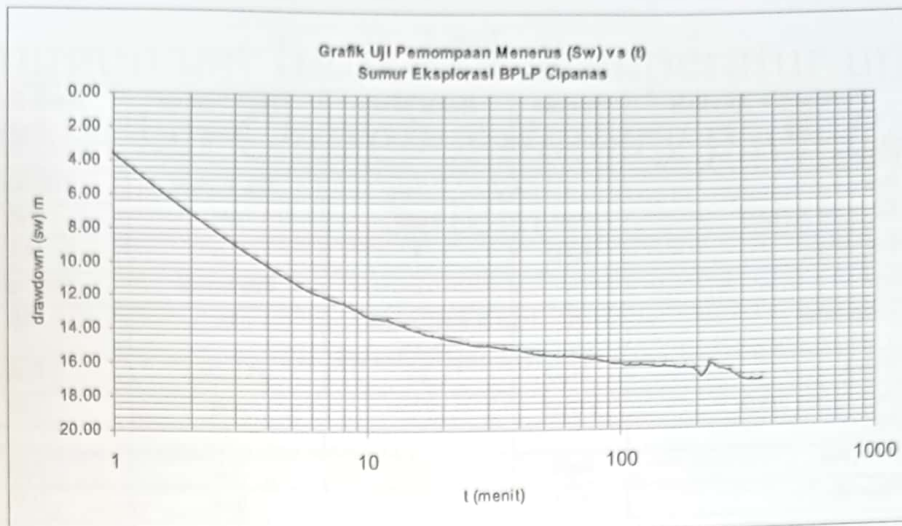
ds = drawdown terhadap waktu (dalam satuan meter).

Harga ds ditentukan berdasarkan grafik drawdown (Sw) vs waktu (t) yang diplot pada kertas semilog, diperoleh ds = 1,6 meter sehingga transmissivitas T = 130,5 m² / hari = 0,09 m²/menit

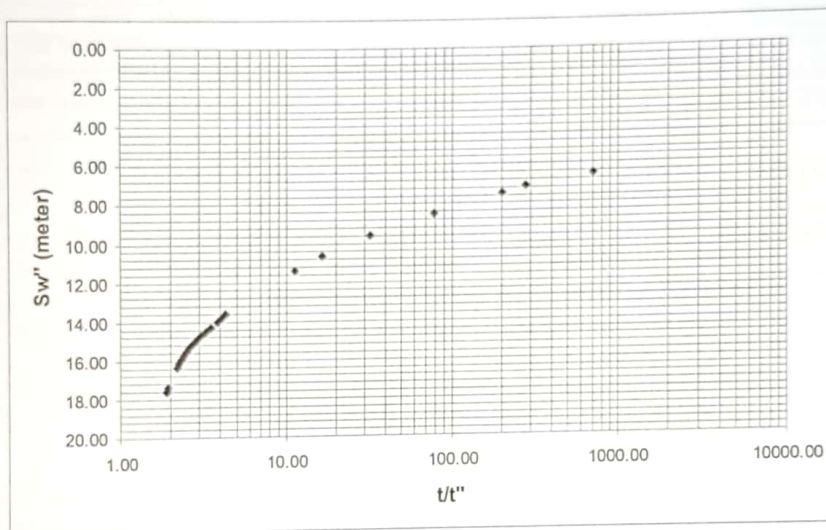
3) Uji Kambuh (Recovery Test)

Sasaran dari uji pemulihan adalah menghitung besaran keterusan/ transmissivitas (T) dari akuifer yang diturap tanpa pemompaan, sekaligus untuk mengkoreksi hasil uji pemompaan. Sedangkan dari data Uji Pemulihan (Recovery test), grafik residual drawdown (s) vs waktu (t/t'') yang diplot pada semilog, maka diperoleh ds = 2 meter, sehingga T = 104,4 m² / hari = 0,72 m²/menit (Gambar 7).

Dari Hasil uji pemompaan dan kambuhan diketahui bahwa sumur mempunyai debit optimum 13,2 lt/dt dengan koefisien transmissivity T = 130,5 m² / hari = 0,09 m²/menit, waktu untuk muka airtanah kembali ke posisi awal sangat cepat.



Gambar 6. Analisis data uji pemompaan menerus (*Constant Rate Test*)



Gambar 7. Grafik residual drawdown (S_w'') vs waktu (t/t'') hasil uji kambuh

a) *Pemasangan Pompa Selam (Submersible Pump)*

Pemasangan pompa selam dilengkapi dengan *switch off automatic* dan panel listrik. Tipe pompa yang dipakai disesuaikan dengan aspek teknis dan non teknis. Aspek teknis disesuaikan dengan debit airtanah yang dapat diturap (Q optimum), hasil dari perhitungan uji pemompaan yaitu Q optimum = 13,2 liter/detik dengan penurunan muka airtanah (*drawdown*) maksimum (S_w maks) = 57 meter sedangkan aspek non teknis disesuaikan dengan kebutuhan Balai Penelitian Lahan Pertanian (BPLP) Wisma BATAN. Dengan mempertimbangkan aspek non teknis/ kebutuhan air untuk wisma, maka tipe pompa yang digunakan adalah Lowara Seri GS 4 dengan debit 5 liter/detik.

b) *Pengujian Kualitas Air*

Pengujian kualitas air dilakukan setiap kedalaman 5 m, dengan parameter analisis adalah unsur berbahaya, seperti Fe, Mg, Mn, Ca dan Na. Hasil analisis menunjukkan bahwa pada umumnya kandungan unsur berbahaya di daerah ini masih di bawah ambang baku mutu air minum (memenuhi persyaratan baku mutu air bersih). Dari hasil analisis tersebut didapatkan bahwa terdapat penurunan nilai

Fe dan Mg dari kedalaman 40 m ke atas dan ke bawah, hal ini menunjukkan bahwa air pada kedalaman 40 m ke bawah memiliki nilai Fe dan Mg lebih rendah dari air pada kedalaman 0-40 m.

Selain itu hasil akhir air juga dianalisis dan didapatkan bahwa air memenuhi standar baku mutu air bersih, tetapi Fe air sumur ini masih di atas standar baku mutu air minum. Nilai standar baku mutu air minum 0,3 mg/L sedangkan kandungan Fe air sumur 0,54 mg/L (standar baku mutu air bersih 1,0 mg/L) sedangkan untuk sumur lama nilai kandungan Fe masih di atas standar baku mutu air bersih (1,06 mg/L). Hasil analisis sumur lama dan sumur baru terdapat dalam Tabel 3. Untuk parameter lainnya, seluruhnya memenuhi standar baku mutu air bersih.

c) *Pemulihan Lokasi Pemboran*

Pemulihan lokasi dilaksanakan setelah semua peralatan pemboran dibongkar dan dipindahkan (demobilisasi) dari lokasi pemboran. Pekerjaan ini terutama meliputi penimbunan bekas galian kolam lumpur dan saluran-salurannya, pembersihan lokasi dari kotoran-kotoran bekas pemboran, disertai dengan pemulihan lokasi seperti keadaan semula.

TABEL 3.
HASIL UJI LABORATORIUM AIR SUMUR

No.	Parameter Analisis	Satuan	Baku Mutu	Hasil Sumur lama	Hasil Sumur Baru
	FISIKA				
1.	Bau	-	-	Tdk Berbau	Tdk Berbau
2.	Zat Padat Terlarut	mg/L	1000	280	182
3.	Kekeruhan	NTU	5	8,0	4,1
4.	Rasa	-	-	Tdk berasa	Tdk berasa
5.	Temperatur	°C	Suhu udara ± 3°C	25	25
6.	Warna	TCU	15	25 koloid	5 Koloid
7.	Daya hantar listrik	µS/cm	-	400	260
	KIMIA				
1.	Besi (Fe)	mg/L	0,3	1,6	0,54
2.	Fluorida (F)	mg/L	1,5	0,68	0,57
3.	Kesadahan (CaCO ₃)	mg/L	500	112	85,7
4.	Klorida(Cl)	mg/L	250	14,83	12,51
5.	Mangan (Mn)	mg/L	0,1	<0,05	<0,05
6.	Natrium (Na)	mg/L	200	18,09	14,85
7.	Nitrat (sebagai NO ₃)	mg/L	50	1,112	0,263
8.	Nitrit (sebagai NO ₂)	mg/L	3	0,303	0,507
9.	pH	-	6,5-8,5	6,77	7,47
10.	Sulfat (SO ₄)	mg/L	250	5,01	4,49
11.	Kalium (K)	mg/L	-	5,87	5,08
12.	CO ₂ agresif	mg/L	-	0,2	0,0
13.	Keasaman pp	mg/L	-	7,07	5,05
14.	Kelindian mo	mg/L	-	128	109,71
15.	Daya pengikat chlor	mg/L	-	0,56	0,56
	KIMIA ORGANIK				
1.	Zat organik (KmnO ₄)	mg/L	-	4,77	5,37

gacu kepada Air Minum No. 907/MENKES/SK/VII/2002

IV. KESIMPULAN

- Berdasarkan hasil pengamatan keratan sumur/cutting dapat disimpulkan bahwa litologi penyusun lokasi pemboran dari atas ke bawah adalah sebagai berikut: Soil (0 – 5 m), Breksi Andesitik (5 – 13 m dan 60 – 72 m), Batupasir Kerikilan (13– 41 m, 53 – 60 m, 72 – 97 m, 100 – 101 m dan 103 – 107 m), Batupasir (41 – 53 m, 97 - 100 m, 101 – 103 m dan 107 – 110 m), Breksi Andesitik 110 – 125 m.
- Pengujian geofisika yang meliputi: *Resistivity*, *Self Potential* dan *Gamma Ray*, total kedalaman 125 m. Hasil pengujian menunjukkan akuifer potensial terdapat pada kedalaman 40 - 82 m dan 90 - 108 m dengan total ketebalan ± 60 meter.
- Debit maksimum sumur 17,95 L/dtk dengan debit optimum 13,2 L/dtk serta nilai transmisivitas $T = 130.5 \text{ m}^2/\text{hari} = 0,09 \text{ m}^2/\text{menit}$ sehingga masa kambuh untuk muka air tanah kembali ke posisi

awal, relatif cepat. Pompa terpasang saat ini pada kedalaman 86 m, dengan debit 5 liter/detik.

- Hasil analisis kualitas air menunjukkan bahwa air sumur bor memenuhi standar baku mutu air bersih.

DAFTAR PUSTAKA

- ALLAN, F.R., JOHN, A.C., "Ground Water", Departement Of Earth Sciens, University of British Columbia, Vancouver, Britis Columbia, 1979.
- FLETCHER, DRISCOLL, Ph D., "Ground Water and Wells", Second Edition Johnson Division, St Paul, Minnesota 55112, 1987.
- JACOB, C.E., "Drawdown Test To Determine Effective Radius Of Artesian Well", Trans. Amer. Soc. Of Civil Engrs, Vol 112, Paper 2321, pp.1047 – 1064, 1947
- NURDIN, dkk., PPGN - BATAN, "Laporan Akhir Pekerjaan Pengukuran Geolistrik Tahanan Jenis Di Kawasan Wisma BPLP Cipanas dan Sekitarnya" 1995.