

SKRIPSI

**STUDI DEEP WELL DALAM MENENTUKAN KUANTITAS
DAN KUALITAS AIR TANAH DAERAH DESA BAKTI
KABUPATEN GORONTALO PROVINSI GORONTALO**

Disusun dan diajukan oleh:

**ALBAR BUANGLERA
D061 18 1317**



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK GEOLOGI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2024**



Optimized using
trial version
www.balesio.com

SKRIPSI

STUDI DEEP WELL DALAM MENENTUKAN KUANTITAS DAN KUALITAS AIR TANAH DAERAH DESA BAKTI KABUPATEN GORONTALO PROVINSI GORONTALO

Disusun dan diajukan oleh:

ALBAR BUANGLERA
D061 18 1317



PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK GEOLOGI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR

2024

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

STUDI DEEP WELL DALAM MENENTUKAN KUANTITAS DAN KUALITAS AIR TANAH DAERAH DESA BAKTI KABUPATEN GORONTALO PROVINSI GORONTALO

Disusun dan diajukan oleh:

ALBAR BUANGLERA

D061 18 1317

Telah dipertahankan dihadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Geologi Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin pada tanggal 28 maret 2024 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama

Dr. Ir. Hj. Ratna Husain L, M.T
NIP. 19590202 198601 2 001

Pembimbing Pendamping,

Dr. Sultan, S.T., M.T
NIP. 19700705 199702 1 002

Ketua Departemen Teknnik Geologi
Fakultas Teknik
Universitas Hasanuddin

Dr. Eng. Hendra Pachri, S.T., M. Eng
NIP. 19771214 200501 1 002



PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini

Nama : Albar Buanglera
NIM : D061181317
Program Studi : Teknik Geologi
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul
"Studi deep well dalam menentukan kuantitas dan kualitas Air Tanah Daerah Desa
Bakti, Kabupaten Gorontalo, Provinsi Gorontalo"

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan
orang lain dan bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya
saya sendiri.

Semua informasi yang ditulis dalam skripsi yang berasal dari penulis lain telah
diberi penghargaan, yakni dengan mengutip sumber dan tahun penerbitannya. Oleh
karena itu semua tulisan dalam skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab
penulis. Apabila ada pihak manapun yang merasa ada kesamaan judul dan atau hasil
temuan dalam skripsi ini, maka penulis siap untuk diklarifikasi dan
mempertanggungjawabkan segala resiko.

Segala data dan informasi yang diperoleh selama proses pembuatan skripsi, yang
akan dipublikasi oleh Penulis di masa depan harus mendapat persetujuan dari Dosen
Pembimbing.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau
keseluruhan isi skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima
sanksi atas perbuatan tersebut.

Gowa, 28 Maret 2024

Menyatakan



ALBAR BUANGLERA



ABSTRAK

ALBAR BUANGLERA. *Studi deep well dalam menentukan kuantitas dan kualitas Air Tanah Daerah desa bakti, kabupaten gorontalo, Provinsi Gorontalo* (dibimbing oleh Dr.Ir. Hj. Ratna Husain L, M.T Dr. Sultan, S.T.,M.T)

Air merupakan komponen yang sangat penting bagi kehidupan makhluk hidup di bumi. Pertumbuhan penduduk, perkembangan infrastruktur, dan meningkatnya standar kehidupan yang menyebabkan kebutuhan akan air bersih terus meningkat hingga saat ini. Salah satu usaha yang dapat dilakukan untuk mengatasi permasalahan ini adalah dengan melakukan pengeboran air bersih. Geolistrik merupakan salah satu metode geofisika yang mempelajari sifat aliran listrik dan mendeteksi bawah permukaan bumi seperti adanya air tanah. Pengeboran adalah salah satu metode yang digunakan dalam suatu proses eksplorasi yang memberikan informasi data keadaan bawah tanah melalui garis lubang pengeboran. Berdasarkan hasil data resistivity menunjukkan kondisi akuifer yang diinterpretasikan bahwa keterdapatannya akuifer air tawar pada resistivitas 5-100 Ohm-m. Dalam penampang sesuai dengan nilai resistivitas menunjukkan adanya keterdapatannya akuifer yang cukup baik pada meteran pada koordinat lintasan $0^{\circ}38'16,48''$ N - $122^{\circ}46'29''$ E dengan kedalaman 20-100 m. Penurunan MAT saat uji pemompaan (*Pumping Test*) di pompa 2 jam pertama dengan debit rata-rata 1,63 liter/detik berada pada kedalaman -62 m sedangkan pada saat uji kumbu kenaikan MAT saat 2 jam pertama berada pada kedalaman -21 m. Muka air tanah sebelum pemompaan berada pada kedalaman -1.3 m dari permukaan. *Pumping test* dilakukan selama 12 jam dengan debit maksimum yang didapatkan pada saat 2 jam pertama adalah 1.63 liter/detik. Sedangkan debit minimum yang didapatkan saat 4 jam terakhir adalah 0.7 liter/detik. Tingkat *recovery* yang didapatkan pada saat uji kumbu tiap 10 menit dirasa cukup baik dimana MAT saat 2 jam pertama pada kedalaman -63 m naik hingga pada kedalaman -21 m dan *recovery* mulai melambat saat 3 jam terakhir hingga Kembali ke titik semula MAT pada kedalaman -1.3 meter serta Hasil Analisa kualitas air sumur bor disarankan dapat digunakan untuk kebutuhan sehari-hari karena memenuhi syarat dan parameter bagi Kesehatan.

Kata kunci : Air, Geolistrik, Pengeboran, Desa Bakti, Akuifer



ABSTRACT

ALBAR BANGLERA. *Study of deep well drilling in determining the quantity and quality of groundwater in the Bakti Village area, Gorontalo Regency, Gorontalo Province.* (supervised by Dr. Ir. Hj. Ratna Hussain L, M.T Dr. Sultan, S.T.,M.T)

Water is a very important component for the life of living creatures on earth. Population growth, infrastructure development, and increasing living standards have caused the need for clean water to continue to increase to this day. One effort that can be done to overcome this problem is by drilling for clean water. Geoelectricity is a geophysical method that studies the nature of electric currents and detects beneath the earth's surface such as the presence of groundwater. Drilling is one of the methods used in an exploration process that provides information on underground conditions through drilling hole lines. Based on the resistivity data results showing the condition of the aquifer, it is interpreted that there is a freshwater aquifer with a resistivity of 5-100 Ohm-m. In the cross-section according to the resistivity value, it shows that there is a fairly good aquifer in the meter at the track coordinates $0^{\circ}38'16.48''$ N - $122^{\circ}46'29''$ E with a depth of 20-100 m. Decrease in MAT during pumping test (Pump Test) at the pump for the first 2 hours with an average flow rate of 1.63 liters/second at a depth of -62 m, while at a depth of -21 m during the first 2 hours of the MAT increase. The groundwater level before pumping was at a depth of -1.3 m from the surface. Pumping test carried out for 12 hours with the maximum flow obtained during the first 2 hours being 1.63 liters/second. Meanwhile, the minimum flow obtained in the last 4 hours was 0.7 liters/second. Levelrecovery The results obtained during the kamambu test every 10 minutes were considered quite good, where the MAT during the first 2 hours at a depth of -63 m increased to a depth of -21 m and recovery It started to slow down in the last 3 hours until it returned to its original point MAT at a depth of -1.3 meters and the results of the drilled well water quality analysis suggested that it could be used for daily needs because it meets the requirements and parameters for health.

Keywords: Water, Geoelectric, Drilling, Desa Bakti, Aquifer



KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT. atas karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan Skripsi dengan judul “**Studi Deep Well Dalam Menentukan Kuantitas Dan Kualitas Air Tanah Daerah Desa Bakti Kabupaten Gorontalo Provinsi Gorontalo**” Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada semua pihak yang telah membimbing, mengarahkan dan membantu penulis dalam menyusun laporan penelitian ini, antara lain :

1. Ibu **Dr. Ir. Hj. Ratna Husain L, M.T** selaku Dosen Pembimbing I sekaligus Dosen Penasehat Akademik yang memberikan arahan dan masukan selama pembuatan skripsi.
2. Bapak **Dr. Sultan, S.T., M.T** selaku Dosen Pembimbing II telah banyak memberikan arahan dan masukan dalam pembuatan skripsi ini.
3. Bapak **Dr. Ir Busthan Azikin, M.T** selaku dosen Penguji yang telah memberikan arahan dan masukan kepada penulis.
4. Bapak **A. Bahrul Hidayah, S.T., M.T** selaku dosen Penguji yang telah memberikan arahan dan masukan kepada penulis
5. Bapak **Dr. Eng. Hendra Pachri, S.T., M.Eng** sebagai Ketua Departemen Teknik Geologi Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
6. Bapak dan ibu dosen Departemen Teknik Geologi Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin atas bimbingannya selama ini
7. Bapak dan Ibu Staf Departemen Teknik Geologi Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin yang telah banyak membantu.
8. Bapak **Ir. Zulfan Rahimy H, S.T.,M.T** selaku pemilik PT. Thalweg Nusantara
9. Bapak/ibu PTTEP Indonesia, (*PTT Exploration and Production Public Company Limited is an oil and gas*) yang telah bekerjasama dengan PT. Thalweg Nusantara dalam *Project clean water program*.



Ik/Ibu Kepala Desa Bakti yang telah membantu dalam hal administrasi bantuan operasional selama proyek berjalan.

serta seluruh masyarakat Desa Bakti dan seluruh pihak-pihak yang tidak disebutkan

namanya.

12. Teman-teman Intern PT. Thalweg Nusantara.
13. Seluruh *crew* bor yang telah bekerjasama dari awal hingga selesai.
14. Teman-teman Xenolith - Teknik Geologi 2018. Teman seperjuangan dalam segala medan yang telah menemani dan memberikan dukungan kepada penulis.
15. Kedua Orang Tua yang tak henti-hentinya memberikan segala bantuan kepada penulis
16. Saudari **Anando Wulele Balqis Maharani** yang telah membantu penulis dalam penyusunan laporan skripsi.
17. Seluruh Pihak yang telah membantu penulis dalam penyelesaian laporan ini.

Dalam penyusunan proposal ini, penulis sadar bahwa masih banyak terdapat kesalahan serta kekeliruan didalamnya. Maka penulis sangat mengharapkan kritik, saran dan masukan yang membangun terhadap proposal ini. Akhir kata semoga proposal ini dapat bermanfaat bagi penulis maupun bagi semua pihak yang berkepentingan lainnya.

Makassar, 28 Maret 2024

Penulis



DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN KEASLIAN	iii
SARI	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Manfaat Penelitian.....	2
1.5 Ruang Lingkup Penelitian	2
1.6 Letak dan Kesampaian Daerah	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Geologi Regional.....	4
2.1.1 Geomorfologi Regional	5
2.1.2 Stratigrafi Regional.....	6
2.1.3 Struktur Geologi Regional.....	7
2.2 Pengertian Air.....	8
2.2.1 Syarat Kualitas Air Minum.....	8
2.3 Geolistrik	10
Metode Geolistrik	12
Tujuan Geolistrik.....	13
Tipe Konfigurasi Geolistrik	14
Pengeboran	17



2.4.1	Metode Pengeboran	17
2.4.2	Tujuan Pengeboran	21
2.4.3	Tipe Pengeboran.....	25
BAB III METODE PENELITIAN		30
3.1	Metode Penelitian	30
3.2	Waktu Dan Lokasi Penelitian	30
3.2.1	Waktu Penelitian.....	30
3.2.2	Lokasi Penelitian	30
3.3	Variabel Penelitian	31
3.3.1	Alat Dan Bahan Penelitian	31
3.3.1.1	Geolistrik	31
3.3.1.2	Pengeboran	31
3.4	Tahapan Penelitian.....	32
3.4.1	Tahapan Persiapan	33
3.4.2	Tahapan Pengambilan Data Lapangan.....	33
3.4.2.1	Pengambilan Data Primer	33
3.4.2.2	Pengambilan Data Sekunder.....	34
3.4.3	Tahapan Pengolahan Data	35
3.4.3.1	Pengolahan Data Primer	35
3.4.3.2	Pengolahan Data Sekunder	36
3.4.4	Tahapan Penyusunan Laporan.....	36
3.5	Diagram Alir.....	37
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		38
4.1	Regional Daerah Penelitian	38
4.2	Analisis Akuifer Air Tanah	39
4.2.1	Analisis Data Resistivity 2D.....	39
4.2.1.1	Lokasi pengukuran geolistrik	41
4.2.2	Pengeboran Air Tanah	41
4.2.3	Logging Geofisika	43
4.3	Fluktasi Air Tanah Sumur Bor	44
4.3.1	<i>Pumping Test</i>	45
4.3.2	Uji Kambu Air.....	47
	Analisis Kualita Air Sumur Bor	49
	Parameter Yang Berhubungan Langsung Dengan Kesehatan.....	51
	Parameter Yang Tidak Berhubungan Langsung Dengan Kesehatan.....	52



BAB V PENUTUP.....

5.1 Kesimpulan.....

5.2 Saran

DAFTAR PUSTAKA



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1	Peta lokasi penelitian.....	3
Gambar 2	Peta Geologi regional Bone Bolango (T. Apandi & S. Bachri, 1997)	4
Gambar 3	Alat Resistivitas <i>S-Field</i> 16 Elektroda <i>Automatic Multichannel</i> .	11
Gambar 4	Pengukuran Geolistrik.....	11
Gambar 5	Pemasangan Elektroda	11
Gambar 6	Susunan Elektroda Konfigurasi Wenner (Loke & Barker, 1996)	15
Gambar 7	Konfigurasi Schlumberger; M & N elektroda potensial; A&B elektroda arus	15
Gambar 8	Pengaturan Elektroda Konfigurasi Wenner – Schlumberger	16
Gambar 9	Pengaturan Elektroda Konfigurasi Dipole-Dipole.....	17
Gambar 10	<i>Auger Drilling Rig</i>	18
Gambar 11	<i>Rotary Air Blasting Rig</i>	18
Gambar 12	<i>Aircore Rig</i>	19
Gambar 13	<i>Circe Circulate Rig</i>	20
Gambar 14	<i>Diamond Core Rig</i>	20
Gambar 15	<i>Blast Hole Rig</i>	21
Gambar 16	Mesin bor eksplorasi	22
Gambar 17	Pengeboran deliniasi	24
Gambar 18	Pengeboran eksploitasi	25
Gambar 19	<i>Top drive</i>	26
Gambar 20	<i>Spindle</i>	26
Gambar 21	<i>Rods</i>	27
Gambar 22	<i>Casing</i>	27
Gambar 23	<i>Corel Barrel</i>	28
Gambar 24	Mata Bor Eksplorasi.....	29
	25 Peta tunjuk lokasi penelitian.....	31
	26 Diagram alir metode penelitian	37
	27 Peta Geologi Regional Daerah Penelitian (Desa Bakti).....	38



Gambar 28	Peta lokasi pengeboran dan pengukuran geolistrik	39
Gambar 29	Penampang Geolistrik	39
Gambar 30	Pengukuran lintasan Geolistrik	41
Gambar 31	Hasil cutting pada kedalaman 0 – 56 m	42
Gambar 32	Hasil cutting pada kedalaman 56 – 90 m	42
Gambar 33	Hasil cutting pada kedalaman 90 – 100 m	43
Gambar 34	Kegiatan Pengeboran	43
Gambar 35	Kegiatan <i>Logging</i> Geofisika	44
Gambar 36	Hasil Pengukuran <i>Logging</i> Geofisika	44
Gambar 37	Kontruksi Pompa <i>Submersible</i>	45
Gambar 38	<i>Pumping Test</i>	46
Gambar 39	Grafik Kedalaman Muka Air	48



DAFTAR TABEL

Tabel 1	Parameter wajib kualitas air minum PERMENKES RI No. 492/Menkes / Per/ IV/ 2010	10
Tabel 2	Waktu Pengambilan dan Pengolahan Data Lapangan.....	30
Tabel 3	Nilai resistivitas batuan (Telford, dkk., 1990).	40
Tabel 4	Variasi resistivitas mineral (Telford et al., 1990: 285)	40
Tabel 5	Hasil uji pemompaan.....	47
Tabel 6	Interval Waktu Pengukuran Dan Pencatatan Muka Air Tanah....	47
Tabel 7	Hasil uji kumbu air	48
Tabel 8	Skema Pemompaan	49
Tabel 9	Hasil Analisis Air UPTD Instalasi Laboratorium Kualitas Air ...	50



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Hasil analisis kualitas air
Lampiran 2	Kontruksi sumur hasil <i>well logging</i>
Lampiran 3	Data Line
Lampiran 4	Data lapangan pengukuran geolistrik
Lampiran 5	Penampang geolistrik
Lampiran 6	Foto kegiatan lapangan
Lampiran 7	Peta titik lintasan geolistrik dan peta titik bor



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air merupakan komponen yang sangat penting bagi kehidupan makhluk hidup di bumi. Pertumbuhan penduduk, perkembangan infrastruktur, dan meningkatnya standar kehidupan yang menyebabkan kebutuhan akan air bersih terus meningkat hingga saat ini.

Air merupakan kebutuhan mutlak bagi kehidupan semua makhluk. Ketersediaan air juga menjadi prasyarat bagi kelangsungan peradaban suatu bangsa. Keberadaan air di bumi dan di atmosfer mengikuti siklus hidrologi yang sangat dinamis. Dinamika perubahan kondisi air di atmosfer, pada permukaan dan di dalam bumi wajib diamati, dicatat, dihimpun, serta diolah menjadi data dan informasi mengenai kondisi Hidrologi, Hidrometeorologi, dan Hidrogeologi (H3), diarsipkan secara tertib dan sistematis, serta diintegrasikan dengan pengelolaan jaringan data spasial nasional. (Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 88 Tahun 2012).

Salah satu usaha yang dapat dilakukan untuk mengatasi permasalahan ini adalah dengan melakukan pengeboran air bersih. Pengeboran air tanah adalah kegiatan membuat sumur bor air tanah yang dilaksanakan sesuai dengan pedoman teknis sebagai sarana eksplorasi, pengambilan, pemakaian dan pengusahaan, pemantauan, atau imbuhan air tanah. (PP 43 TAHUN 2008 Pasal 1 ayat 12)

Dalam hal membantu krisis air bersih bagi masyarakat khususnya di kabupaten Gorontalo, pihak PTTEP Indonesia bekerjasama dengan PT. Thalweg Nusantara dalam upaya melakukan pengeboran air bersih untuk meningkatkan kesejahteraan dan kebutuhan ekonomi masyarakat.

Oleh karena itu perlunya ada penelitian yang dilakukan dalam hal penyediaan air bersih bagi masyarakat yang terkena dampak krisis air bersih.

1.2 Rumusan Masalah



lapun rumusan masalah yang menjadi dasar untuk melakukan penelitian adalah:

Bagaimana ketersediaan air untuk kebutuhan sehari-hari masyarakat di

daerah penelitian.

2. Bagaimana proses penyediaan air bagi masyarakat di daerah penelitian

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian yang dilakukan pada daerah Desa Bakti, Kecamatan Pulubala, Kabupaten Gorontalo, Provinsi Gorontalo sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui kondisi dari akuifer sumur bor.
2. Untuk Flukturasi air sumur bor saat pemompaan.
3. Untuk Mengetahui debit maksimum dan minimum sumur bor.
4. Untuk mengetahui tingkat *recovery* air sumur bor.
5. Dapat mengetahui kualitas air sumur bor

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini bagi masyarakat adalah mendapatkan air bersih bagi kebutuhan sehari-hari. Sedangkan bagi peneliti adalah dapat mengetahui secara bidang ilmu pengetahuan tentang kuantitas dan kualitas air berdasarkan hasil analisis dari data geolistrik dan pengeboran pada Daerah Desa Bakti, Kecamatan Pulubala, Kabupaten Gorontalo, Provinsi Gorontalo.

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Mengingat begitu luasnya ruang lingkup pada penelitian ini, Maka penulis membatasi permasalahan tersebut pada “Studi Pengeboran Deep Well Menggunakan Interpretasi Data 2d Geolistrik Dan Mesin Bor Sistem Hidrolik Dalam Menentukan Kuantitas Serta Kualitas Air Daerah Desa Bakti, Kabupaten Gorontalo, Provinsi Gorontalo

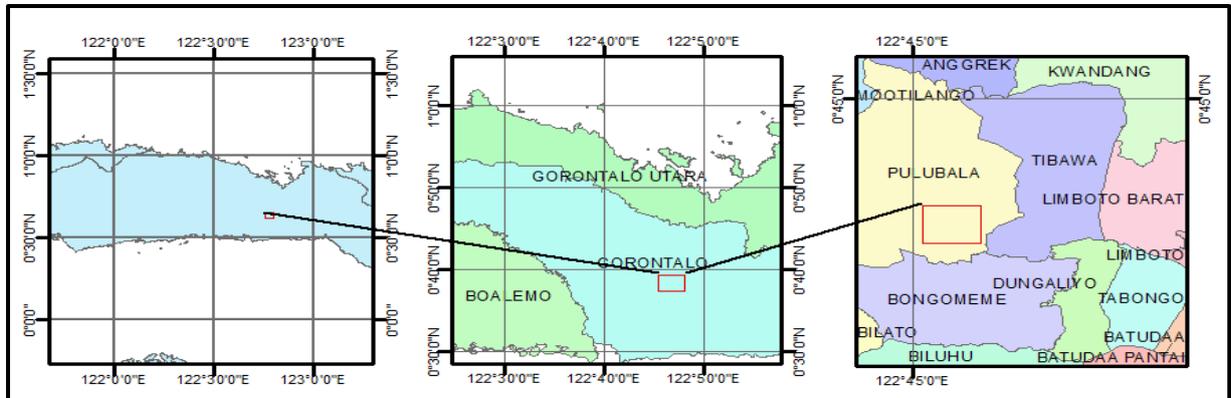
1.6 Letak dan Kesampaian Daerah

Secara administratif daerah penelitian terletak di Desa Bakti, Kecamatan Pulubala, Kabupaten Gorontalo, Provinsi Gorontalo yang terletak pada koordinat $0^{\circ}38'16,48''$ N - $122^{\circ}46'29''$ E (gambar 1). Perjalanan dapat di tempuh menggunakan



n laut, udara maupun darat dari kota Makassar menuju kota Gorontalo. Perapat ditempuh dengan menggunakan kendaraan udara sekitar 2 dan kenut sekitar 1 hari serta kendaraan darat di tempuh dalam waktu sekitar 2

hari perjalanan. Untuk perjalanan dari kota Gorontalo sekitar 1 jam menuju Desa Bakti dengan jarak sekitar 34 km.

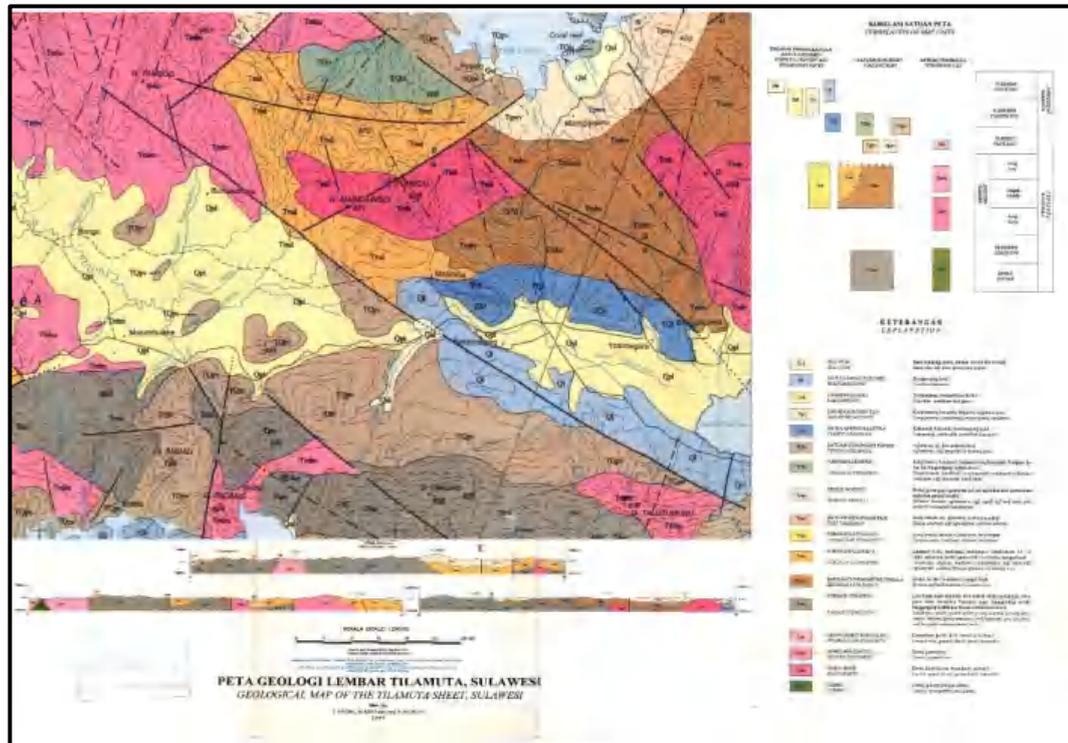


Gambar 1 Peta lokasi penelitian



BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Geologi Regional



Gambar 2 Peta Geologi regional Bone Bolango(Apandi & S. Bachry, 1997)

Geologi regional daerah penelitian berada pada Lengan Utara Sulawesi. Terdapat penunjaman di bagian utara Lengan Utara Sulawesi dan di bagian timur dan selatan Lengan Utara Sulawesi. Dua penunjaman ini yaitu penunjaman Laut Sulawesi dan Sangihe Timur berimplikasi pada terjadinya kegiatan magmatisme dan kegunungpian di Lengan Utara Sulawesi. Kegiatan magmatisme dan kegunungpian mengakibatkan terbentuknya batuan plutonik dan kerucut-kerucut vulkanik muda (Simanjuntak, 1986).

Daerah Gorontalo merupakan bagian dari jalur volkano-plutonik Sulawesi Utara yang dikuasai oleh batuan gunung api Eosen - Pliosen dan batuan terobosan.



akan batuan gunung api dan sedimen di daerah penelitian berlangsung menerus sejak Eosen - Miosen Awal sampai Kuartar, dengan lingkungan m sampai darat atau merupakan suatu runtunan regresif. Pada batuan

gunungapi umumnya dijumpai selingan batuan sedimen dan sebaliknya pada satuan batuan sedimen dijumpai selingan batuan gunung api, sehingga kedua batuan tersebut menunjukkan hubungan superposisi yang jelas. Fasies gunung api Formasi Tinombo diduga merupakan batuan ofiolit, sedangkan batuan gunung api yang lebih muda merupakan batuan busur kepulauan (Sompotan, 2012).

2.1.1 Geomorfologi Regional

Geomorfologi regional daerah penelitian terdapat tiga zona fisiografis utama yang ada di Gorontalo. Zona fisiografis yaitu pembagian bentangalam berdasarkan batuan dan struktur geologi. Tiga zona fisiografis tersebut menurut (Brahmantyo, 2009) yaitu Zona Pegunungan Utara Telongkabila-Boliohuto, Zona Dataran Interior Paguyaman-Limboto dan Zona Pegunungan Selatan Bone-Tilamuta-Modello. Zona Pegunungan Utara Tilongkabila Boliohuto yaitu zona yang umumnya terdiri dari formasi-formasi batuan gunung api berumur Miosen-Pliosen kira-kira 23 juta hingga 2 juta tahun yang lalu). Batuan yang terdapat pada zona ini umumnya terdiri dari batuan beku intermediet hingga asam dan batuan sedimenter yang bersumber dari gunungapi. Batuan beku intermediet hingga asam merupakan batuan-batuan intrusif yang terdiri dari diorit, granodiorit, dan beberapa granit. Sedangkan batuan sedimenter yang bersumber dari gunungapi terdiri dari lava, tuf, breksi, atau konglomerat. Zona Dataran Interior Paguyaman Limboto yang merupakan zona kedua adalah cekungan di tengah-tengah Provinsi Gorontalo. Dataran Interior Paguyaman - Limboto merupakan dataran yang cukup luas yang terbentang dari Lombongo sebelah timur Kota Gorontalo, menerus ke Danau Limboto, hingga Paguyaman, dan Botulantio di sebelah barat. Zona Dataran Interior Paguyaman-Limboto terletak antara pegunungan utara dan selatan sehingga terlihat dengan jelas sebagai pembagi antara kedua zona pegunungan tersebut. Dataran Interior Paguyaman – Limboto merupakan cekungan yang diduga dikontrol oleh struktur patahan normal. Zona ketiga adalah zona Pegunungan Selatan Bone-Tilamuta-Modello. Formasi batuan penyusun zona Pegunungan



latan Bone - Tilamuta - Modello umumnya terdiri dari formasi-formasi sedimenter gunungapi berumur Eosen-Oligosen (sekitar 50 juta hingga

30juta tahun yang lalu) dan intrusi-intrusi diorit, granodiorit, dan granit berumur Pliosen. Batuan gunungapi tua di Gorontalo umumnya terdiri dari lava basalt, lava andesit, breksi, batu pasir dan batu lanau, beberapa mengandung batu gamping yang termetamorfosis (Brahmantyo, 2009).

2.1.2 Statigrafi Regional

Beberapa Peneliti terdahulu sudah melakukan beberapa penelitian yang membahas stratigrafi regional daerah penelitian. Peneliti tersebut antara lain adalah T. Apandi & S. Bachri, 1997 mereka telah melakukan pemetaan geologi yang menghasilkan Peta Geologi Lembar Kotamobagu, Sulawesi Utara dengan Skala peta 1: 250.000.

Stratigrafi regional daerah penelitian mulai dari muda ke tua menurut Apandi dan Bachry (1997) ditempati Alluvium dan Endapan Pantai menduduki urutan paling muda. Batugamping Terumbu, Endapan Danau, Molas Celebes, Batuan Gunungapi Pinogu, Diorit Bone, Batuan Gunungapi Bilungala, dan Formasi Tinombo Fasies Sedimen adalah urutan batuan selanjutnya. Alluvium dan Endapan Pantai (Qal) terdiri dari pasir, lempung, lumpur, kerikil dan kerakal. Batugamping Terumbu (Ql) terdiri dari Batugamping terumbu terangkat dan batugamping klastik dengan komponen utama koral, setempat berlapis terutama di daerah pantai selatan.

Endapan Danau (Qpl) terdiri dari batugamping kelabu, setempat mengandung sisa tumbuhan dan lignit, batupasir berbutir halus sampai kasar, serta kerikil dijumpai di beberapa tempat. Molas Celebes (Qts) merupakan endapan pasca orogen yang terbentuk di cekungan – cekungan kecil, terdiri atas konglomerat, breksi serta batupasir, umumnya trmampatkan lemah. Satuan ini diduga berumur Pliosen – Plistosen.

Batuan Gunungapi Pinogu (TQpv) terdiri dari tuf, tuf lapilli, breksi dan lava. Satuan ini diperkirakan berumur Pliosen – Plistosen. Diorit Bone (Tmb) ini os Batuan Gunungapi Bilungala maupun Formasi Tinombo. Satuan ini ri diorite, diorite kuarsa, granodiorit dan granit. Satuan ini diperkirakan Miosen Akhir. Batuan Gunungapi Bilungala (Tmbv) terdiri dari breksi,



tuf dan lava bersusunan andesit, dasit dan riolit. Berdasarkan kandungan fosil dalam sisipan batugamping satuan ini berumur Miosen Bawah – Miosen Akhir.

Formasi Tinombo Fasies Sedimen (Tets) terdiri dari serpih dan batupasir dengan sisipan batugamping dan rijang. Umur formasi ini menurut Ratman (1976) dalam Apandi dan Bachry (1997) adalah Kapur Akhir sampai Eosen Awal dengan lingkungan pengendapannya adalah laut dalam.

2.1.3 Struktur Geologi Regional

Struktur geologi regional yang berkembang pada daerah penelitian berupa sesar dan lipatan. Sesar normal yang arahnya kurang beraturan, tetapi dibagian barat cenderung berarah timur – barat. Sesar mendatar berpasangan dengan arah UUB – SST (sesar menganan) dan UUT - SSB (sesar mengiri). Sesar mendatar terbesar adalah sesar Gorontalo yang didasarkan pada analisis kekar penyertanya menunjukkan pergeseran menganan. Selain itu dibebeberapa tempat ditemukan adanya lipatan. Berdasarkan pengukuran jurus dan kemiringan pada perselingan batuan gunungapi dan sedimen pada sungai Sogitia Kiki, Sungai Tombililato, maupun sungai Bilungala didapatkan perlipatan terbuka dengan kemiringan sayap sekitar 300 dan sumbu berarah hamper timur laut (Apandi dan Bachry, 1997).

Dilihat dari tektoniknya, daerah penelitian ini termasuk dalam lengan utara Sulawesi yang merupakan busur gunungapi yang terbentuk karena adanya tunjaman ganda, yaitu Lajur Tunjaman Sulawesi Utara disebelah utara lengan utara Sulawesi dan Lajur Tunjaman Sangihe Timur disebelah timur dan selatan lengan utara (Simanjuntak 1986).

Penunjaman ini mengakibatkan adanya kegiatan magmatisme dan kegunungapian yang menghasilkan batuan plutonik yang tersebar luas. Tunjaman Sulawesi utara diduga aktif sejak awal Tersier dan menghasilkan busur gunungapi Tersier yang terbentang dari sekitar Toli - toli sampai dekat Manado. Sedangkan Tunjaman Sangihe Timur diduga aktif sejak awal kuarter dan menghasilkan lajur gunungapi libagian Timur lengan utara Sulawesi dan menerus kearah barat daya unung Una - Una (Apandi dan Bachry, 1997)



2.2 Pengertian Air

Air merupakan kebutuhan mutlak bagi kehidupan semua makhluk. Ketersediaan air juga menjadi prasyarat bagi kelangsungan peradaban suatu bangsa. Keberadaan air di bumi dan di atmosfer mengikuti siklus hidrologi yang sangat dinamis. Dinamika perubahan kondisi air di atmosfer, pada permukaan dan di dalam bumi wajib diamati, dicatat, dihimpun, serta diolah menjadi data dan informasi mengenai kondisi Hidrologi, Hidrometeorologi, dan Hidrogeologi (H3), diarsipkan secara tertib dan sistematis, serta diintegrasikan dengan pengelolaan jaringan data spasial nasional. (Perpres No.88 Tahun 2012).

2.2.1 Syarat Kualitas Air Minum

Air minum adalah air yang melalui proses pengolahan atau tanpa proses pengolahan yang memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung diminum. Aspek kualitas yang paling sensitif adalah aspek bau, rasa, dan warna. Adapun persyaratan kualitas air minum dapat dilihat pada (table 1) Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 492/ Menkes / Per/ IV/ 2010)

Adapun Persyaratan yang dimaksud meliputi syarat fisik, kimia, biologis dan radiologis.

1. Syarat Fisik Secara fisik air bersih harus jernih, tidak berwarna, tidak berbau dan tidak berasa(tawar). Warna dipersyaratkan dalam air bersih untuk masyarakat karena pertimbangan estetika. Rasa asin, manis, pahit, asam dan sebagainya tidak boleh terdapat dalam air bersih untuk masyarakat. Bau yang bisa terdapat pada air adalah bau busuk, amis, dan sebagainya. Bau dan rasa biasanya terdapat bersama-sama dalam air. Suhu air sebaiknya sama dengan suhu udara atau kurang lebih 25°C. Sedangkan untuk jernih atau tidaknya air dikarenakan adanya butiran-butiran koloid dari bahan tanah liat. Semakin banyak mengandung koloid maka air semakin keruh.



2. Syarat Kimia Air bersih tidak boleh mengandung bahan-bahan kimia dalam jumlah yang melampaui batas. Secara kimia, air bersih tidak boleh terdapat zat-zat beracun, tidak boleh ada zat-zat yang dapat menimbulkan gangguan kesehatan, tidak mengandung zat-zat yang melebihi kadar tertentu sehingga

menimbulkan gangguan teknis, dan tidak boleh mengandung zat kimia tertentu sehingga dapat menimbulkan gangguan ekonomis. Salah satu peralatan kimia air bersih adalah kesediaan air untuk keperluan air minum dan masak hanya diperbolehkan dengan batasan kesadahan 50-150 mg/L. Kadar kesadahan diatas 300 mg/L sudah termasuk air sangat keras.

3. Syarat Bakteriologis Air bersih tidak boleh mengandung kuman-kuman patogen dan parasitik seperti kuman-kuman typhus, kolera, dysentri dan gastroenteris. Karena apabila bakteri patogen dijumpai pada air minum maka akan mengganggu kesehatan atau timbul penyakit. Untuk mengetahui adanya bakteri patogen dapat dilakukan dengan pengamatan terhadap ada tidaknya bakteri E. Coli yang merupakan bakteri indikator pencemaran air. Secara bakteriologis, total Coliform yang diperbolehkan pada air bersih yaitu 0 koloni per 100 ml air bersih. Air bersih yang mengandung golongan Coli lebih dari kadar tersebut dianggap terkontaminasi oleh kotoran manusia.

4. Syarat Radioaktif Air minum tidak boleh mengandung zat yang menghasilkan bahan-bahan yang mengandung radioaktif seperti sinar alfa, gamma, dan beta.



Tabel 1 Parameter wajib kualitas air minum PERMENKES RI No. 492/Menkes / Per/ IV/ 2010

NO	Jenis Parameter	Satuan	Kadar maksimum yang diperoleh
1	Parameter yang berhubungan langsung dengan kesehatan		
	a. Parameter Mikrobiologi		
	1) E.Coli	Jumlah per 100 ml sampel	0
	2) Total Bakteri Koliform	Jumlah per 100 ml sampel	0
	b. Kimia an - organik		
	1) Arsen	mg/1	0,01
	2) Flourida	mg/1	1,5
	3) Total Kromium	mg/1	0,05
	4) Kadmium	mg/1	0,003
	5) Nitrit (Sebagai NO ₂ ⁻)	mg/1	3
	6) Nitrat (Sebagai NO ₃ ⁻)	mg/1	50
	7) Sianida	mg/1	0,07
	8) Selenium	mg/1	0,01
	2	Parameter yang tidak langsung berhubungan dengan kesehatan	
a. Parameter Fisik			
1) Bau			Tidak berbau
2) Warna		TCU	15
3) Total zat padat terlarut (TDS)		mg/1	500
4) Kekeruhan		NTU	5
5) Rasa			Tidak berasa
6) Suhu		°C	Suhu udara ± 3
b. Parameter Kimiawi			
1) Aluminium		mg/1	0,2
2) Besi		mg/1	0,3
3) Kepadatan		mg/1	500
4) Klorida		mg/1	250
5) Mangan		mg/1	0,4
6) pH			6,5 - 8,5
7) Seng		mg/1	3
8) Sulfat		mg/1	250
9) Tembaga		mg/1	2
10) Amonia	mg/1	1,5	

2.3 Geolistrik

Geolistrik merupakan salah satu metode geofisika yang mempelajari sifat rik didalam dan bagaimana cara mendeteksinya di permukaan bumi. Ali-istrik yang mengalir didalam tanah yaitu melalui batuan-batuan dan sangat ihi oleh adanya air tanah dan garam yang terkandung didalam batuan serta



hadirnya mineral logam maupun panas yang tinggi. Dalam hal ini yang di ukur yaitu dalam pengukuran potensial, arus dan medan elektromagnetik yang terjadi baik secara alamiah maupun akibat injeksi arus ke dalam bumi.



Gambar 3 Alat Resistivitas S-Field 16 Elektroda *Automatic Multichannel*



Gambar 4 Pengukuran Geolistrik



Gambar 5 Pemasangan Elektroda



2.3.1 Metode Geolistrik

Ada beberapa macam metode geolistrik antara lain: metode potensial diri, arus telluric, magnetoteluric, elektromagnetik, IP (*Induced polarization*), resistivitas (tahanan jenis) dan sebagainya.

Metode geolistrik ini digunakan untuk memperkirakan sifat kelistrikan medium atau formasi bantuan bawah permukaan, terutama kemampuannya untuk menghantarkan atau menghambat listrik. Dengan adanya metode ini kita dapat memperkirakan sifat kelistrikan bantuan bawah permukaan tanah. Untuk dapat menerapkan metode geolistrik dengan sempurna, maka kita harus dapat mengetahui tata cara penggunaan metode geolistrik. Penggunaan metode geolistrik ini dengan menginjeksikan arus listrik di bawah permukaan tanah melalui dua buah elektroda arus listrik. Penggunaan metode geolistrik pertama kali dilakukan oleh Conrad Schlumberger pada tahun 1912.

Conrad Schlumberger merupakan peletak dasar baru dalam menggunakan aspek kelistrikan. Untuk menyelidiki keadaan geologi bawah permukaan, beliau menggunakan "*aspect dynamic*" dari arus listrik yang diinjeksikan kedalam bumi, serta mengamati akibat terhadap sifat kelistrikan batuan sekelilingnya. Beliau juga sudah membayangkan akibat dari suatu medan listrik terhadap media yang homogen dan membandingkan dengan media yang non homogen.

Geolistrik merupakan salah satu metode geofisika untuk mengetahui perubahan tahanan jenis lapisan batuan di bawah permukaan tanah dengan cara mengalirkan arus listrik DC (*Direct Current*) yang mempunyai tegangan tinggi ke dalam tanah. Injeksi arus listrik ini menggunakan 2 buah 'Elektroda Arus' A dan B yang ditancapkan ke dalam tanah dengan jarak tertentu. Semakin panjang jarak elektroda A dan B akan menyebabkan aliran arus listrik bisa menembus lapisan batuan lebih dalam. Dengan adanya aliran arus listrik tersebut maka akan menimbulkan tegangan listrik di dalam tanah. Tegangan listrik yang terjadi di permukaan tanah diukur dengan menggunakan multimeter yang terhubung melalui 2 buah 'Elektroda Tegangan' M dan N yang jaraknya lebih pendek dari pada jarak AB. Bila posisi jarak elektroda AB diubah menjadi lebih besar maka listrik yang terjadi pada elektroda MN ikut berubah sesuai dengan



informasi jenis batuan yang ikut terinjeksi arus listrik pada kedalaman yang lebih besar.

Metode geolistrik resistivitas merupakan metode geolistrik yang mempelajari sifat resistivitas (tahanan jenis) listrik dari lapisan batuan di dalam bumi (Hendrajaya dan Idam, 1990). Pada metode ini arus listrik diinjeksikan ke dalam bumi melalui dua buah elektroda arus dan dilakukan pengukuran beda potensial melalui dua buah elektroda potensial. Dari hasil pengukuran arus dan beda potensial listrik akan dapat dihitung variasi harga resistivitas pada lapisan permukaan bumi di bawah titik ukur (*Sounding point*) (Apparao, 1997).

2.3.2 Tujuan Geolistrik

Tujuan dari geolistrik itu sendiri yaitu agar dapat mengetahui karakteristik lapisan batuan bawah permukaan sampai kedalaman sekitar 300 m sangat berguna untuk mengetahui kemungkinan adanya lapisan akifer yaitu lapisan batuan yang merupakan lapisan pembawa air. Umumnya yang dicari adalah lapisan akifer yang diapit oleh lapisan batuan kedap air (misalnya lapisan lempung) pada bagian bawah dan bagian atas. ‘*Confined*’ akifer ini mempunyai ‘*recharge*’ yang relatif jauh, sehingga:

1. Eksplorasi Batubara

Salah satu metoda geofisika yang dapat digunakan untuk memperkirakan keberadaan dan ketebalan batu bara di bawah permukaan adalah metoda geolistrik tahanan jenis. Metoda geolistrik dapat mendeteksi lapisan batu bara pada posisi miring, tegak dan sejajar bidang perlapisan di bawah permukaan akibat perbedaan resistansi perlapisan batuan yang satu dengan yang lain, karena pada umumnya batu bara memiliki harga resistansi tertentu.

2. Eksplorasi Geothermal

Dalam eksplorasi panas bumi digunakan metode geolistrik tahanan jenis untuk memetakan harga tahanan jenis batuan di daerah penelitian dalam rangka menentukan daerah konduktif yang merupakan batas reservoir sistem panas bumi.

un yang dilakukan dengan cara profiling untuk memperoleh gambaran erah prospek panas bumi.



3. Eksplorasi Mineral

Dalam eksplorasi mineral digunakan metode geolistrik polarisasi terimbas. Mengenai polarisasi yang terjadi pada batuan dan tanah adalah melingkupi penyebaran atau difusi ion-ion menuju mineral-mineral logam dan pergerakan ion-ion didalam *pore-filling* elektrolit. Yang menjadi efek utama atau mekanisme utama yang terjadi dalam suatu proses polarisasi adalah polarisasi elektroda atau *electrode polarization* dan polarisasi membrane atau *membrane polarization*.

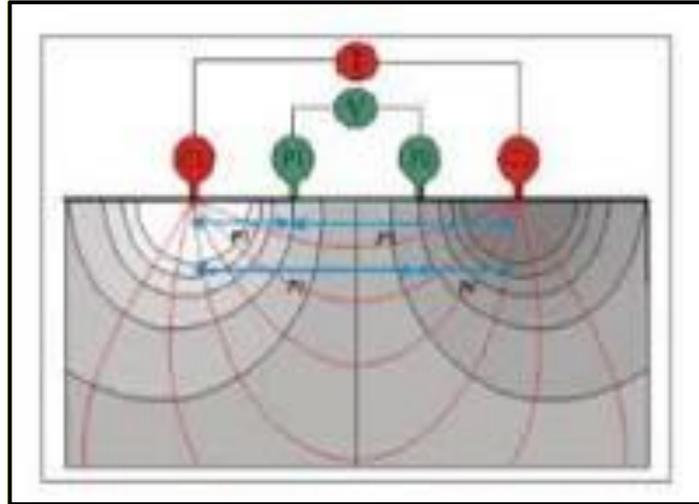
2.3.3 Tipe Konfigurasi Geolistrik

Metode geolistrik terdiri dari beberapa konfigurasi, misalnya yang ke 4 buah elektrodanya terletak dalam satu garis lurus dengan posisi elektroda AB dan MN yang simetris terhadap titik pusat pada kedua sisi yaitu konfigurasi Wenner dan Schlumberger. Metode geolistrik konfigurasi Schlumberger merupakan metode favorit yang banyak digunakan untuk mengetahui karakteristik lapisan batuan bawah permukaan dengan biaya survei yang relatif murah.

1. Konfigurasi *Wenner*

Keunggulan dari konfigurasi *Wenner* ini adalah ketelitian pembacaan tegangan pada elektroda MN lebih baik dengan angka yang relatif besar karena elektroda MN yang relatif dekat dengan elektroda AB. Disini bisa digunakan alat ukur multimeter dengan impedansi yang relatif lebih kecil. Sedangkan kelemahannya adalah tidak bisa mendeteksi homogenitas batuan di dekat permukaan yang bisa berpengaruh terhadap hasil perhitungan. Data yang didapat dari cara konfigurasi *Wenner*, sangat sulit untuk menghilangkan faktor non homogenitas batuan, sehingga hasil perhitungan menjadi kurang akurat (gambar 6).

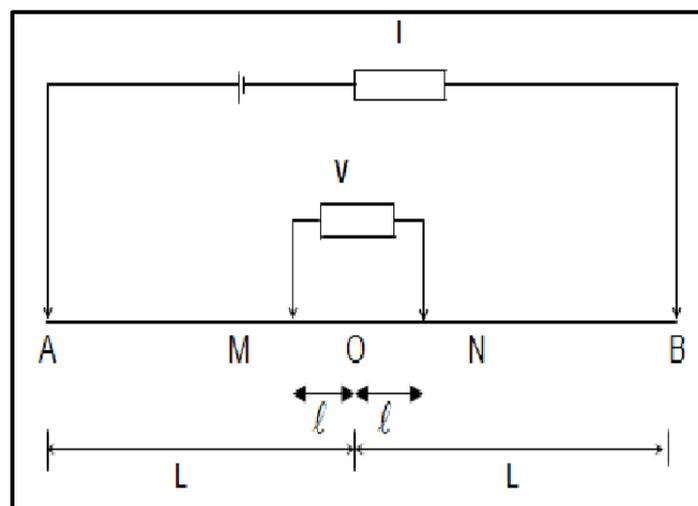




Gambar 6 Susunan Elektroda Konfigurasi Wenner (Loke & Barker, 1996)

1. Konfigurasi *Schlumberger*

Pada konfigurasi *Schlumberger* idealnya jarak MN dibuat sekecil-kecilnya, sehingga jarak MN secara teoritis tidak berubah. Tetapi karena keterbatasan kepekaan alat ukur, ketika jarak AB sudah relatif besar maka jarak MN hendaknya dirubah. Perubahan jarak MN hendaknya tidak lebih besar dari $1/5$ jarak AB (gambar7)



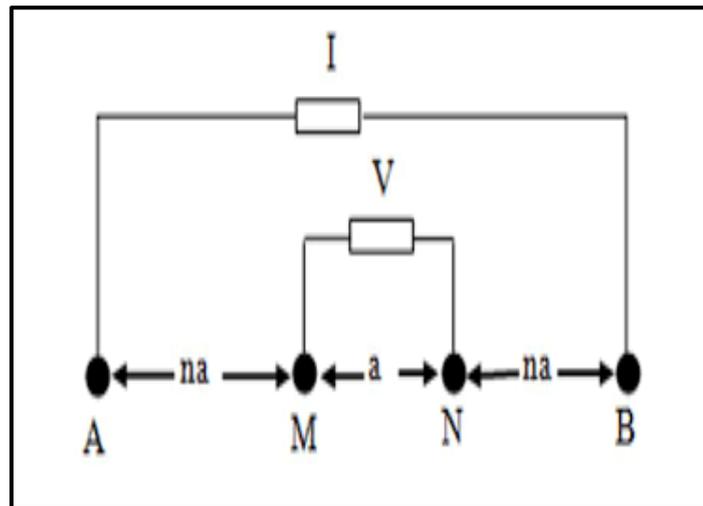
Gambar 7 Konfigurasi Schlumberger; M & N elektroda potensial; A&B elektroda arus



onfigurasi *Wenner-Schlumberger*

onfigurasi ini merupakan perpaduan dari konfigurasi *Wenner* dan konfigurasi *Schlumberger*. Pada pengukuran dengan faktor spasi (n) = 1, konfigurasi

Wenner-Schlumberger sama dengan pengukuran pada konfigurasi Wenner (jarak antar elektrode = a), namun pada pengukuran dengan $n = 2$ dan seterusnya, konfigurasi *Wenner-Schlumberger* sama dengan konfigurasi *Schlumberger* (jarak antara elektrode arus dan elektrode potensial lebih besar dari pada jarak antar elektrode potensial). (gambar 8)

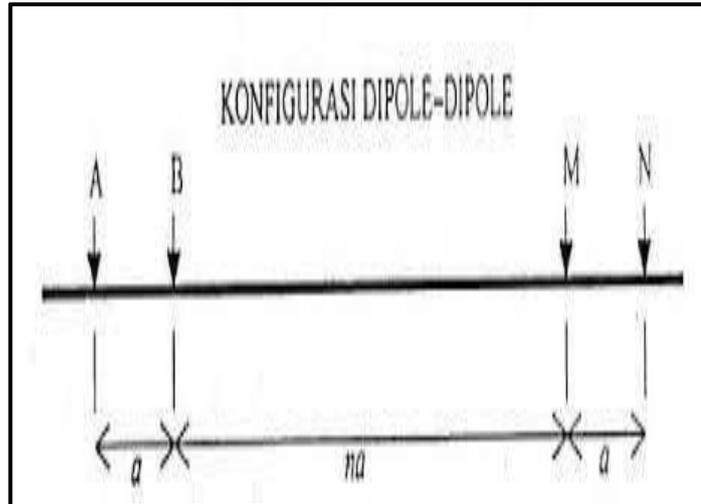


Gambar 8 Pengaturan Elektroda Konfigurasi Wenner – Schlumberger

3. Konfigurasi *Dipole-Dipole*

Pada konfigurasi *Dipole-dipole*, dua elektrode arus dan dua elektrode potensial ditempatkan terpisah dengan jarak na , sedangkan spasi masing-masing elektrode a . Pengukuran dilakukan dengan memindahkan elektrode potensial pada suatu penampang dengan elektrode arus tetap, kemudian pemindahan elektrode arus pada spasi n berikutnya diikuti oleh pemindahan elektrode potensial sepanjang lintasan seterusnya hingga pengukuran elektrode arus pada titik terakhir di lintasan itu (gambar 9).





Gambar 9 Pengaturan Elektroda Konfigurasi Dipole-Dipole

2.4 Pengeboran

Pemboran Kegiatan pemboran adalah salah satu kegiatan penting dalam sebuah industri pertambangan salah satunya mineral logam (emas dan tembaga). Pemboran adalah salah satu metode yang digunakan dalam suatu proses eksplorasi pertambangan yang memberikan informasi data keadaan bawah tanah melalui garis lubang pemboran.

2.4.1 Metode Pengeboran

Metode pemboran biasanya dilakukan untuk pembersihan pecahan materil tak terkonsolidasi dari bawah mata bor, sehingga pengeboran dapat terus berlangsung. Metode pengeboran umumnya terbagi 6 bagian antara lain:

1. *Auger Drilling*

Pengeboran ini adalah jenis paling sederhana. Cara kerjanya dengan melibatkan rotasi manual sekrup heliks ke tanah. Pengerjaan ini bisa dilakukan dua orang. Walaupun terkadang pengeboran bisa dengan kendaraan. Jenis pengeboran ini spesifik sebagai teknik pengintaian geokimia awal. Yang mana memakai tanah

h lembut agar mudah menemukan tempat pemasangan bor yang lebih be-
 rbar 10)





Gambar 10 *Auger Drilling Rig*

2. *Rotary Air Blasting*

Rotary Air Blasting adalah metode pengeboran dangkal yang paling umum. Cara kerja *rotary air blasting* yaitu piston menggerakkan objek “palu”, lalu menggerakkan mata bor ke dalam batu. Tujuannya untuk memecah permukaan keras menjadi serpihan, sehingga bisa diangkat ke permukaan lewat udara terkompresi. Metode ini cocok untuk mengebor banyak lubang dalam waktu singkat. Tidak disarankan untuk sampel geologis karena mengalami *airblasting*. (gambar 11)



Gambar 11 *Rotary Air Blasting Rig*



3. *Aircore*

Metode pengeboran ini menggunakan mata bor tiga blade dengan batang bor berlubang. Fungsi dari bor berlubang untuk menembus tanah dan memecah batuan. Selesai pengeboran, udara terkompresi diledakan dengan batang bor. Nantinya potongan material dapat terbawa ke permukaan. Metode ini lebih lambat dari Rotary Air Blasting, namun lebih presisi. Dengan demikian, sampel yang diperoleh tidak terlalu rentan kontaminasi. (gambar 12)

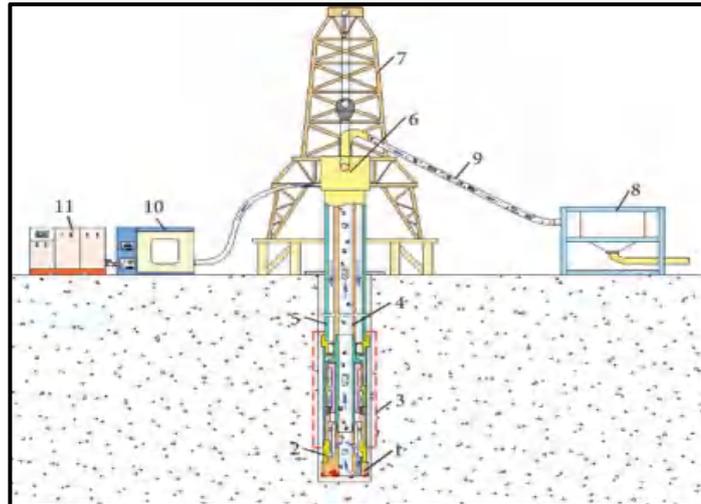


Gambar 12 *Aircore Rig*

4. *Circe Circulate Drilling*

Metode pengeboran ini adalah yang terbaik untuk eksplorasi tambang. Cara kerjanya mirip dengan *rotary air blasting* dan *aircore drilling*. Mulanya, benda mirip “palu” digerakan oleh piston untuk menggerakkan mata bor, namun memakai rig dan mesin yang lebih besar. Keuntungannya yaitu mampu mengebor tanah lebih dalam. Pengeboran ini sangat ideal untuk eksplorasi geologi. Sebab, sampel yang dihasilkan bebas kontaminan. Keuntungan lainnya dari 19 teknik pengeboran ini adalah penanganan lebih sedikit, hemat biaya, dan lebih cepat selesai. (gambar 13)





Gambar 13 *Circe Circulate Rig*

5. *Diamond Core Drilling*

Metode pengeboran ini memakai berlian sebagai mata bor. Dengan begitu, metode pengeboran ini terbilang pengeboran paling mahal. Pengeboran dengan mata bor berlian mampu menghasilkan sampel batuan seakurat mungkin. Hal ini karena seluruh inti dapat terangkat ke permukaan. Dengan begitu sampel dari pengeboran ini cocok untuk pencatatan kekuatan, komposisi, dan porositas.



Gambar 14 *Diamond Core Rig*



last Hole Drilling

Terakhir, metode pengeboran ini untuk membersihkan tanah supaya ineral di bawahnya mudah diakses. Hal ini melibatkan pengeboran lubang

ke dalam bumi. Sebab, ada peledak yang ditempatkan pada tiap-tiap lubang. Setelah diledakan, mulai membersihkan material yang rusak. Apabila pengeboran terjadi di bawah tanah, maka terowongan atau tempat ledakan dibentengi demi keamanan manusia. Untuk alternatif bahan ledakan, kembang api peledak bertekanan gas bisa digunakan untuk mengganti batu saat penggalian. (gambar 15)



Gambar 15 Blast Hole Rig

2.4.2 Tujuan Pengeboran

Tujuan pemboran secara umum adalah:

1. Untuk mengetahui/mempelajari data/informasi geologi (batuan, stratigrafi, struktur, mineralisasi).
2. Eksplorasi mineral dan batubara
3. Kontrol pertambangan
4. Keperluan perhitungan cadangan
5. Ventilasi tambang
6. Geoteknik
7. Untuk persiapan eksploitasi bahan tambang
8. Sebagai sarana untuk eksplorasi dengan metode lain (geofisika)



ijau dari jenisnya maka tujuan pengeboran terbagi 3 antarlain:

1. Pengeboran Eksplorasi

Tujuan utama dari pemboran eksplorasi adalah pengambilan dan merekam data geologi yang tembus alat bor. Data ini berupa rekaman cacatan hasil pengamatan pada pemboran eksplorasi dari contoh batuan (*core*) yang diambil. Khususnya sifat atau ciri batuan (litologi) serta gejala geologi lainnya. Hal yang perlu diperhatikan dalam pemboran untuk eksplorasi adalah lokasi mineralisasi yang ekonomis, merupakan prosedur terpenting dan termahal untuk pembuktian dari semua data, prediksi dan target pada saat eksplorasi, sehingga pemboran merupakan hal yang sangat penting dalam sebuah kegiatan eksplorasi. (gambar 16)

Tujuan pengeboran eksplorasi ini adalah untuk membuktikan ada tidaknya suatu cekungan mengandung minyak dan atau gas bumi. Pada permulaan pengeboran ini, data-data pengeboran yang akurat belum tersedia sehingga memerlukan perencanaan yang tepat dengan memperhitungkan kemungkinan-kemungkinan masalah yang terjadi selama proses operasi pengeboran. Selain itu diperlukan pengamatan yang teliti selama proses pengeboran dilakukan karena kedalaman lapisan batuan yang memiliki sifat-sifat batuan berbeda yang ditembus oleh mata bor belum diketahui, data-data sifat-sifat batuan yang diamati perlu dicatat sesuai kedalamannya. Pada kenyataannya kedalaman akhir (target) yang dituju dalam pengeboran masih berubah, hal ini bisa diamati pada data serbuk bor serta data logging. Oleh karenanya konstruksi sumur yang meliputi desain casing, penyemenan, lumpur, bit dan material lainnya menyebabkan biaya pengeboran lebih mahal.





Gambar 16 Mesin bor eksplorasi

2. Pengeboran Deliniasi

Jenis pengeboran ini bertujuan untuk mengetahui penyebaran reservoir, mencari batas-batas, serta ketebalan reservoir. Pada pengeboran ini sudah ada data sumur dari hasil data-data pengeboran yang dilakukan pada pengeboran eksplorasi sehingga biaya pengeboran dan konstruksi sumur sudah dapat diperhitungkan secara relatif.

Untuk menentukan batas-batas suatu reservoir maka dilakukan beberapa pengeboran dengan jarak-jarak tertentu dari sumur yang pertama. Pengeboran sumur yang kedua diharapkan menembus zona minyak dengan ketebalan yang sangat tipis, dan zona air yang tebal. Hal ini dapat dikatakan sebagai batas reservoir minyak. Namun bila pengeboran menembus zona minyak yang tebal seperti pengeboran pada sumur ketiga yang masih menembus minyak yang tebal dan ketebalan air yang cukup berarti maka hal ini tidak dapat dijadikan sebagai batasan reservoir. Untuk itu perlu dilakukan pengeboran yang keempat pada jarak tertentu dari sumur yang kedua.

Ternyata sumur ke empat tidak menemukan minyak, hanya menemukan air yang tebal. Sehingga batas minyak dan air adalah antara sumur ketiga dan empat. Untuk menentukan batas-batas reservoir minyak adalah berdasarkan balan minyak dari setiap sumur yang dibor. Selanjutnya berdasarkan



ketebalan-ketebalan minyak dari setiap sumur dibuat peta isopach yang digunakan untuk menghitung volume batuan yang mengandung minyak. (gambar 17)



Gambar 17 Pengeboran deliniasi

3. Pengeboran Eksploitasi

Pengeboran ini bertujuan untuk meningkatkan pengurasan terhadap reservoir produksi sekaligus meningkatkan produksi. Pengeboran sumur eksploitasi memerlukan biaya jauh lebih murah karena data-data sumur sudah lengkap seperti kedalaman dan ketebalan reservoir, jenis dan sifat batuan yang ditembus mata bor dan lain-lain. Sumur eksplorasi dapat diubah fungsinya menjadi sumur eksploitasi dengan catatan sumur eksplorasi tersebut bernilai ekonomis untuk diproduksi. Sumur-sumur yang memproduksi minyak disebut juga dengan sumur produksi. Jadi sumur eksploitasi yang berhasil, juga merupakan sumur produksi.(gambar 18)





Gambar 18 Pengeboran eksploitasi

2.4.3 Tipe Pengeboran

Salah satu tipe pengeboran dapat diaplikasikan pada rentang ukuran lubang bor dengan menggunakan mesin bor system hidrolik. Pada mesin bor-hidrolik, pembebanan pada mata bor terutama diatur oleh sistem Hyrolik yang terdapat pada unit mesin bor, disamping beban yang berasal dari berat stang bor dan mata bor. Cara kerja dari jenis mesin bor ini adalah mengkombinasikan tekanan hydrolik, stang bor dan putaran mata bor di atas formasi batuan. Formasi batuan yang tergerus akan terbawa oleh fluida bor ke permukaan melalui rongga anulus atau melalui rongga stang bor yang bergantung pada sistem sirkulasi fluida bor yang digunakan.

Adapun contoh mesin bor-hyrolik adalah:

1. *Top drive*

Unit pemutar pada jenis ini bergerak turun naik pada menara, tenaganya berasal dari unit transmisi hydrolik yang digerakkan oleh pompa. Penetrainya dapat berlangsung sepanjang stang bor yang dipakai (umumnya sepanjang 3,6m - 9m) mempunyai kinerja yang paling baik. (gambar 19)





Gambar 19 Top drive

2. Spindle

Pada jenis ini pemutarannya bersifat statis, kemajuan pemboran sangat dipengaruhi oleh panjang *spindle* (umumnya antara 60 m – 100 m), dan tekanan hidrolik yang dibutuhkan. (gambar 20)



Gambar 20 Spindle



3. *Rods*

Pipa banyak digunakan pada bagian-bagian alat pemboran atau aktivitas konstruksi sumur. Tujuan dari rangkaian pipa pemboran adalah meneruskan atau mentransmit tenaga mekanik, *Hydrolik Power* dan *Weight On Bit*. (gambar 21)



Gambar 21 *Rods*

4. *Casing*

Casing adalah pipa yang digunakan untuk mempertahankan lubang bor tetap terbuka (tidak runtuh/*collapse*) setelah tahap pemboran atau pada konstruksi sumur air dan minyak. Disamping itu casing juga digunakan untuk melindungi peralatan pemboran dari gangguan-gangguan. (gambar 22)



Gambar 22 *Casing*



5. Corel barrel

Corel barrel adalah pipa yang digunakan untuk membungkus inti (*core*) dari kegiatan pemboran putar. Dengan *core barrel* maka inti bor akan dapat dibawa ke permukaan sehingga bisa dilakukan pengamatan dan analisis yang jauh lebih baik dari pada *cutting*. Pembahasan mengenai core barrel selanjutnya akan dijelaskan secara detil pada bagian tipe pemboran putar. (gambar 23)



Gambar 23 Corel Barrel

6. Mata bor

Mata bor merupakan salah satu komponen dalam pemboran yang digunakan khususnya sebagai alat pembuat lubang (hole making tool). Gaya yang berkerja pada bit agar bit dapat bekerja sesuai dengan yang diharapkan secara garis besar terbagi atas dua mcam yaitu gaya dorong (tekan) dan gaya putar. Gaya putar dapt dihasilkan pada mekanisme pemboran putar (rotary drilling) dengan bantuan mesin putar mekanik yang dapat memutar bit (setelah ditransmisikan oleh stang bor) dan dengan bantuan gaya dorong statik yang secara tidak langsung turut menunjang gaya-gaya tersebut di atas misalnya berat dari stang bor dan berat rig. (gambar 24)





Gambar 24 Mata Bor Eksplorasi

