

Nama Rumpun Ilmu : Teknik Sipil

**LAPORAN AKHIR
PENELITIAN PRODUK VOKASI**



**Analisis Potensi dan Desain Proteksi Air Tanah
Kota Makassar**

TIM PENGUSUL

SUGIARTO, ST. MT. PhD./0014088109

HASDARYATMIN DJUFRI, ST.MT./ 0008058105

ZULVYAH FAISAL, ST.MT./ 0029117607

ANDI MUHAMMAD AKMAL RAKIB/41219028

ACHMAD RAIHAN TAMRIN/41219027

Dibiayai oleh Direktorat Jenderal Pendidikan Vokasi Kementerian

Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi

Nomor Kontrak: 087/SPK/D4/PPK.01.APTV/VI/2022

Tanggal 20 Juni 2022

**D3 TEKNIK KONSTRUKSI GEDUNG
JURUSAN TEKNIK SIPIL
POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG
NOVEMBER 2022**

**HALAMAN PENGESAHAN
PENELITIAN PRODUK VOKASI**

Judul Penelitian : Analisis Potensi dan Desain Proteksi Air Tanah Kota Makassar

Kode>Nama Rumpun Ilmu : 421/ Teknik Sipil

Ketua Peneliti:

a. Nama Lengkap : Sugiarto, ST., MT., Ph.D.
b. NIDN : 0014088109
c. Jabatan Fungsional : Lektor Kepala
d. Jurusan/Program Studi : Teknik Sipil/Teknik Kostruksi Gedung
e. Nomor HP : 082291300808
f. Alamat surel (e-mail) : sugibadaruddin@poliupg.ac.id

Anggota Peneliti (1)

a. Nama Lengkap : Hasdaryatmin Djufri, ST. MT.
b. NIDN : 0008058105
c. Jurusan/Program Studi : Teknik Sipil/Jasa Konstruksi

Anggota Peneliti (2)

a. Nama Lengkap : Zulvyah Faisal, ST. MT.
b. NIDN : 0029117607
c. Jurusan/Program Studi : Teknik Sipil/Teknik Kostruksi Sipil

Mahasiswa Yang dilibatkan :

1. Nama/NIM : Andi Muhammad Akmal Raqib/41219028
2. Nama/NIM : Achmad Raihan Tamrin /41219027

Lama Penelitian : 1 Tahun

Biaya Penelitian : Rp.126.657.000

Makassar, 10 November 2022



Dr. Andi Muhammad Subhan S., ST, M.T
NIP 19670530 199703 1 001

Ketua Peneliti

Sugiarto, S.T., M.T., Ph.D.
NIP 19810814 200812 1 003



Dr. Ir. Sultan, S.T., M.T., Ph.D
NIP 19641231 199103 1 002



Dr. Ir. Firman, M.T.
NIP 19641231 199103 1 028

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	.....	i
HALAMAN PENGESAHAN	.....	ii
DAFTAR ISI	.....	iii
RINGKASAN	.....	iv
BAB I PENDAHULUAN		
1.1. Latar Belakang	.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	.....	2
1.3. Tujuan Khusus Penelitian	.....	2
1.4. Urgensi Penelitian	.....	2
1.5. Target Luaran	.....	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA		
2.1. Siklus Hidrologi.....	.....	3
2.2. Akuifer.....	.....	4
2.3. Roadmap Penelitian	.....	6
BAB III METODE PENELITIAN		
3.1. Tahapan-Tahapan Penelitian	.....	9
3.2. Bagan Alir/Rancangan Penelitian	.....	11
3.3. Fishbone Diagram	.....	14
3.4. Teknik Pengumpulan Data	.....	14
3.5. Jadwal.....	.....	19
BAB IV HASIL DAN KEMAJUAN PENELITIAN		
4.1. Gambaran Umum Daerah Peneltian.....	.....	22
4.2. Data Geologi dan Hidrogeologi.....	.....	23
4.3. Pelaksanaan Pumping Test dan Survey Geolistrik.....	.....	24
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	.....	31
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN-LAMPIRAN		

RINGKASAN

Dalam beberapa dekade terakhir, air tanah telah mengambil peranan penting dalam menyediakan air bersih di Kota Makassar. Kota Makassar adalah kota metropolitan terbesar pertama setelah kota-kota metropolitan di luar Pula Jawa dan Sumatera. Akibat kurang optimalnya infrastruktur distribusi air bersih dari perusahaan air minum setempat menyebabkan banyak dari penduduk, pelaku industri, dan komersil menggunakan air tanah sebagai sumber air bersih alternatif. Akan tetapi sangat kurang informasi mengenai potensi air tanah yang tersedia sehingga Kota Makassar menjadi sangat rentan terhadap pencemaran air tanah dari intrusi air laut dan penurunan permukaan tanah akibat penggunaan air tanah yang berlebihan. Tujuan: Penelitian ini berlangsung selama tiga tahun. Pada tahun pertama dilakukan analisis potensi air tanah untuk mengetahui kemampuan optimum akuifer dalam menyediakan air tanah di Kota Makassar. Hal ini sekaligus sebagai pengembangan dari penelitian-penelitian sebelumnya. Pada tahun kedua, dilakukan pemetaan potensi air tanah dan identifikasi pola aliran air tanah secara regional di Kota Makassar dengan menggunakan data dari tahun pertama dan tahun kedua. Pada tahun ketiga dilakukan pengembangan hasil penelitian dari tahun pertama dan tahun kedua menjadi desain pola perlindungan air tanah untuk Kota Makassar. Tingkat Kesiapterapan Teknologi (TKT) yang ingin dicapai dalam usulan penelitian ini selama tiga tahun adalah mulai TKT level empat hingga level enam.

Metode: Metode tahun pertama penelitian ini adalah menggunakan pengukuran langsung di lapangan dengan menggunakan metode tes pemompaan (pumping test) pada sumur-sumur pengamatan (piezometric well) dan metode resistivitas. Pengukuran dilakukan di 14 kecamatan yang ada di Kota Makassar dengan minimal masing-masing 1 lokasi di setiap kecamatan; 2) Metode penelitian tahun kedua adalah untuk pemetaan potensi air tanah menggunakan software ArcGIS dan untuk identifikasi pola aliran air tanah menggunakan software MODFLOW. Data stratigrafi tanah secara detail diperoleh dengan menggunakan metode Cone Penetration Test (CPT) dan Standar Penetration Test (SPT); 3) Metode penelitian tahun ketiga adalah menggunakan software SEAWAT untuk mendesain pola perlindungan air tanah terhadap intrusi air laut yaitu dengan mendapatkan nilai maksimum debit pemompaan yang dapat dilakukan tanpa menyebabkan terjadinya intrusi air laut dan software MODFLOW untuk mendapatkan debit optimum pemompaan untuk mencegah terjadinya penurunan muka air tanah yang berlebihan.

Luaran: Luaran tahun pertama yaitu feasibility study, hak cipta berupa HKI dokumen/data base hasil pengukuran dan analisis potensi air tanah dan luaran tambahan berupa jurnal internasional bereputasi yaitu Hydrological Research Letter. Luaran tahun kedua yaitu hak cipta berupa peta potensi dan pola aliran air tanah dan luaran tambahan berupa jurnal internasional bereputasi yaitu Water Supply. Luaran tahun ketiga yaitu hak cipta berupa dokumen desain pola perlindungan air tanah dan luaran tambahan berupa jurnal internasional bereputasi (Groundwater for Sustainable Development).

Kata Kunci: Potensi air tanah; Sumur pengamatan; Pemetaan; Perlindungan air tanah.

BAB I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kota Makassar merupakan salah satu kota metropolitan yang berbatasan langsung dengan laut Sulawesi. Kota ini merupakan wilayah pesisir dengan perkembangan yang pesat ditandai dengan bertambahnya perumahan, hotel, dan industri. Sejalan dengan pertumbuhan ekonomi, pertumbuhan penduduk juga terus meningkat dan dari hasil sensus penduduk diketahui bahwa jumlah penduduk Kota Makassar pada tahun 2020 adalah sebesar 1.42 juta jiwa [1].

Sekitar 72 persen penduduk Makassar memiliki akses air bersih dari Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Makassar, akan tetapi umumnya penduduk, pelaku industry dan komersial juga menggunakan air tanah sebagai sumber air bersih tambahan [2]. Air bersih PDAM berasal dari sungai Lekopancing dan Jeneberang. Suplai dari Sungai Lekopancing sangat terbatas pada musim kemarau sehingga membutuhkan tambahan suplai dari Sungai Jeneberang. Akan tetapi sejak terjadinya runtuhnya Gunung Bawakaraeng, air dari sungai Jeneberang menjadi sangat keruh sehingga menyebabkan tingginya biaya untuk pengolahan air bersih [3].

Semakin bertambahnya jumlah penduduk dan pertumbuhan ekonomi menjadikan kebutuhan air bersih di Kota Makassar terus meningkat, baik air untuk kebutuhan sehari-hari maupun untuk kebutuhan industri dan pertanian. Untuk memenuhi kebutuhan air bersih tersebut, semakin banyak penduduk yang mengandalkan air tanah. Penggunaan air tanah semakin intensif dilakukan oleh masyarakat juga disebabkan oleh kurang optimalnya PDAM setempat [2]. Akan tetapi sedikit sekali informasi yang tersedia mengenai ketersediaan air tanah dan berapa lama air tanah dapat memenuhi kebutuhan tersebut. Eksploitasi air tanah yang terus berlangsung dan semakin meningkat dari waktu ke waktu diduga telah mengakibatkan terjadinya intrusi air laut pada akuifer di daerah pantai Kota Makassar khususnya Kecamatan Ujung Pandang dan Kecamatan Wajo. Hal ini ditunjukkan dengan semakin bertambahnya sumur penduduk yang berubah menjadi payau [4]. Adanya pengambilan air tanah yang banyak dan melampaui jumlah rata-rata dapat menyebabkan penurunan permukaan air tanah secara terus-menerus dan mengurangi potensi air tanah di dalam akuifer. Hal ini akan memicu terjadinya dampak negatif, seperti intrusi air laut, penurunan kualitas air tanah, dan penurunan permukaan tanah [5].

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas maka dapat diambil rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana potensi air tanah di Kota Makassar berdasarkan pengukuran lapangan?
2. Bagaimana memetakan potensi air tanah Kota Makassar dengan menggunakan sistem informasi geografis?
3. Bagaimana jenis akuifer dan pola aliran air tanah regional di Kota Makassar?

1.3. Tujuan Khusus Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Menghasilkan informasi mengenai potensi air tanah di Kota Makassar berdasarkan pengukuran lapangan.
2. Menghasilkan peta potensi air tanah Kota Makassar dengan menggunakan sistem informasi geografis.
3. Menghasilkan informasi jenis akuifer dan pola aliran air tanah regional di Kota Makassar.
4. Sebagai salah satu sumber informasi untuk merumuskan kebijakan dalam memanfaatkan hasil identifikasi air tanah di Kota Makassar.

1.4. Urgensi Penelitian

Dari sisi urgensi penelitian, untuk mencegah dan mengatasi terjadinya kerusakan sumber daya air, analisis potensi dan identifikasi pola aliran air tanah di Kota Makassar sangat dibutuhkan untuk mengetahui secara jelas tentang ketersediaan air tanah di dalam akuifer berikut dengan karakteristik pengalirannya. Hal ini sangat penting dilakukan untuk menjadi dasar dalam menetapkan aturan penggunaan air tanah, yaitu dalam bentuk manajemen pengelolaan sumber daya air, yang seyogyanya dilakukan oleh pemerintah terkait. Hal ini sekaligus menjadi kunci dalam mendesain pola perlindungan air tanah dari kegiatan eksploitasi yang berlebihan dan pencemaran intrusi air laut, agar pemanfaatan sumber daya air tanah di Kota Makassar dapat berlangsung secara baik dan berkelanjutan.

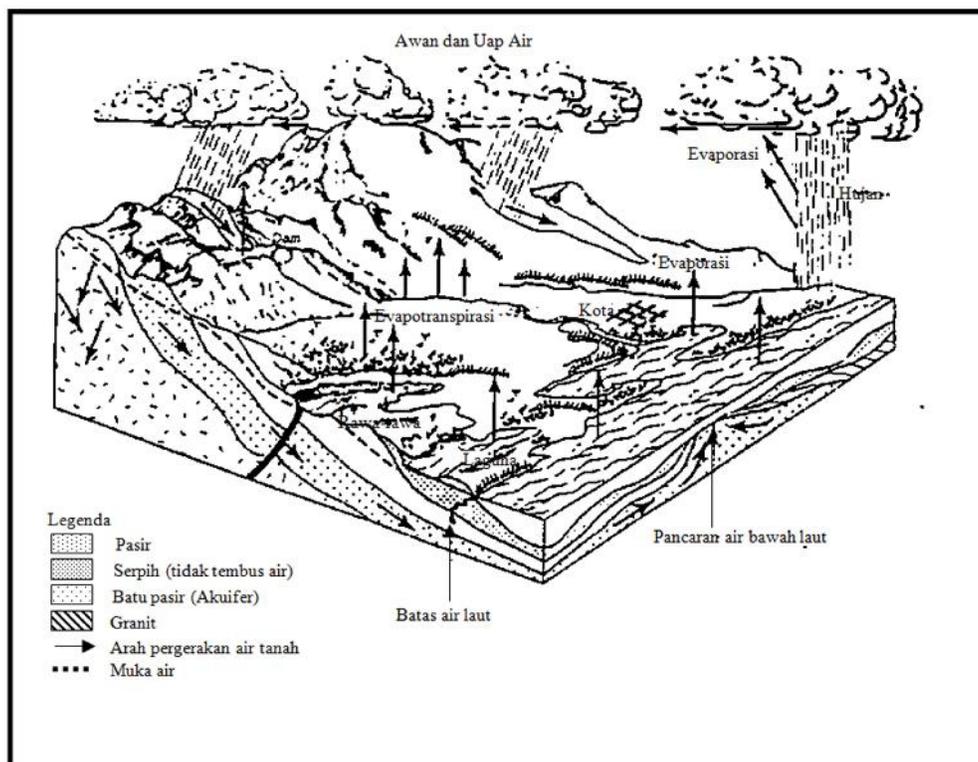
1.5. Target Luaran

Target luaran yang diharapkan dari penelitian ini adalah di tahun pertama yaitu feasibility study, hak cipta berupa HKI dokumen/data base hasil pengukuran dan analisis potensi air tanah dan luaran tambahan berupa jurnal internasional bereputasi yaitu Hydrological Research Letter. Luaran tahun kedua yaitu hak cipta berupa peta potensi dan pola aliran air tanah dan luaran tambahan berupa jurnal internasional bereputasi yaitu Water Supply. Luaran tahun ketiga yaitu hak cipta berupa dokumen desain pola perlindungan air tanah dan luaran tambahan berupa jurnal internasional bereputasi (Groundwater for Sustainable Development).

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Siklus Hidrologi

Siklus hidrologi merupakan konsep dasar tentang keseimbangan air secara global. Dalam proses siklus hidrologi terjadi peristiwa berantai antara penguapan dan pengembunan [6]. Pada proses pengembunan dihasilkan hujan yang turun ke bumi dan selanjutnya berkumpul dalam bentuk aliran-aliran yang mengarah ke laut. Air hujan yang turun sebagian diserap oleh tanah, sebagian diserap oleh tumbuhan, dan sebagian lagi mengalir di atas permukaan tanah (limpasan). Air yang diserap oleh tanah (infiltrasi) selanjutnya akan mengalami perkolasi dan seterusnya akan menjadi sumber pengisian air tanah di dalam akuifer [7]. Radiasi sinar matahari menjadi penyebab terjadinya proses penguapan, baik itu penguapan yang berasal dari air permukaan, air tanah, maupun yang berasal dari tumbuh-tumbuhan. Untuk lebih jelasnya, proses dari siklus hidrologi dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Siklus hidrologi (Kodoatie, 1996).

2.2. Akuifer

Air tanah dalam eksistensinya mengalir di dalam akuifer. Akuifer sebagai medium pengaliran dibentuk oleh tanah atau batuan yang dapat dilewati air atau berpori yang terletak di antara lapisan tanah lainnya [8]. Selain istilah akuifer, dikenal pula istilah lain yaitu aquiclude (lapisan yang tidak dapat dilewati air) dan Aquitard (lapisan yang semi impervious). Aquiclude adalah suatu lapisan, formasi atau kelompok formasi satuan geologi yang tidak tembus air dengan nilai konduktivitas hidrolis yang sangat kecil sehingga tidak memungkinkan air melewatinya. Dapat dikatakan juga merupakan lapisan batas atas dan bawah suatu akuifer terkekang. Aquitard adalah suatu lapisan formasi atau kelompok formasi satuan geologi yang tembus air dengan nilai konduktivitas hidrolis yang kecil namun masih memungkinkan air melewati lapisan ini, walaupun dengan gerakan yang lambat. Dapat dikatakan juga merupakan lapisan pembatas atas dan bawah suatu akuifer semi terkekang.

Umumnya akuifer memiliki konduktivitas hidrolis yang besar seperti pada pasir atau kerikil yang tidak teratur, sedimen batuan yang tembus air misalnya batu pasir dan batu kapur, ataupun batuan vulkanis yang merekah, sedang aquitard biasanya dibentuk oleh lempung atau serpih [9]. Dalam [10], akuifer air tanah diklasifikasikan dalam lima jenis yaitu :

a. Akuifer terkekang

Merupakan akuifer yang jenuh air yang dibatasi oleh lapisan atas dan bawahnya merupakan aquiclude dan tekanan airnya lebih besar dari tekanan atmosfer, pada lapisan pembatasnya tidak ada air yang mengalir.

b. Akuifer semi terkekang

Merupakan akuifer yang jenuh air yang dibatasi oleh lapisan atas berupa aquitard dan lapisan bawahnya merupakan aquiclude. Pada lapisan pembatas di bagian atasnya karena bersifat aquitard masih ada air yang mengalir ke akuifer tersebut walaupun konduktivitas hidrolisnya jauh lebih kecil dibandingkan konduktivitas hidrolis akuifer. Tekanan air pada akuifer lebih besar dari tekanan atmosfer.

c. Akuifer tidak terkekang

Merupakan akuifer jenuh air. Lapisan pembatasnya yang merupakan aquitard hanya pada bagian bawahnya dan tidak ada pembatas aquitard di lapisan atasnya, batas di lapisan atas berupa muka air tanah. Dengan kata lain merupakan akuifer yang mempunyai muka air tanah.

d. Akuifer semi tidak terkekang

Merupakan akuifer yang jenuh air yang dibatasi hanya lapisan bawahnya yang merupakan aquitard. Pada bagian atasnya ada lapisan pembatas yang mempunyai konduktivitas hidrolis yang lebih kecil dari pada konduktivitas hidrolis dari akuifer. Akuifer ini juga mempunyai muka air tanah yang terletak pada lapisan pembatas tersebut.

e. Akuifer artesis

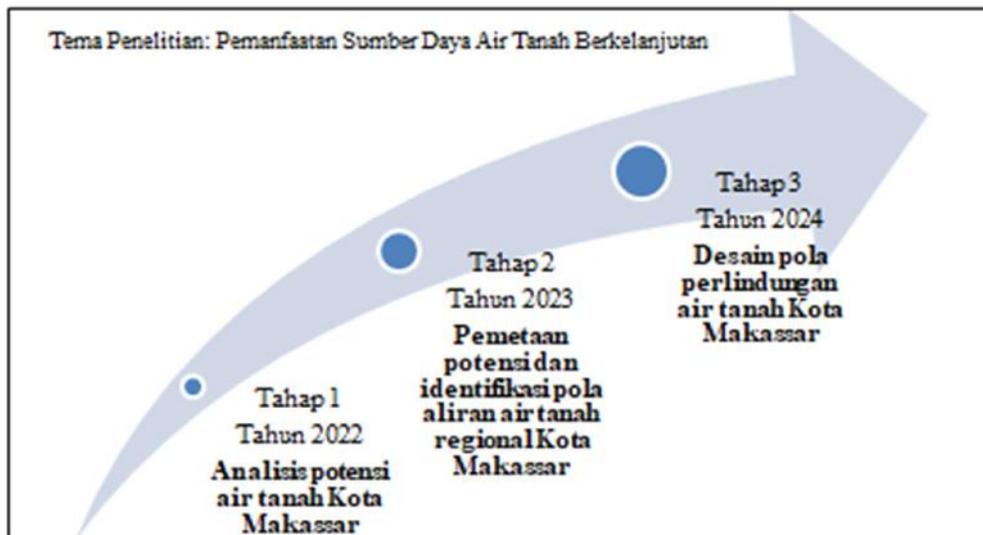
Merupakan akuifer terkekang yang ketinggian hidrolisnya lebih tinggi dari pada muka tanah. Oleh karena itu apabila pada akuifer ini dilakukan pengeboran, maka akan timbul pancaran air, karena air yang keluar dari pengeboran ini berusaha mencapai ketinggian hidrolis tersebut.

Secara ideal, eksploitasi air tanah tidak boleh dilakukan secara berlebihan dan harus mempertimbangkan keseimbangan, sehingga tidak menimbulkan dampak negatif bagi lingkungan sekitar seperti intrusi air laut, pencemaran akuifer, dan penurunan muka tanah (land subsidence). Pengambilan air tanah cukup tinggi dan melampaui jumlah rata-rata penambahannya akan menyebabkan penurunan muka air tanah terus-menerus dan pengurangan potensi air tanah di dalam akifer. Hal ini akan memicu terjadinya dampak negatif seperti instrusi air laut, penurunan kualitas air tanah, dan penurunan tanah [11]. Dalam mengidentifikasi potensi dan kerusakan air tanah, ada beberapa metode yang telah dilakukan oleh para ilmuwan dan praktisi, yaitu diantaranya dengan menggunakan metode pumping test dan metode resistivitas [12].

Penurunan muka air tanah yang berlebihan di beberapa wilayah akan mengakibatkan pembuatan sumur pompa menjadi mahal dan tidak menghasilkan air. Masalah lain yang kemungkinan dapat terjadi lebih lanjut yakni apabila terjadi peningkatan salinitas sehingga mengakibatkan kualitas air tanah menurun [5]. Adanya peningkatan salinitas akan mengakibatkan air tanah menjadi tidak layak untuk air minum dan sumber irigasi bagi tanaman. Terlebih jika metode pendistribusian air tidak memadai dan penggunaan air di lahan tidak efisien, maka akan makin banyak air irigasi yang hilang melalui evaporasi. Kerusakan vegetasi penutup lahan juga dapat merusak struktur fisik dan kimia tanah, sehingga mengakibatkan air sulit meresap dan mengisi kembali (recharge) akuifer air tanah. Untuk saat ini, strategi pemanfaatan air tanah dapat dilakukan melalui beberapa tahapan yang antara lain melalui perizinan, pengawasan, pengendalian, dan konservasi air tanah [13] (Morgan et al., 2015).

2.3. Roadmap Penelitian

Fokus riset yang dikembangkan oleh peneliti dalam hal ini disesuaikan dengan buku RIRN 2017-2045, yaitu berfokus pada **riset Kebencanaan**. Berdasarkan konsep dalam RIRN 2017-2045, sangat ditekankan pentingnya peningkatan kapasitas untuk menurunkan indeks risiko bencana, terutama pada wilayah pusat-pusat pertumbuhan. Kemampuan untuk mengatasi bencana sebagaimana digariskan dalam RPJMN (Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional) ini sejalan dengan upaya mencapai sasaran Sustainable Development Goals (SDGs) di tingkat global untuk pembangunan berkelanjutan dan ekonomi secara keseluruhan. Sebagai salah satu upaya penanggulangan bencana, dukungan ilmu pengetahuan dan teknologi dalam keseluruhan fase bencana, baik di fase pra-bencana sebagai pencegahan dan kesiapsiagaan, pada saat tanggap darurat bencana, maupun dalam fase pasca-bencana adalah mutlak dan hal ini pun berlaku untuk perlindungan sumber daya air tanah yang apabila mengalami kerusakan, akan sangat berdampak pada kesejahteraan masyarakat yang tentu akan mengganggu program pembangunan dan ekonomi yang berkelanjutan. Untuk mendukung konsep ini, maka dibuat peta jalan (**road map**) penelitian sebagai berikut:



1. Mengidentifikasi hasil penelitian terdahulu yang berhubungan dengan tema penelitian.
2. Menentukan lokasi penelitian dan batas administrasi wilayah Kota Makassar
3. Menganalisis potensi air tanah dari hasil tes pemompaan (pumping test) pada sumur pengamatan eksisting.
4. Menganalisis potensi air tanah dari hasil pengukuran resistivitas (geolistrik).

1. Memetakan kontur permukaan Kota Makassar dengan menggunakan data DEM.
2. Menentukan lokasi dan pengurusan ijin pembuatan sumur pengamatan.
3. Mengidentifikasi stratigrafi tanah dan kedalaman muka air tanah dengan menggunakan metode SPT dan CPT.
4. Menentukan kedalaman muka air tanah sesaat pada sumur pengamatan.
5. Memetakan potensi air tanah dengan menggunakan ArcGIS.
6. Mensimulasikan aliran air tanah dengan menggunakan MODFLOW.

1. Mengidentifikasi data sekunder penggunaan air tanah Kota Makassar.
2. Mengukur kualitas air pada sumur pengamatan di Kota Makassar
3. Mendesain pola perlindungan air tanah terhadap pemompaan yang berlebihan (over eksploitasi).
4. Mendesain pola perlindungan air tanah terhadap intrusi air laut.

Gambar 2. Peta Jalan (Road Map) Penelitian

BAB III. METODE PENELITIAN

3.1. Tahapan-Tahapan Penelitian

Penelitian ini adalah penelitian lanjutan dari penelitian-penelitian sebelumnya yang menyimpulkan bahwa terjadi peningkatan penggunaan air tanah di Kota Makassar pada 10 tahun terakhir dan ada indikasi yang menunjukkan terjadinya penggunaan air tanah yang berlebihan (*over-extraction*) dan menyebabkan terjadinya penurunan muka air tanah dan pencemaran air tanah dari intrusai air laut. Hal ini dapat menyebabkan kerusakan sumber daya air tanah yang fatal karena kualitas air tanah akan menurun akibat tercemar air laut dan juga dapat menyebabkan terjadinya kekosongan pori-pori tanah yang berujung pada penurunan permukaan tanah.

Penelitian ini akan dilaksanakan selama 3 (tiga) tahun di 14 Kecamatan pada wilayah Kota Makassar. Pada tahun pertama akan dilakukan analisis potensi air tanah di wilayah Kota Makassar dengan menggunakan metode resistivitas dan pemompaan. Luaran tahun pertama yaitu berupa hak cipta untuk data base potensi air tanah Kota Makassar dan berupa jurnal internasional bereputasi yaitu *Water Supply*. Pada tahun kedua dilakukan pemetaan potensi dan identifikasi pola aliran air tanah regional Kota Makassar dengan menggunakan teknik SIG dan pemodelan numerik. Luaran tahun kedua yaitu berupa hak cipta untuk peta potensi air tanah Kota Makassar dan pola aliran regional air tanah Kota Makassar dan berupa jurnal internasional bereputasi yaitu *Water Supply*. Pada tahun ketiga dilakukan desain pola perlindungan air tanah Kota Makassar terhadap pemompaan yang berlebihan dan intrusi air laut. Luaran tahun ketiga yaitu hak cipta berupa dokumen desain pola perlindungan air tanah dan berupa jurnal internasional bereputasi primer yaitu *Groundwater for Sustainable Development*.

Tabel 1 di bawah memperlihatkan tahapan yang akan dilakukan mulai dari tahun pertama hingga tahun ketiga serta tahapan dari penyiapan bahan dan alat hingga Jurnal Internasional bereputasi.

Tabel 1. Tahapan/Bagan Penelitian

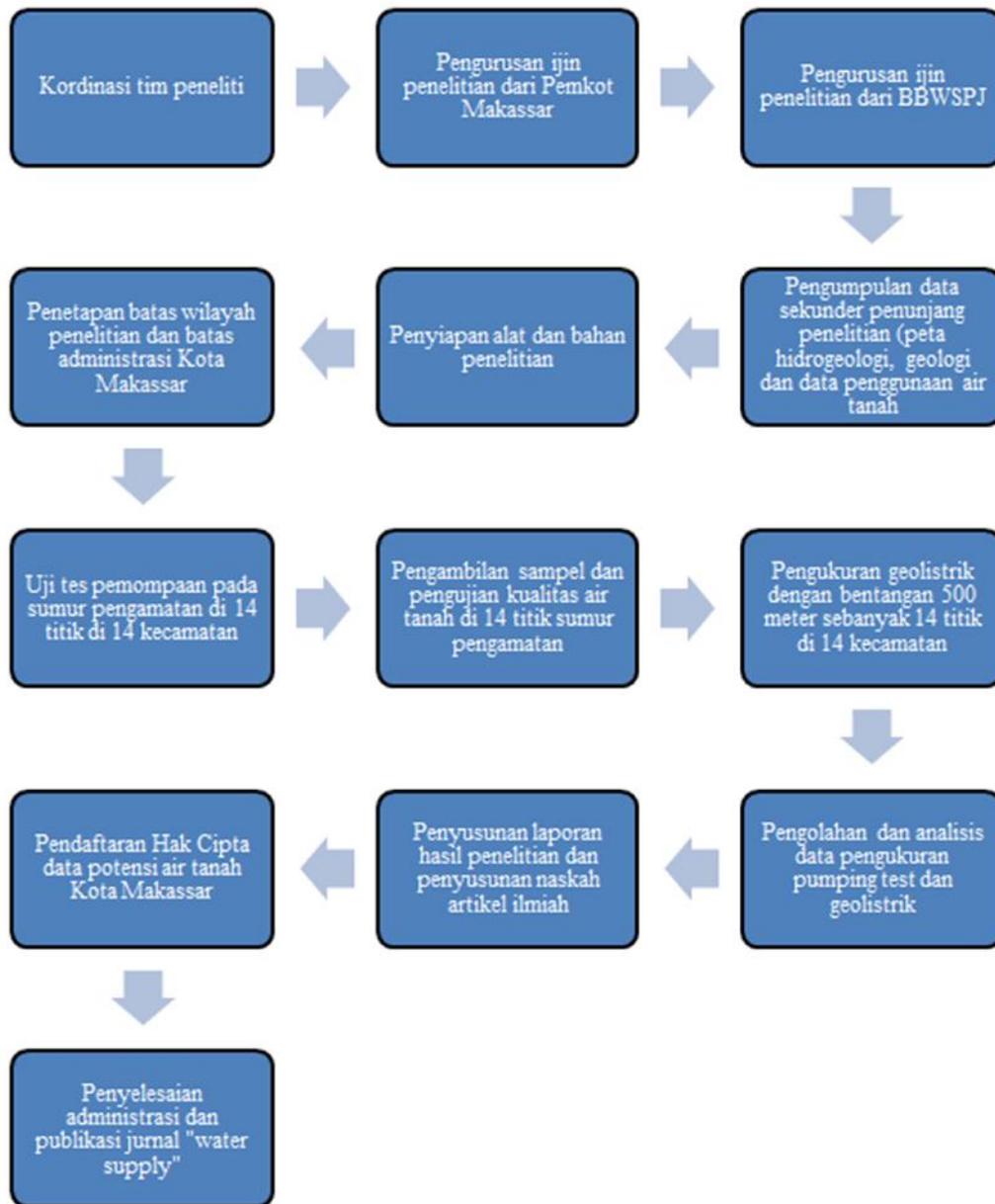
No	Tahapan	Luaran dan Tempat	Indikator Capaian
I. Tahapan yang akan dilaksanakan pada Tahun I			
1.	Pengurusan ijin penelitian	Surat ijin penelitian dari Pemerintah Kota Makassar dan Balai Besar Wilayah Sungai Pompengan dan Jeneberang	Tersedianya surat ijin penelitian
2.	Pengumpulan data sekunder dari penelitian terdahulu yang berhubungan dengan tema penelitian	Data sekunder (peta hidrogeologi, peta geologi, dan data penggunaan air tanah), Instansi terkait dan Database penelitian	Tersedianya data sekunder yang berhubungan dengan tema penelitian
3.	Persiapan alat dan bahan Penelitian	Alat dan Bahan, PNUP	Tersedianya alat dan bahan penelitiannya
4.	Penentuan batas wilayah penelitian dan batas administrasi Kota Makassar	Batas wilayah penelitian dan batas administrasi Kota Makassar, PNUP	Tersedianya batas wilayah penelitian dan batas administrasi Kota Makassar
5.	Pengujian pemompaan (pumping test) pada sumur pengamatan di 14 titik di 14 kecamatan	Data hasil pengujian, Makassar	Tersedianya data hasil uji pemompaan
6.	Pengambilan sampel dan pengujian kualitas air tanah sebanyak 14 sampel	Data hasil pengujian, Makassar	Tersedianya data hasil uji kualitas air
7.	Pengukuran Geolistrik dengan Metode Schlumberger dengan bentangan 500 meter sebanyak 14 titik	Data hasil pengukuran geolistrik, Makassar	Tersedianya data hasil pengukuran geolistrik
8.	Pengolahan dan analisis data	Hasil olahan dan analisis data, PNUP	Tersedianya hasil olahan dan analisis data.
9.	Penyusunan laporan penelitian	Laporan penelitian siap diseminarkan, PNUP	Tersedianya laporan penelitian.
10.	Pendaftaran HKI data potensi air tanah Kota Makassar	Data potensi air tanah, PNUP	Diperolehnya HKI data potensi air tanah
11.	Seminar nasional/internasional	Naskah seminar	Diseminarkan
12.	Jurnal internasional bereputasi	Artikel ilmiah	Accepted
II. Tahapan yang akan dilaksanakan pada Tahun II			
1.	Penentuan lokasi dan pengurusan ijin pembuatan sumur pengamatan	Data lokasi dan surat ijin pembuatan sumur pengamatan, Instansi terkait (Pemerintah Kota Makassar dan Balai Besar Wilayah Sungai Pompengan dan Jeneberang)	Tersedianya data lokasi dan surat ijin pembuatan sumur pengamatan
2.	Pengumpulan data Digital Elevation Model (DEM) Kota Makassar	Data DEM, Makassar	Tersedianya data DEM Kota Makassar
3.	Pemetaan kontur permukaan Kota Makassar	Peta kontur permukaan Kota Makassar, PNUP	Tersedianya peta kontur permukaan Kota Makassar
4.	Pengujian CPT/SPT untuk penentuan stratigrafi tanah dan type akuifer	Hasil pengujian CPT/SPT, Makassar	Tersedianya hasil pengujian CPT/SPT
5.	Pengukuran muka air tanah sesaat pada sumur pengamatan	Hasil pengukuran muka air tanah sesaat, Makassar	Tersedianya hasil pengukuran muka air tanah sesaat.
6.	Pengolahan dan analisis data	Hasil olahan dan analisis data,	Tersedianya hasil

Tabel 1. Lanjutan Tahapan/Bagan Penelitian

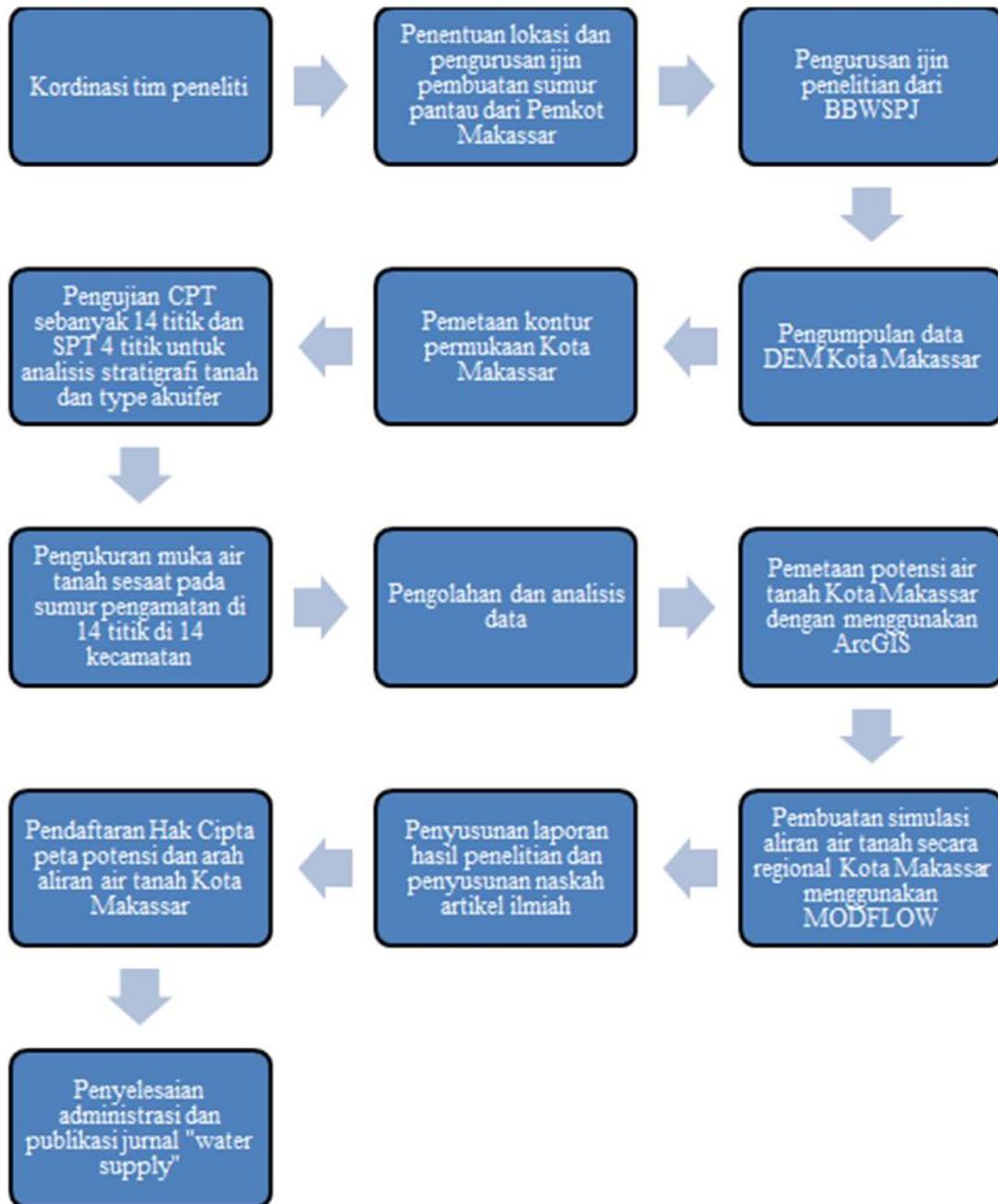
		PNUP	olahan dan analisis data.
7.	Pemetaan potensi air tanah dengan menggunakan ArcGIS	Peta potensi air tanah, Makassar	Tersedianya peta potensi air tanah Kota Makassar
8.	Pembuatan simulasi aliran air tanah secara regional Kota Makassar dengan menggunakan software MODFLOW.	Hasil simulasi arah aliran air tanah regional Kota Makassar, PNUP	Tersedianya hasil simulasi arah aliran air tanah regional Kota Makassar
9.	Penyusunan laporan penelitian	Laporan penelitian siap diseminarkan, PNUP	Tersedianya laporan penelitian.
10.	Pendaftaran HKI peta potensi dan arah aliran air tanah Kota Makassar	Peta potensi dan arah aliran air tanah Kota Makassar, PNUP	Diperolehnya HKI peta potensi dan arah aliran air tanah Kota Makassar
11.	Seminar nasional/internasional	Naskah seminar	Diseminarkan
12.	Jurnal internasional bereputasi	Artikel ilmiah	Accepted
III. Tahapan yang akan dilaksanakan pada Tahun III			
1.	Pengumpulan data sekunder penggunaan dan imbuhan (recharge) air tanah Kota Makassar	Data sekunder penggunaan dan imbuhan air tanah Kota Makassar, Pemerintah Kota Makassar dan Balai Besar Wilayah Sungai Pompengan dan Jeneberang	Tersedianya data sekunder penggunaan dan imbuhan air tanah Kota Makassar.
2.	Pengukuran salinitas air tanah pada sumur pengamatan di sepanjang garis pantai Kota Makassar	Data salinitas air tanah di sepanjang pantai Kota Makassar, Makassar	Tersedianya data salinitas air tanah di sepanjang pantai Kota Makassar
3.	Pengolahan dan analisis data	Hasil olahan dan analisis data, PNUP	Tersedianya hasil olahan dan analisis data.
4.	Pembuatan simulasi air tanah terhadap skenario aktivitas pemompaan air tanah di Kota Makassar dengan menggunakan software MODFLOW	Hasil simulasi air tanah terhadap skenario aktivitas pemompaan air tanah, PNUP	Tersedianya hasil simulasi air tanah terhadap aktivitas pemompaan air tanah Kota Makassar
5.	Pembuatan simulasi intrusi air laut di sepanjang garis pantai Kota Makassar dengan menggunakan software SEAWAT	Hasil simulasi intrusi air laut disepanjang garis pantai Kota Makassar, PNUP	Tersedianya hasil simulasi intrusi air laut disepanjang garis pantai Kota Makassar
6.	Pembuatan desain perlindungan air tanah terhadap aktivitas pemompaan yang berlebihan.	Hasil desain perlindungan air tanah terhadap aktivitas pemompaan yang berlebihan, PNUP	Tersedianya Hasil desain perlindungan air tanah terhadap aktivitas pemompaan yang berlebihan
7.	Pembuatan desain perlindungan air tanah terhadap intrusi air laut.	Hasil desain perlindungan air tanah terhadap intrusi air laut, PNUP	Tersedianya hasil desain perlindungan air tanah terhadap intrusi air laut
8.	Penyusunan laporan penelitian	Laporan penelitian siap diseminarkan, PNUP	Tersedianya laporan penelitian.
9.	Pendaftaran HKI desain perlindungan air tanah Kota Makassar	Desain perlindungan air tanah Kota Makassar, PNUP	Diperolehnya HKI desain perlindungan air tanah Kota Makassar
10.	Seminar nasional/internasional	Naskah seminar	Diseminarkan
11.	Jurnal internasional bereputasi	Artikel ilmiah	Accepted

3.2. Bagan Alir/Rancangan Penelitian

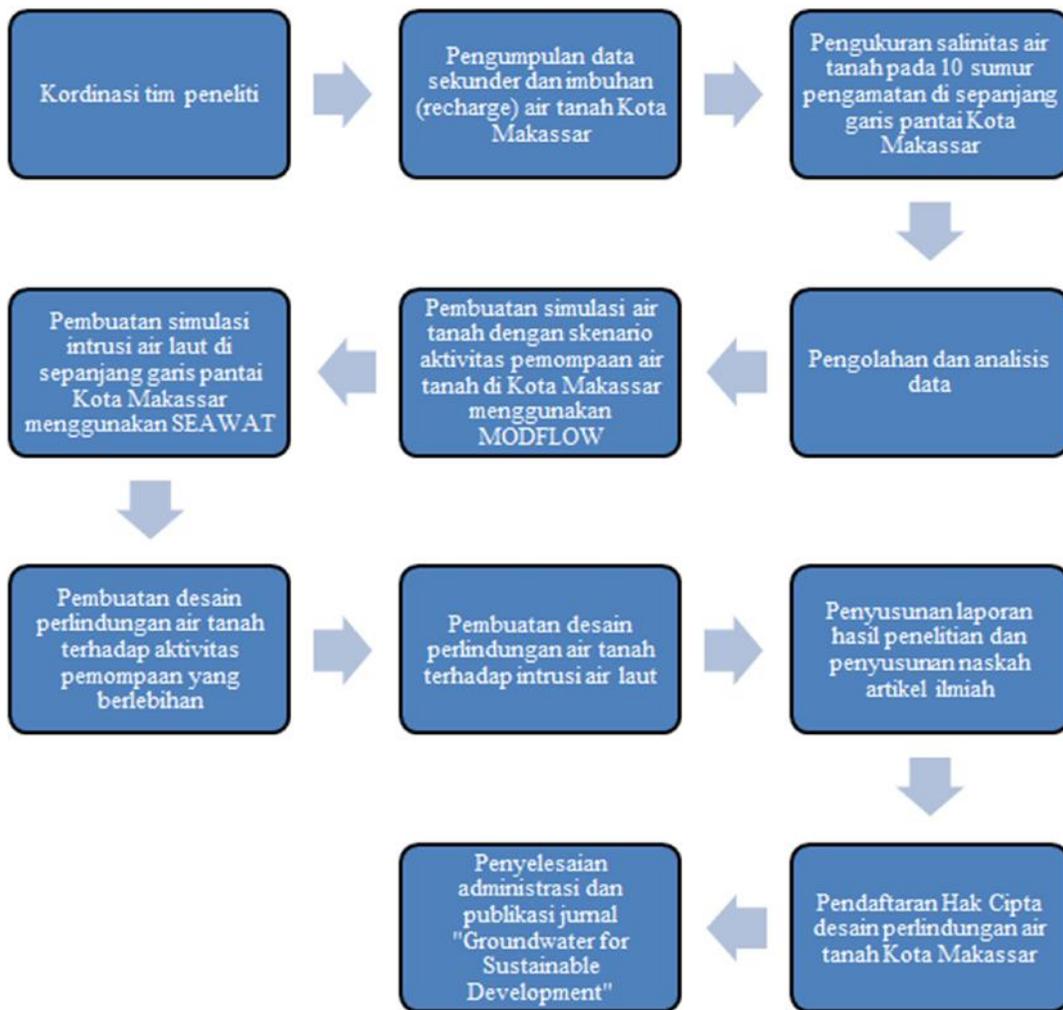
Selanjutnya tahapan penelitian untuk tahun pertama sampai dengan tahun ketiga dijabarkan dalam bentuk flow chart seperti Gambar 3. 4 dan 5.



Gambar 3. Bagan Alir Penelitian Tahun I

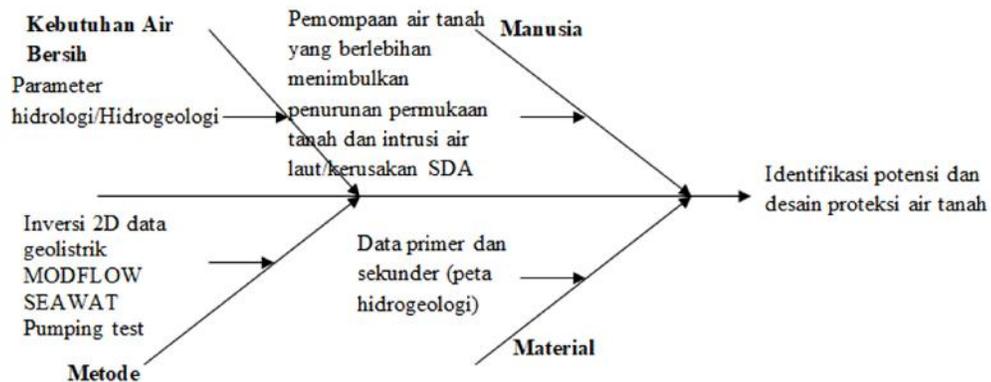


Gambar 4. Bagan Alir Penelitian Tahun II



Gambar 5. Bagan Alir Penelitian Tahun III

3.3. Fish Bone Diagram



3.4. Teknik pengumpulan data

Selanjutnya tugas masing-masing peneliti sesuai tahap penelitian yang diusulkan dapat dilihat pada Tabel 2 sebagai berikut:

Tabel 2. Tugas Pengusul Sesuai Tahapan Penelitian

No	Tugas Tim Peneliti	Langkah	Indikator Capaian	Nama Tim Peneliti
I. Tahapan yang akan dilaksanakan pada Tahun I				
1.	Pengurusan ijin penelitian	Mengurus Surat ijin penelitian dari Pemerintah Kota Makassar dan Balai Besar Wilayah Sungai Pompengan dan Jeneberang	Tersedianya surat ijin penelitian	Ir. Sugiarto, ST., MT., Ph.D. Ir. Zulvyah Faisal, ST., MT. Ir. Hasdaryatmin Djufry, ST., MT. Rakhmat Adi Cipta, S.T., M.T Sekretaris peneliti
2.	Pengumpulan data sekunder dari penelitian terdahulu yang berhubungan dengan tema penelitian	Dilakukan pengumpulan data sekunder (peta hidrogeologi, peta geologi, dan data penggunaan air tanah) baik dari instansi terkait dan database penelitian yang ada di internet.	Tersedianya data sekunder yang berhubungan dengan tema penelitian	Ir. Sugiarto, ST., MT., Ph.D. Ir. Zulvyah Faisal, ST., MT. Ir. Hasdaryatmin Djufry, ST., MT. Rakhmat Adi Cipta, S.T., M.T Sekretaris peneliti Petugas survey
3.	Persiapan alat dan bahan Penelitian	Menyiapkan Alat dan Bahan yang dibutuhkan untuk operasional penelitian dan ditempatkan di PNUP	Tersedianya alat dan bahan penelitian	Ir. Sugiarto, ST., MT., Ph.D. Ir. Zulvyah Faisal, ST., MT. Ir. Hasdaryatmin Djufry, ST., MT. Sekretaris peneliti Petugas survey
4.	Penentuan batas wilayah penelitian dan batas administrasi Kota Makassar	Dilakukan diskusi antara anggota peneliti dan petugas survey mengenai batas wilayah penelitian dan batas administrasi Kota Makassar, PNUP	Tersedianya batas wilayah penelitian dan batas administrasi Kota Makassar	Ir. Sugiarto, ST., MT., Ph.D. Ir. Zulvyah Faisal, ST., MT. Ir. Hasdaryatmin Djufry, ST., MT. Rakhmat Adi Cipta, S.T., M.T Sekretaris peneliti Petugas survey
5.	Pengujian pemompaan (pumping test) pada sumur pengamatan di 14 titik di 14 kecamatan	Dilakukan pengujian pemompaan pada sumur pengamatan selama 12 jam dan dilakukan di 1 titik di tiap kecamatan (14 kecamatan)	Tersedianya data hasil uji pemompaan	Ir. Sugiarto, ST., MT., Ph.D. Ir. Zulvyah Faisal, ST., MT. Ir. Hasdaryatmin Djufry, ST., MT. Rakhmat Adi Cipta, S.T., M.T Sekretaris peneliti Petugas survey
6.	Pengambilan sampel dan pengujian kualitas air tanah sebanyak 14 sampel	Dilakukan pengambilan sampel air tanah sebanyak 14 sampel yaitu 1 sampel per kecamatan dan diuji kualitasnya di Balitkes Makassar	Tersedianya data hasil uji kualitas air	Ir. Sugiarto, ST., MT., Ph.D. Ir. Zulvyah Faisal, ST., MT. Ir. Hasdaryatmin Djufry, ST., MT. Rakhmat Adi Cipta, S.T., M.T Sekretaris peneliti Petugas survey
7.	Pengukuran Geolistrik dengan Metode Schlumberger dengan bentangan 500 meter sebanyak 14 titik	Dilakukan pengukuran geolistrik pada lokasi yang berdekatan dengan sumur pengamatan dengan bentangan sepanjang 500 meter	Tersedianya data hasil pengukuran geolistrik	Ir. Sugiarto, ST., MT., Ph.D. Ir. Zulvyah Faisal, ST., MT. Ir. Hasdaryatmin Djufry, ST., MT. Rakhmat Adi Cipta, S.T., M.T Sekretaris peneliti Petugas survey

Tabel 2. Lanjutan Tugas Pengusul Sesuai Tahapan Penelitian

		dengan menggunakan metode Schlumberger dan menggunakan alat geolistrik multichannel		
8.	Pengolahan dan analisis data	Dilakukan pengolahan data terhadap hasil tes pemompaan dan juga terhadap hasil pengukuran geolistrik dengan menggunakan software RES2DINV untuk menginversi hasil dari pengukuran menjadi hasil interpretasi 2 dimensi	Tersedianya hasil olahan dan analisis data.	Ir. Sugiarto, ST., MT., Ph.D. Ir. Zulvyah Faisal, ST., MT. Ir. Hasdaryatmin Djufry, ST., MT. Sekretaris peneliti
9.	Penyusunan laporan penelitian	Dilakukan penyusunan laporan hasil penelitian agar siap untuk diseminarkan	Tersedianya laporan penelitian.	Ir. Sugiarto, ST., MT., Ph.D. Ir. Zulvyah Faisal, ST., MT. Ir. Hasdaryatmin Djufry, ST., MT. Sekretaris peneliti
10.	Pendaftaran HKI data potensi air tanah Kota Makassar	Dilakukan pendaftaran hak cipta terhadap database potensi air tanah Kota Makassar yang telah diperoleh dari hasil analisis data lapangan	Diperolehnya HKI database potensi air tanah	Ir. Sugiarto, ST., MT., Ph.D. Ir. Zulvyah Faisal, ST., MT. Ir. Hasdaryatmin Djufry, ST., MT. Sekretaris peneliti
11.	Seminar nasional/internasional	Hasil penelitian selanjutnya dibuatkan naskah atau artikel ilmiah untuk kemudian diseminarkan baik seminar nasional maupun internasional	Diseminarkan	Ir. Sugiarto, ST., MT., Ph.D. Ir. Zulvyah Faisal, ST., MT. Ir. Hasdaryatmin Djufry, ST., MT.
12.	Jurnal internasional bereputasi	Hasil penelitian selanjutnya dibuatkan artikel ilmiah dan dipublikasikan dalam jurnal internasional bereputasi	Accepted	Ir. Sugiarto, ST., MT., Ph.D. Ir. Zulvyah Faisal, ST., MT. Ir. Hasdaryatmin Djufry, ST., MT.
II. Tahapan yang akan dilaksanakan pada Tahun II				
1.	Penentuan lokasi dan pengurusan ijin pembuatan sumur pengamatan	Dilakukan diskusi untuk menentukan lokasi dan surat ijin pembuatan sumur pengamatan yaitu ijin dari Instansi terkait (Pemerintah Kota Makassar dan Balai Besar Wilayah Sungai Pompengan dan	Tersedianya data lokasi dan surat ijin pembuatan sumur pengamatan	Ir. Sugiarto, ST., MT., Ph.D. Ir. Zulvyah Faisal, ST., MT. Ir. Hasdaryatmin Djufry, ST., MT. Rakhmat Adi Cipta, S.T., M.T Sekretaris peneliti

Tabel 2. Lanjutan Tugas Pengusul Sesuai Tahapan Penelitian

		Jeneberang)		
2.	Pengumpulan data Digital Elevation Model (DEM) Kota Makassar	Dilakukan pengumpulan data Digital Elevation Model (DEM) Kota Makassar yang selanjutnya digunakan untuk membuat kontur permukaan Kota Makassar dan selanjutnya akan digunakan sebagai data dalam simulasi air tanah dan simulasi intrusi air laut.	Tersedianya data DEM Kota Makassar	Ir. Sugiarto, ST., MT., Ph.D. Ir. Zulvyah Faisal, ST., MT. Ir. Hasdaryatmin Djufry, ST., MT. Sekretaris peneliti
3.	Pemetaan kontur permukaan Kota Makassar	Data DEM yang telah dikumpulkan selanjutnya digunakan untuk membuat Peta kontur permukaan Kota Makassar dan selanjutnya akan digunakan sebagai data dalam simulasi air tanah dan simulasi intrusi air laut.	Tersedianya peta kontur permukaan Kota Makassar	Ir. Sugiarto, ST., MT., Ph.D. Ir. Zulvyah Faisal, ST., MT. Ir. Hasdaryatmin Djufry, ST., MT. Sekretaris peneliti
4.	Pengujian CPT/SPT untuk penentuan stratigrafi tanah dan type akuifer	Dilakukan pengujian CPT/sondir yaitu 1 titik di tiap kecamatan (14 kecamatan) dan 4 titik SPT/bor dalam yang disebar di wilayah Kota Makassar yang berdekatan dengan lokasi pengukuran geolistrik.	Tersedianya hasil pengujian CPT/SPT	Ir. Sugiarto, ST., MT., Ph.D. Ir. Zulvyah Faisal, ST., MT. Ir. Hasdaryatmin Djufry, ST., MT. Sekretaris peneliti Petugas survey
5.	Pengukuran muka air tanah sesaat pada sumur pengamatan	Dilakukan pengukuran muka air tanah sesaat pada sumur pantau yang sudah ada untuk dijadikan input dalam pemodelan alirsn air tanah dan intrusi air laut.	Tersedianya hasil pengukuran muka air tanah sesaat.	Ir. Sugiarto, ST., MT., Ph.D. Ir. Zulvyah Faisal, ST., MT. Ir. Hasdaryatmin Djufry, ST., MT. Rakhmat Adi Cipta, S.T., MT Sekretaris peneliti Petugas survey
6.	Pengolahan dan analisis data	Hasil olahan dan analisis data, PNUP	Tersedianya hasil olahan dan analisis data.	Ir. Sugiarto, ST., MT., Ph.D. Ir. Zulvyah Faisal, ST., MT. Ir. Hasdaryatmin Djufry, ST., MT. Sekretaris peneliti
7.	Pemetaan potensi air tanah dengan menggunakan ArcGIS	Peta potensi air tanah, Makassar	Tersedianya peta potensi air tanah Kota Makassar	Ir. Sugiarto, ST., MT., Ph.D. Ir. Zulvyah Faisal, ST., MT. Ir. Hasdaryatmin Djufry, ST.,

Tabel 2. Lanjutan Tugas Pengusul Sesuai Tahapan Penelitian

				MT. Sekretaris peneliti
8.	Pembuatan simulasi aliran air tanah secara regional Kota Makassar dengan menggunakan software MODFLOW.	Hasil simulasi arah aliran air tanah regional Kota Makassar, PNUP	Tersedianya hasil simulasi arah aliran air tanah regional Kota Makassar	Ir. Sugiarto, ST., MT., Ph.D. Ir. Zulvyah Faisal, ST., MT. Ir. Hasdaryatmin Djufry, ST., MT. Sekretaris peneliti
9.	Penyusunan laporan penelitian	Laporan penelitian siap diseminarkan, PNUP	Tersedianya laporan penelitian.	Ir. Sugiarto, ST., MT., Ph.D. Ir. Zulvyah Faisal, ST., MT. Ir. Hasdaryatmin Djufry, ST., MT. Sekretaris peneliti
10.	Pendaftaran HKI peta potensi dan arah aliran air tanah Kota Makassar	Peta potensi dan arah aliran air tanah Kota Makassar, PNUP	Diperolehnya HKI peta potensi dan arah aliran air tanah Kota Makassar	Ir. Sugiarto, ST., MT., Ph.D. Ir. Zulvyah Faisal, ST., MT. Ir. Hasdaryatmin Djufry, ST., MT. Sekretaris peneliti
11.	Seminar nasional/internasional	Naskah seminar	Diseminarkan	Ir. Sugiarto, ST., MT., Ph.D. Ir. Zulvyah Faisal, ST., MT. Ir. Hasdaryatmin Djufry, ST., MT.
12.	Jurnal internasional bereputasi	Artikel ilmiah	Accepted	Ir. Sugiarto, ST., MT., Ph.D. Ir. Zulvyah Faisal, ST., MT. Ir. Hasdaryatmin Djufry, ST., MT.
III. Tahapan yang akan dilaksanakan pada Tahun III				
1.	Pengumpulan data sekunder penggunaan dan imbuhan (recharge) air tanah Kota Makassar	Data sekunder penggunaan dan imbuhan air tanah Kota Makassar, Pemerintah Kota Makassar dan Balai Besar Wilayah Sungai Pompengan dan Jeneberang	Tersedianya data sekunder penggunaan dan imbuhan air tanah Kota Makassar.	Ir. Sugiarto, ST., MT., Ph.D. Ir. Zulvyah Faisal, ST., MT. Ir. Hasdaryatmin Djufry, ST., MT. Rakhmat Adi Cipta, S.T., M.T Sekretaris peneliti
2.	Pengukuran salinitas air tanah pada sumur pengamatan di sepanjang garis pantai Kota Makassar	Data salinitas air tanah di sepanjang pantai Kota Makassar, Makassar	Tersedianya data salinitas air tanah di sepanjang pantai Kota Makassar	Ir. Sugiarto, ST., MT., Ph.D. Ir. Zulvyah Faisal, ST., MT. Ir. Hasdaryatmin Djufry, ST., MT. Rakhmat Adi Cipta, S.T., M.T Sekretaris peneliti Petugas survey
3.	Pengolahan dan analisis data	Hasil olahan dan analisis data, PNUP	Tersedianya hasil olahan dan analisis data.	Ir. Sugiarto, ST., MT., Ph.D. Ir. Zulvyah Faisal, ST., MT. Ir. Hasdaryatmin Djufry, ST., MT. Sekretaris peneliti
4.	Pembuatan simulasi air tanah terhadap skenario aktivitas pemompaan air tanah di Kota Makassar dengan menggunakan software MODFLOW	Hasil simulasi air tanah terhadap skenario aktivitas pemompaan air tanah, PNUP	Tersedianya hasil simulasi air tanah terhadap aktivitas pemompaan air tanah Kota Makassar	Ir. Sugiarto, ST., MT., Ph.D. Ir. Zulvyah Faisal, ST., MT. Ir. Hasdaryatmin Djufry, ST., MT. Sekretaris peneliti Narasumber
5.	Pembuatan simulasi intrusi	Hasil simulasi intrusi	Tersedianya hasil	Ir. Sugiarto, ST., MT., Ph.D.

Tabel 2. Lanjutan Tugas Pengusul Sesuai Tahapan Penelitian

	air laut di sepanjang garis pantai Kota Makassar dengan menggunakan software SEAWAT	air laut disepanjang garis pantai Kota Makassar, PNUP	simulasi intrusi air laut disepanjang garis pantai Kota Makassar	Ir. Zulvyah Faisal, ST., MT. Ir. Hasdaryatmin Djufry, ST., MT. Sekretaris peneliti Narasumber
6.	Pembuatan desain perlindungan air tanah terhadap aktivitas pemompaan yang berlebihan	Hasil desain perlindungan air tanah terhadap aktivitas pemompaan yang berlebihan, PNUP	Tersedianya Hasil desain perlindungan air tanah terhadap aktivitas pemompaan yang berlebihan	Ir. Sugiarto, ST., MT., Ph.D. Ir. Zulvyah Faisal, ST., MT. Ir. Hasdaryatmin Djufry, ST., MT. Sekretaris peneliti
7.	Pembuatan desain perlindungan air tanah terhadap intrusi air laut	Hasil desain perlindungan air tanah terhadap intrusi air laut, PNUP	Tersedianya hasil desain perlindungan air tanah terhadap intrusi air laut	Ir. Sugiarto, ST., MT., Ph.D. Ir. Zulvyah Faisal, ST., MT. Ir. Hasdaryatmin Djufry, ST., MT. Sekretaris peneliti
8.	Penyusunan laporan penelitian	Laporan penelitian siap diseminarkan, PNUP	Tersedianya laporan penelitian.	Ir. Sugiarto, ST., MT., Ph.D. Ir. Zulvyah Faisal, ST., MT. Ir. Hasdaryatmin Djufry, ST., MT. Sekretaris peneliti
9.	Pendaftaran HKI desain perlindungan air tanah Kota Makassar	Desain perlindungan air tanah Kota Makassar, PNUP	Diperolehnya HKI desain perlindungan air tanah Kota Makassar	Ir. Sugiarto, ST., MT., Ph.D. Ir. Zulvyah Faisal, ST., MT. Ir. Hasdaryatmin Djufry, ST., MT. Sekretaris peneliti
10.	Seminar nasional/internasional	Naskah seminar	Diseminarkan	Ir. Sugiarto, ST., MT., Ph.D. Ir. Zulvyah Faisal, ST., MT. Ir. Hasdaryatmin Djufry, ST., MT.
11.	Jurnal internasional bereputasi	Artikel ilmiah	Accepted	Ir. Sugiarto, ST., MT., Ph.D. Ir. Zulvyah Faisal, ST., MT. Ir. Hasdaryatmin Djufry, ST., MT.

3.5. JADWAL

Tahun ke-1

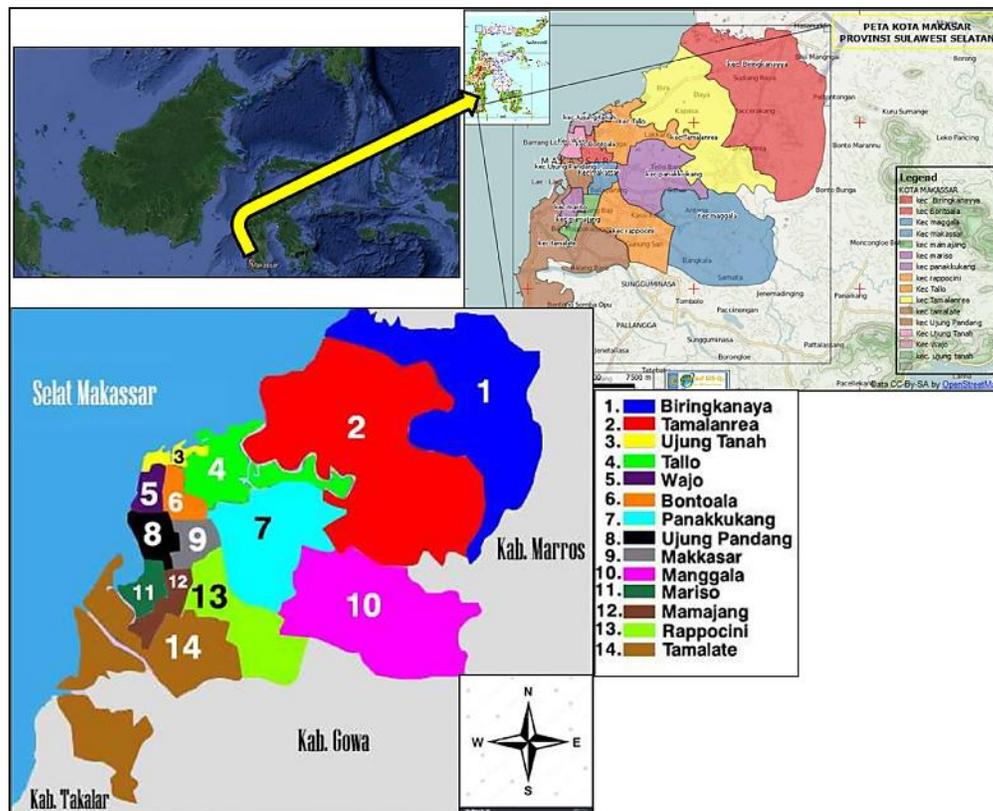
No	Nama Kegiatan	Bulan											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Pengurusan ijin penelitian	■											
2	Pengumpulan data sekunder dari penelitian terdahulu yang berhubungan dengan tema penelitian		■										
3	Persiapan alat dan bahan Penelitian			■									
4	Penentuan batas wilayah penelitian dan batas administrasi Kota Makassar			■									
5	Pengujian pemompaan (pumping test) pada sumur pengamatan di 14 titik di 14 kecamatan				■	■	■						
6	Pengambilan sampel dan pengujian kualitas air tanah sebanyak 14 sampel					■	■	■					

No	Nama Kegiatan	Bulan											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	sepanjang garis pantai Kota Makassar dengan menggunakan software SEAWAT					■	■						
6	Pembuatan desain perlindungan air tanah terhadap aktivitas pemompaan yang berlebihan						■	■	■				
7	Pembuatan desain perlindungan air tanah terhadap intrusi air laut						■	■	■				
8	Penyusunan laporan penelitian										■		
9	Pendaftaran HKI desain perlindungan air tanah Kota Makassar											■	
10	Seminar nasional/internasional												
11	Jurnal internasional bereputasi										■	■	■

BAB IV. HASIL DAN KEMAJUAN PENELITIAN

4.1. Gambaran Umum Daerah Penelitian

Lokasi studi dalam penelitian ini terletak di Makassar, the capital city of South Sulawesi Province, Indonesia. Secara astronomi, Kota Makassar terletak dalam latitude 5.06° to 5.22° S and longitude 119.38° to 119.54° N. Berdasarkan posisi geografisnya, Makassar berbatasan dengan Kabupaten Maros di sebelah utara, Kabupaten Gowa di sebelah selatan, Selat Makassar di sebelah barat, dan Kabupaten Maros di sebelah timur. Luas wilayah Kota Makassar sebesar 175.77 km^2 yang terdiri dari 15 kecamatan yaitu Kecamatan Mariso, Mamajang, Tamalate, Rappocini, Makassar, Ujung Pandang, Wajo, Bontoala, Ujung Tanah, Kepulauan Sangkarrang, Tallo, Panakukkang, Manggala, Biringkanaya, dan Tamalanrea. Dalam penelitian ini hanya 14 kecamatan yang masuk sebagai objek penelitian (lihat Gambar 6). Jumlah penduduk Kota Makassar pada tahun 2022 sekitar 1.508.154 menjadikan kota ini sebagai kota dengan penduduk terbanyak di Sulawesi Selatan. Kota Makassar merupakan daerah dataran rendah dengan ketinggian bervariasi antara 1-25 m di atas permukaan air laut.



Gambar 6 Lokasi Studi Penelitian.

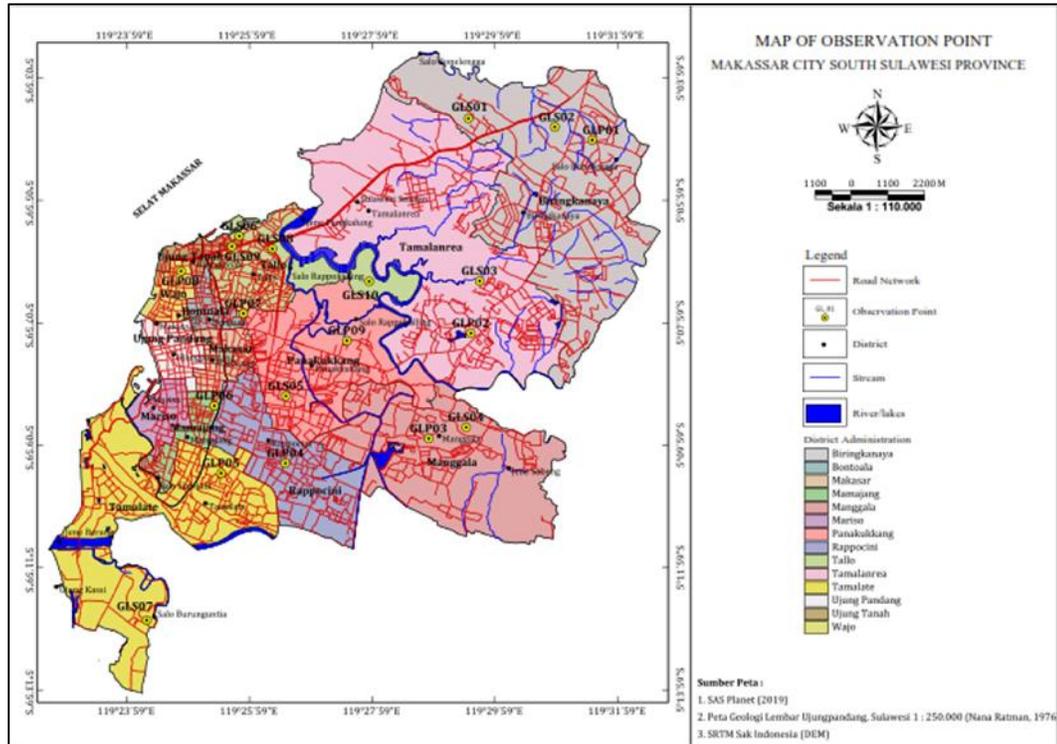
4.2. Data Geologi dan Hidrogeologi

Secara geologi, daerah penelitian berada pada Formasi Batuan Gunungapi Lompobatang (Qlv) yang sebagian besar berupa Qlvb yaitu Breksi Vulkanik, Lahar dan Tufa. Disamping itu juga secara regional terdapat Endapan Aluvium dan Pantai (Qac) berupa endapan material kerikil, pasir, lempung, lumpur dan batugamping koral (referensi: Sigit, S. (1965). Geologic map of Indonesia-Peta geologi Indonesia (No. 414). US Geological Survey). Secara umum daerah penelitian berada pada formasi batuan antara lain (1) endapan alluvium yaitu berupa material kerikil, pasir, lempung, lumpur dan tanah liat. Terbentuk dalam lingkungan sungai, rawa dan delta. Di sekitar Kota Makassar, Kota Maros dan Kota Sungguminasa, endapan aluviumnya terutama terdiri dari rombakan batuan vulkanik Formasi Batuan Gunungapi Lompobatang dan sebagian kecil berupa material batugamping dan terumbu, (2) formasi batuan Gunungapi Lompobatang yaitu terdiri dari batuan vulkanik baik berupa aglomerat, lava, breksi vulkanik, endapan lahar dan batuan tufa yang berukuran halus, ukuran sedang sampai ukuran material yang kasar bahkan berupa batuan Tufa Lapili, dan (3) batuan vulkanik yaitu terdiri dari material breksi vulkanik, lahar dan batuan tufa yang berukuran sedang sampai kasar bahkan batuan Tufa Lapili yang kompak dan fresh.

Dari sisi stratigrafi, lokasi penelitian terbentuk dari Satuan batuan berumur Eosen Akhir sampai Miosen Tengah menindih tak selaras batuan yang lebih tua. Berdasarkan sebaran daerah singkapannya, diperkirakan batuan karbonat yang dipetakan sebagai Formasi Tonasa (Temt) terjadi pada daerah yang luas di lembah ini. Formasi Tonasa ini diendapkan sejak Eosen Akhir berlangsung hingga Miosen Tengah, menghasilkan endapan karbonat yang tebalnya sekitar 1750 meter. Kala Miosen Awal terjadi endapan batuan gunungapi di daerah timur yang menyusun Batuan Gunungapi Kalamiseng (Tmkv). Satuan batuan gunungapi yang termuda adalah yang menyusun Batuan Gunungapi Lompobatang (Qlv), berumur Plistosen. Satuan batuan ini terdiri dari Qlvb berupa batuan breksi vulkanik, lahar dan batuan Tufa yang mulai dari berukuran halus, sedang sampai yang berukuran kasar. Batuan Tufa ini juga dijumpai Batuan Tufa Lapili. Sedimen termuda adalah endapan aluvium dan pantai (Qac) yang tersebar luas di dataran rendah sampai laut, dataran sungai dan rawa dengan ukuran material dari lempung, lumpur hingga berukuran bongkah. Lokasi penyebaran endapan alluvium ini memanjang dari wilayah Daerah Takalar, Sungguminasa, Makassar, hingga Daerah Maros.

4.3. Pelaksanaan Pumping Test dan Survey Geolistrik

Pengukuran pendugaan geolistrik resistivity dilakukan di 14 kecamatan di Kota Makassar abik itu di lokasi areal pemukiman penduduk maupun di daerah persawahan. Pada setiap kecamatan, dilakukan satu kali pengukuran geolistrik dengan kode Gl 01 sampai dengan GL 14. Letak slokasi pengukuran geolistrik dapat dilihat pada Gambar 7.



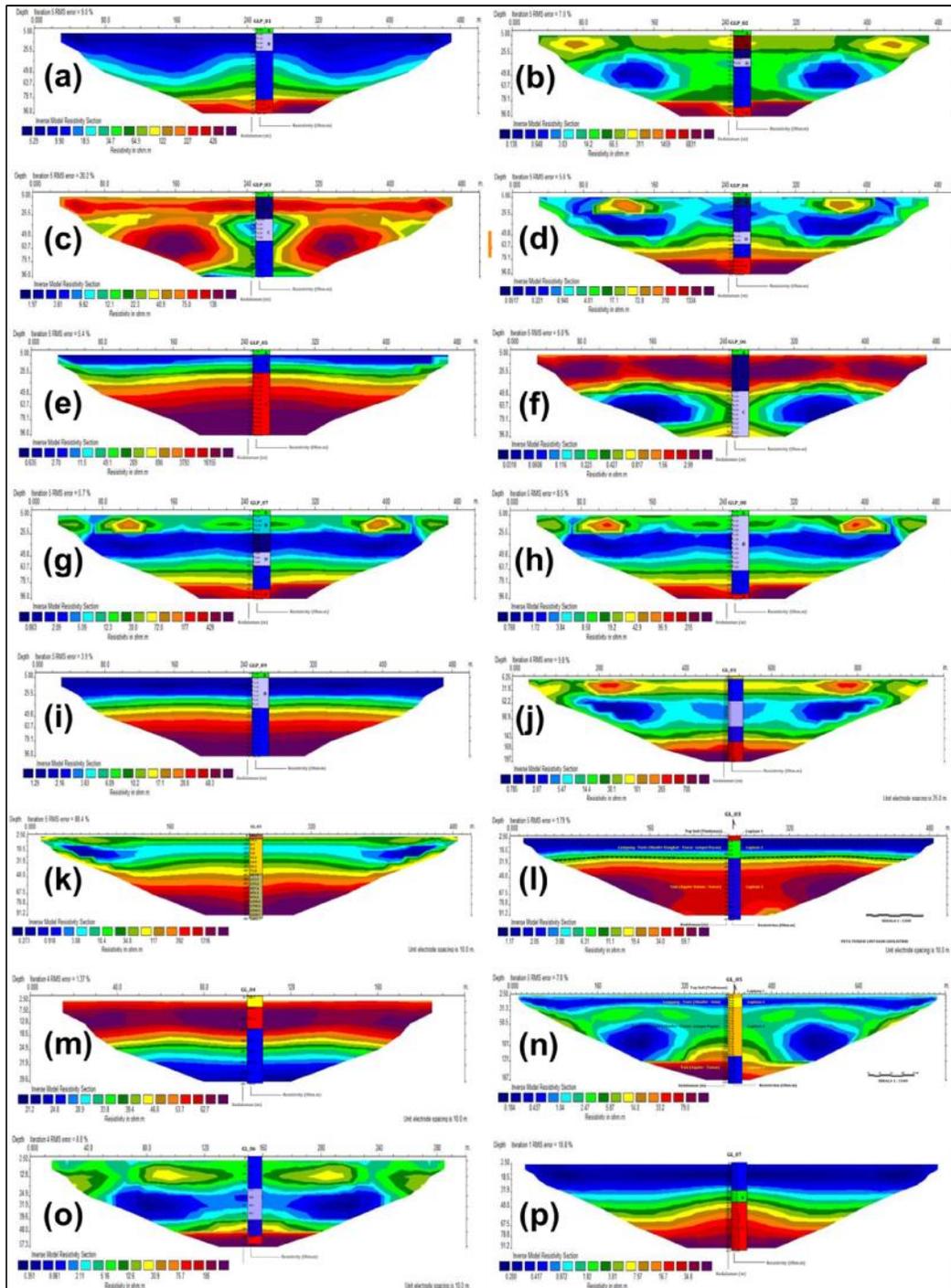
Gambar 7 Peta lokasi pengamatan di setiap kecamatan.

Metode pengukuran Geolistrik yang digunakan dalam penelitian ini adalah Metode Schlumberger dengan bentangan AB/2 sampai dengan 500 meter. Metode ini menempatkan elektroda potensial MN pada bentangan bentangan tertentu, sedangkan elektroda arus AB selalu dipindahkan sesuai dengan bentangan yang dipilih. Jarak bentangan total AB secara menyeluruh akhirnya mencapai jarak 2×250 meter (500 meter). Penempatan bentangan elektroda potensial MN dan elektroda arus AB diutamakan memenuhi syarat bahwa jarak MN/2 adalah $1/5$ jarak AB/2. Dalam penelitian ini, pengolahan data hasil pengukuran geolistrik, dilakukan dalam beberapa tahapan (referensi). (1) Data yang diperoleh dari pengukuran berupa harga besar arus (I) dan beda potensial (V) dari titik pengukuran (2) Harga resistivitas semu dihitung dari faktor konfigurasi pengukuran dan perbandingan harga beda potensial (V) dan kuat arus (I) (3) Harga resistivitas semu tersebut dipetakan terhadap kedalaman semu kemudian dibuat konturing

hingga diperoleh penampang harga resistivitas semu terhadap kedalaman semu untuk setiap lintasan (4) Penampang resistivitas semu digunakan untuk menginterpolasi data resistivitas semu ideal dengan asumsi perlapisan bawah permukaan antar titik pengukuran saling berhubungan (5) Hasil interpolasi dijadikan input data untuk melakukan pemodelan lapisan resistivitas tanah dan batuan dengan bantuan software RES2DINV. Pemodelan resistivitas bawah permukaan dilakukan menggunakan inversi beda (finite difference), di mana setiap lintasan diperoleh penampang perlapisan resistivitas listrik bawah permukaan, dan (6) Penampang ini ditafsirkan untuk memprediksi kondisi saturasi air di masing-masing lapisan, sehingga diperoleh gambaran kondisi air tanah bawah permukaan di sepanjang lintasan pengukuran geolistrik.

Pumping test merupakan metode pengukuran debit air yang ide utamanya adalah dari pengamatan kontinuitas sumber air dan ketersediaan air dari sumber itu sendiri. Hal yang menjadi inti dari pumping test ini adalah perbandingan antara penurunan muka air pada saat pumping terhadap kenaikan muka air pada saat recovery dalam tenggat waktu yang sama. Beberapa kemungkinan dari keadaan pengukuran debit dengan pumping test antara lain, (1) Jika perbandingan dari dua keadaan ini (laju penurunan muka air pada saat pumping terhadap laju kenaikan muka air ketika recovery) adalah 1 maka debit sumber = debit air yang dikeluarkan pompa (output pompa). (2) Jika laju penurunan muka air pada saat pumping lebih besar terhadap laju kenaikan muka air ketika recovery, berarti debit sumber lebih kecil daripada debit pompa (output). (3) Jika laju penurunan muka air pada saat pumping lebih kecil terhadap laju kenaikan muka air ketika recovery, berarti debit sumber lebih besar daripada debit pompa (output).

Hasil pengolahan dan interpretasi data geolistrik tahanan jenis dibuat dalam bentuk Penampang Resistivitas Semu Bawah Permukaan yang kemudian menjadi dasar interpretasi di daerah tersebut. Hasil dan pembahasan lokasi pengukuran di Kota Makassar dapat dijelaskan sebagai berikut. Pengukuran geolistrik di Kota Makassar dilakukan sebanyak 9 (satu) titik sounding yaitu titik GLP 01, GLP 02, GLP 03, GLP 04, GLP 05, GLP 06, GLP 07, GLP 08, dan GLP 09. Selanjutnya 7 titik hasil pengukuran geolistrik dari penelitian-penelitian sebelumnya yang tidak terpublikasi yaitu GLS 01, GLS 02, GLS 03, GLS 04, GLS 05, GLS 06, dan GLS 07, juga perhitungkan untuk menambah tingkat reliabilitas yang bisa didapatkan dari hasil penelitian ini. Interpretasi/dugaan lapisan didasarkan hasil inverse geolistrik kemudian dituangkan dalam bentuk Log vertikal (1 Dimensi) untuk memudahkan dalam interpretasi. Selain aspek fisis (tahanan jenis), kondisi geologi menjadi pertimbangan dalam analisis. Hasil Pengukuran Geolistrik dapat dilihat secara lengkap pada Gambar 8 berikut.

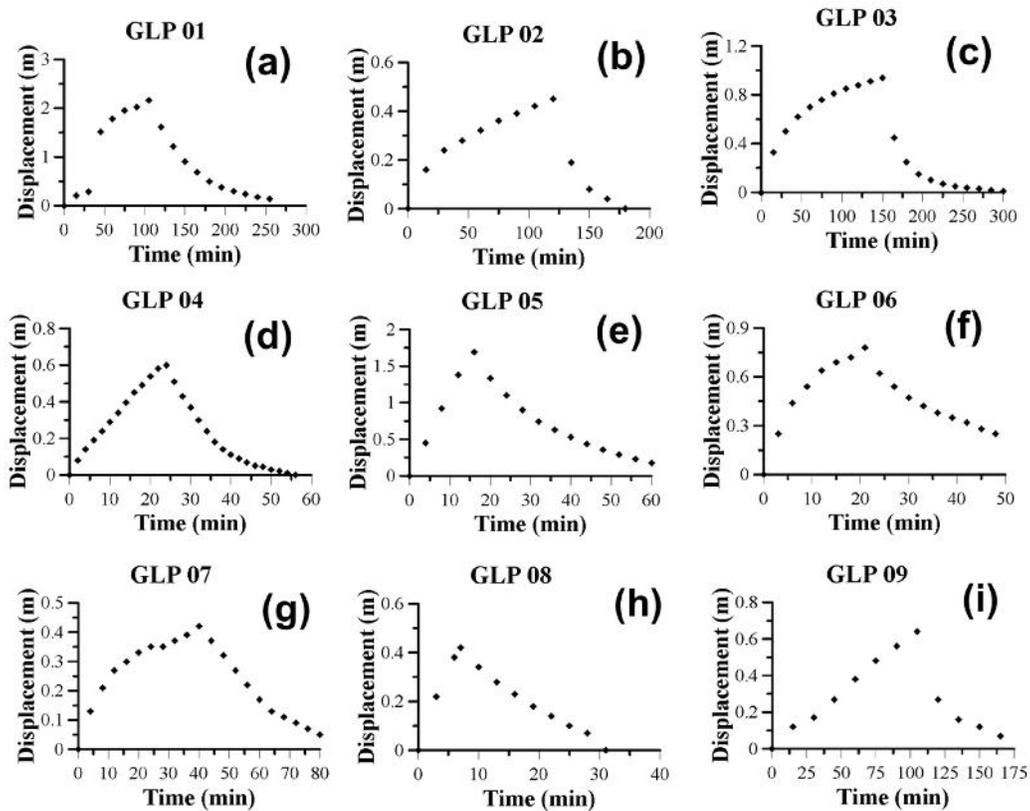


Gambar 8. Penampang hasil pengukuran Geolistrik Tahanan Jenis (Resistivity) titik sounding GL_02 dan nilai tahanan jenis semu dan kedalaman tiap lapisan.

Dari hasil inversi dan interpretasi data geolistrik, jumlah lapisan bawah permukaan di titik pengamatan berkisar dari tiga hingga enam lapisan dengan kedalaman maksimum 40 hingga 195 m. Tiga lapisan diidentifikasi di GLP 05, GLP 06, GLP 09, GLP 11, GLP

12, GLP 13, dan GLP 16. Empat lapisan ditemukan di GLP 01, GLP 03, GLP 08, GLP 14, dan GLP 15. Lima lapisan ditemukan di GLP 10, dan enam lapisan ditemukan di GLP 02, GLP 04, dan GLP. Lapisan bawah permukaan didominasi oleh tanah atas (yaitu endapan aluvial), lempung pasir, lempung berpasir, tuf/batu pasir, dan breksi vulkanik. Akuifer air tanah potensial umumnya terletak di lapisan tuf/batu pasir dengan kedalaman berkisar dari 15 hingga 120 m. Tanah atas sebagai lapisan pertama memiliki nilai resistivitas berkisar dari 2,1 hingga 61,5 Ωm dengan ketebalan berkisar dari 5,0 hingga 30 m. Untuk lempung pasir, resistivitas berkisar dari 1,1 hingga 110,6 Ωm dengan ketebalan berkisar dari 10 hingga 60 m. Selain itu, lempung berpasir memiliki nilai resistivitas berkisar dari 2,1 hingga 5,8 Ωm dengan ketebalan berkisar dari 12 hingga 30 m, tuf/batu pasir dengan nilai resistivitas berkisar dari 1,5 hingga 164,0 Ωm dengan ketebalan berkisar dari 15 hingga 95 m, dan breksi vulkanik dengan nilai resistivitas berkisar dari 88,3 hingga 2401,7 Ωm dengan ketebalan berkisar dari 10 hingga 70 m. Dari hasil inversi data geolistrik, diketahui bahwa air tawar yang berpotensi sebagai sumber air tanah umumnya terdapat di lapisan tuf/batu pasir dengan nilai resistivitas berkisar dari 5,6 hingga 164,0 Ωm dengan ketebalan akuifer berkisar dari 15 hingga 70 m. Selain itu, juga diketahui bahwa terdapat air asin hingga air payau di lapisan tanah bawah permukaan, yaitu di GLP 04, GLP 06, GLP 07, GLP 10, GLP 12, GLP 14, GLP 15, dan GLP 16. Ini kemungkinan besar disebabkan oleh intrusi air laut atau air asin yang terperangkap dalam jangka waktu yang lama. Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk menyelidiki hal ini.

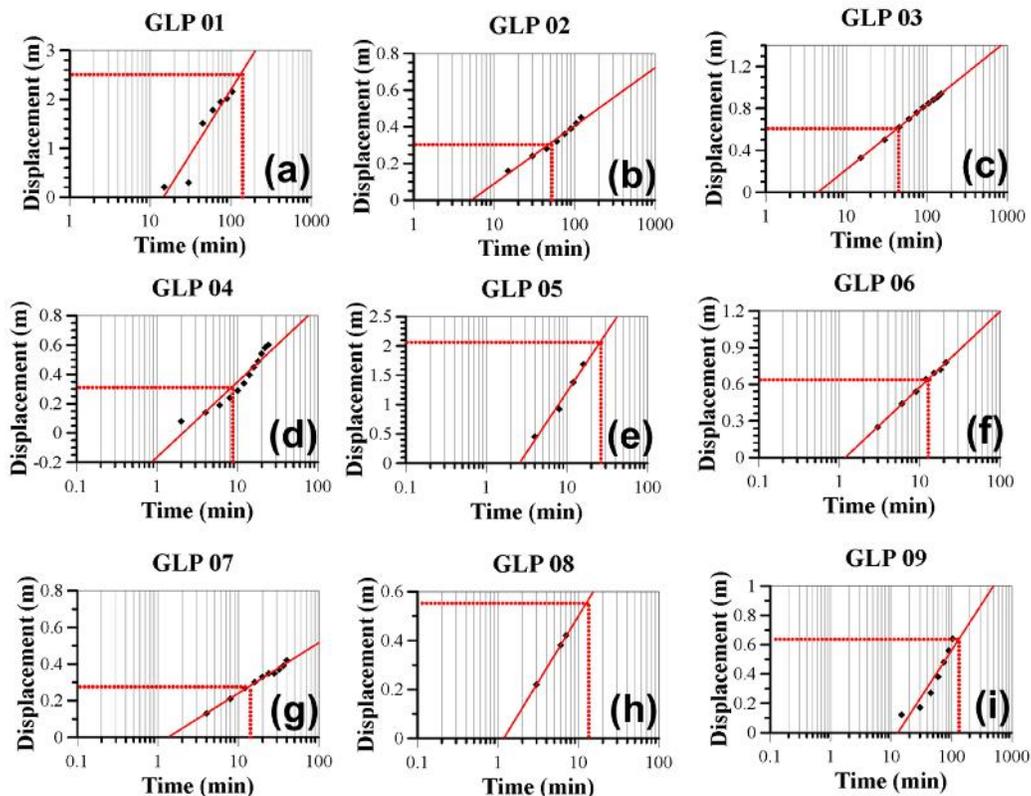
Gambar 9 menunjukkan hasil uji pompa dan pemulihan dari sumur pompa di titik-titik GLP 01 hingga GLP 09. Setiap sampel sumur yang diteliti memberikan hasil yang cukup bervariasi dalam hal kecepatan penurunan permukaan air selama pemompaan dan kecepatan peningkatan level air tanah selama pemulihan. Hal ini menunjukkan perbedaan kemampuan masing-masing akuifer yang diamati dalam merespons abstraksi air tanah melalui proses pemompaan.



Gambar 9. Grafik pemompaan dan pemulihan pada (a) GLP 01 (b) GLP 02) (c) GLP 03 (d) GLP 04 (e) GLP 05 (f) GLP 06 (g) GLP 07 (h) GLP 08 and (i)) GLP 09.

Dari Gambar 9, dapat dilihat bahwa secara umum terdapat tiga kondisi rasio perubahan level air tanah selama pemompaan dan pemulihan. Pertama, kondisi di mana perubahan level air tanah selama pemompaan lebih besar daripada selama pemulihan terjadi di GLP 01, GLP 04, GLP 05, GLP 06, GLP 07, dan GLP 08. Kedua, kondisi di mana perubahan level air tanah selama pemompaan lebih kecil daripada selama pemulihan terjadi di GLP 02 dan GLP 09. Ketiga, kondisi di mana perubahan level air tanah selama pemompaan sama dengan selama pemulihan hanya terjadi di GLP 03. Dengan menggunakan interpolasi, diketahui bahwa debit pompa optimum di titik-titik GLP 01, GLP 02, GLP 03, GLP 04, GLP 05, GLP 06, GLP 07, GLP 08, dan GLP 09 adalah 0,024; 0,026; 0,061; 0,019; 0,023; 0,023; 0,015; 0,002; dan 0,102 m³/menit, secara berturut-turut. Dari semua titik pemompaan yang diukur, debit pompa optimum terbesar ditemukan di GLP 09, yang berada di sekitar Distrik Panakkukang dengan debit pompa optimum sebesar 0,102 m³/menit, dan debit pompa optimum terkecil ditemukan di GLP 08 yang berada di sekitar Distrik Wajo dengan debit pompa optimum sebesar 0,002 m³/menit.

Gambar 10 menunjukkan hasil analisis penurunan muka air pada saat pemompaan menggunakan metode Cooper-Jacob.



Gambar 10. Drawdown vs. time of pumping with the drawdown per log circle of time and the time intercept in (a) GLP 01 (b) GLP 02) (c) GLP 03 (d) GLP 04 (e) GLP 05 (f) GLP 06 (g) GLP 07 (h) GLP 08 dan (i) GLP 09.

Dari Gambar 10, dapat dilihat bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara setiap akuifer di Makassar dalam menyediakan air. Kemiringan garis pada grafik menunjukkan bahwa semakin besar kemiringan garis, semakin kecil kemampuan akuifer dalam menyediakan air, dan sebaliknya, semakin kecil kemiringannya, semakin besar kemampuan akuifer dalam menyediakan air. Kemampuan akuifer dalam menyediakan air dapat dilihat dari nilai transmisivitasnya (Krasny, 1993). Krasny (1993) membagi empat kondisi akuifer dalam menyediakan air berdasarkan nilai transmisivitasnya, yaitu (1) untuk rentang T yang lebih besar dari $0,069 \text{ m}^2/\text{menit}$, dikategorikan sebagai akuifer yang sangat baik dalam menyediakan air untuk pemukiman skala besar, (2) untuk rentang T antara $6,9 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{menit}$ hingga $0,069 \text{ m}^2/\text{menit}$, dikategorikan sebagai akuifer yang baik dalam menyediakan air untuk pemukiman skala menengah, (3) untuk rentang T antara $6,9 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{menit}$ hingga $6,9 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{menit}$, dikategorikan sebagai akuifer yang cukup baik dalam menyediakan air untuk pemukiman skala kecil, dan (4) untuk rentang T antara $6,9 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{menit}$ hingga $6,9 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{menit}$, dikategorikan sebagai akuifer yang cukup baik dalam menyediakan air untuk pemukiman skala lokal dengan penggunaan terbatas. Dapat

dilihat bahwa nilai transmisivitas tertinggi ditemukan di titik GLP 03 di Kecamatan Manggala dan GLP 09 di Kecamatan Panakkukang dengan nilai T sebesar 0,024 m²/menit dan 0,019 m²/menit, secara berturut-turut. Sementara itu, nilai transmisivitas terkecil ditemukan di titik GLP 08 di Kecamatan Wajo dan GLP 01 di Kecamatan Biringkanayya dengan nilai T sebesar 0,007 m²/menit dan 0,003 m²/menit, secara berturut-turut.

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dalam penelitian ini, survei resistivitas dan uji pompa dilakukan untuk menentukan litologi bawah permukaan dan parameter hidrolis akuifer air tanah di Kota Makassar, Indonesia. Hasil penelitian menunjukkan bahwa lapisan bawah permukaan Kota Makassar terdiri dari tanah permukaan dalam bentuk endapan aluvial, pasir berlempung, lempung berpasir, tuf/sandstone, dan breksi batuan vulkanik. Berdasarkan nilai storativitas, akuifer di area Kota Makassar didominasi oleh akuifer terbuka dan semi-tertutup. Lapisan akuifer produktif umumnya ditemukan pada kedalaman 15 hingga 50 m di bagian utara, selatan, dan timur Kota Makassar dan pada kedalaman 51 hingga 120 m di bagian tengah. Nilai resistivitas akuifer produktif dari hasil survei resistivitas berkisar antara 5,6 hingga 164,0 Ωm dengan ketebalan yang bervariasi antara 15 hingga 70 m. Berdasarkan hasil uji pompa, diketahui bahwa debit optimum pengambilan air tanah di area Kota Makassar berkisar antara 0,002 m^3/menit hingga 0,102 m^3/menit . Debit optimum pengambilan air tanah tertinggi berada di Distrik Panakkukang dan Manggala. Dari nilai karakteristik hidrolis akuifer yang diperoleh dari analisis uji pompa yang meliputi transmisivitas, kapasitas spesifik, dan storativitas, diketahui bahwa akuifer di Distrik Panakkukang dan Manggala adalah akuifer yang paling potensial digunakan sebagai sumber air bersih. Nilai transmisivitas akuifer di Distrik Panakkukang dan Manggala masing-masing berkisar antara 0,019 dan 0,024 m^2/menit .

5.2. Saran

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa akuifer di Distrik Panakkukang dan Manggala memiliki pasokan air yang cukup untuk memasok air bersih untuk kebutuhan industri dan domestik di daerah dengan populasi skala menengah. Dalam hal ini, sangat disarankan untuk membuat skema pemanfaatan air tanah di dua area ini. Dalam penelitian lanjutan diharapkan dapat dilakukan pengeboran lapangan untuk memvalidasi hasil dari pengukuran geolistrik khususnya untuk penentuan lapisan tanah di lokasi penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

1. Badan Pusat Statistik Kota Makassar. 2021. Kota Makassar dalam Angka (*Makassar Municipality in Figures*). Makassar: UD. ARESO.
2. Kirono, D. G., Larson, S., Tjandraatmadja, G., Leitch, A., Neumann, L., Maheepala, S., ... & Selintung, M. 2014. Adapting to climate change through urban water management: a participatory case study in Indonesia. *Regional Environmental Change*, 14(1), 355-367.
3. Yusuf, H., Azis, A., Badaruddin, S., Saiby, A. M. S., Faisal, Z., & Saing, Z. 2021. Physical modeling of sand columns application in recharge reservoir to prevent seawater intrusion. *Water Supply*.
4. Azis, A., Badaruddin, S., Faisal, Z., Iqbal, M. T., & Hasanuddin, H. A. (2019). Numerical model on the application of sand columns in recharge reservoir. *Groundwater for Sustainable Development*, 8, 368-372.
5. Badaruddin, S., Werner, A. D., & Morgan, L. K. (2017). Characteristics of active seawater intrusion. *Journal of Hydrology*, 551, 632-647.
6. Edwards, P. J., Williard, K. W., & Schoonover, J. E. (2015). Fundamentals of watershed hydrology. *Journal of contemporary water research & education*, 154(1), 3-20.
7. Dingman, S. L. (2015). *Physical hydrology*. Waveland press.
8. Mukherjee, A. (2018). Overview of the groundwater of South Asia. In *Groundwater of South Asia* (pp. 3-20). Springer, Singapore.
9. Wang, L., Dai, C., & Xue, L. (2018). A semianalytical model for pumping tests in finite heterogeneous confined aquifers with arbitrarily shaped boundary. *Water Resources Research*, 54(4), 3207-3216.
10. Hou, Q., Sun, J., Jing, J., Liu, C., Zhang, Y., Liu, J., & Hua, M. (2018). A regional scale investigation on groundwater arsenic in different types of aquifers in the Pearl River Delta, China. *Geofluids*, 2018.
11. Badaruddin, S., A. D. Werner and L. K. Morgan. 2015. *Water table salinization due to seawater intrusion*. *Water Resources Research* 51: 8397-8408, doi:10.1002/2015WR017098.
12. Mohamaden, M. I. I., Hamouda, A. Z., & Mansour, S. (2016). Application of electrical resistivity method for groundwater exploration at the Moghra area, Western Desert, Egypt. *The Egyptian Journal of Aquatic Research*, 42(3), 261-268.
13. Morgan, L. K., M. Bakker and A. D. Werner. 2015. Occurrence of seawater intrusion overshoot. *Water Resources Research* 51: 1989-1999, doi: 10.1002/2014WR016329.

LAMPIRAN 1 Justifikasi Anggaran Penelitian

Sebagaimana diatur pada buku Panduan Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Edisi 12.

Tahun 1 Total Rp. 126,657,000

Jenis Pembelanjaan	Item	Satuan	Vol.	Biaya Satuan	Total
Analisis Data	HR Pengolah Data	P (penelitian)	1	1,520,000	1,520,000
Bahan	ATK	Paket	1	1,537,000	1,537,000
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Publikasi artikel di Jurnal Internasional	Paket	1	10,000,000	10,000,000
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Luaran KI (paten, hak cipta dll)	Paket	1	3,000,000	3,000,000
Pengumpulan Data	HR Sekretariat/Administrasi Peneliti	OB	6	300,000	1,800,000
Pengumpulan Data	Transport	OK (kali)	10	500,000	5,000,000

Jenis Pembelanjaan	Item	Satuan	Vol.	Biaya Satuan	Total
Pengumpulan Data	HR Pembantu Peneliti	OJ	124	25,000	3,100,000
Pengumpulan Data	Biaya konsumsi	OH	80	100,000	8,000,000
Sewa Peralatan	Peralatan penelitian	Unit	1	92,700,000	92,700,000

Lampiran 2. Dukungan Sarana dan Prasarana Penelitian

Dalam penelitian ini memerlukan sarana dan prasarana untuk memudahkan dalam proses penelitian. Adapun alat yang digunakan dibedakan menjadi tiga kategori sebagai berikut :

Alat yang digunakan pada saat pengambilan data di lapangan

- a. Kendaraan
- b. GPS (Global Position System)
- c. Meteran dilengkapi dengan transducer
- d. Set Uji Pemompaan
- e. Kamera
- f. APD (Alat Pelindung Diri)

Alat yang digunakan untuk pengolahan data

- a. MODFLOW
- b. Microsoft office 2010
- c. Microsoft excel 2010
- d. Map Info
- e. Mapsource

Pada Laboratorium Mekanika Tanah akan dilakukan pengujian sifat fisik tanah meliputi kadar air dan berat jenis, uji batas-batas atterberg, uji gravitasi spesifik (Gs), uji kepadatan tanah, uji porositas dan permeabilitas, dan uji analisa saringan. Untuk mendukung penelitian ini alat-alat dan jenis pengujian yang akan dilakukan telah tersedia di Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Ujung Pandang. Selanjutnya pada gambar di bawah disajikan alat-alat yang akan digunakan selama proses penelitian.

Alat-alat yang digunakan :



Pompa Alkon



Roll Meter



Alat Geolistrik

Lampiran 3. Susunan Organisasi dan Pembagian Tugas

No.	Nama/NIDN	Instansi Asal	Bidang Ilmu	Alokasi Waktu (jam/minggu)	Uraian Tugas
1	SUGIARTO S.T, M.T, Ph. D / 0014088109	PNUP	Teknik Sipil	15	- Membuat program kerja Penelitian secara keseluruhan
					- Menyusun jadwal kegiatan
					- Mengumpulkan referensi yang berkaitan dengan penelitian
					- Mengkoordinir semua kegiatan selama penelitian
2	HASDARYATMIN DJUFRI S.T, M.T / 0008058105	PNUP	Teknik Sipil	12	- Melakukan analisa dan evaluasi
					- Melakukan survey lapangan
					- Melakukan pengambilan data
					- Melakukan analisa data
2	ZULVYAH FAISAL S.T, M.T / 0029117607	PNUP	Teknik Sipil	12	- Melakukan analisa dan evaluasi
					- Melakukan survey lapangan dan Pengambilan sampel di lapangan
					- Melakukan pengambilan data
					- Melakukan analisa data

Lampiran 4. Biodata Ketua/Anggota Tim Peneliti

A. . BIODATA KETUA PENGUSUL

Nama	SUGIARTO S.T, M.T, Ph. D
NIDN/NIDK	0014088109
Pangkat/Jabatan	-/Lektor Kepala
E-mail	sugibadaruddin@poliupg.ac.id
ID Sinta	5977581

h-Index	3
---------	---

Publikasi di Jurnal Internasional terindeks

No	Judul Artikel	Peran (First author, Corresponding author, atau co-author)	Nama Jurnal, Tahun terbit, Volume, Nomor, P-ISSN/E-ISSN	URL artikel (jika ada)
1	Assessment of mechanical dispersion effects on mixing zone under extreme saltwater intrusion	first author	Groundwater for Sustainable Development, 2021, 14, 1-5, 2352-801X	https://www.scienced
2	Effectiveness of Rice Straw Fiber as Land Cover for Soil Erosion Control	co-author	Civil Engineering and Architecture, 2021, 9, 5, 2332-1121	https://www.hrpub.or
3	Abstraction, desalination and recharge method to control seawater intrusion into unconfined coastal aquifers.	co-author	Global Journal of Environmental Science and Management (GJESM), 2019, 5, 1, 2383-3866	http://repository.po
4	Abstraction, desalination and recharge method to control seawater intrusion into unconfined coastal aquifers	co-author	Global Journal of Environmental Science and Management, 2019, 5, 1, 2383-3866	https://www.gjesm.ne
5	Numerical model on the application of sand columns in recharge reservoir	co-author	Groundwater for Sustainable Development, 2019, 8, 1, 2352-801X	https://www.scienced
6	Characteristics of active seawater intrusion	first author	Journal of Hydrology, 2017, 551, 1, 0022-1694	https://www.scienced
7	Water Table Salinization Due to Seawater Intrusion	first author	Water Resources Research, 2015, 51, 8397-8408, 10.1002/2015WR017098	https://agupubs.onli
8	Vertical Leakage in Sharp-Interface Seawater Intrusion Models of Layered Coastal Aquifers	co-author	Journal of Hydrology, 2014, 519, 1097-1107, Elsevier	https://www.scienced

Publikasi di Jurnal Nasional Terakreditasi Peringkat 1 dan 2

No	Judul Artikel	Peran (First author, Corresponding author, atau co-author)	Nama Jurnal, Tahun terbit, Volume, Nomor, P-ISSN/E-ISSN	URL artikel (jika ada)
1	Groundwater Pumping Management in Controlling Seawater Up-Coning in The North Coastal Area of Makassar	first author	INTEK, 2020, 7, 2, 2615-5427	http://jurnal.poliup
2	Spatial Analysis Study on the Flood Impact of Walanae Cenranae River Area in Soppeng	co-author	INTEK, 2020, 7, 1, 2615-5427	http://jurnal.poliup

	Regency South Sulawesi Province			
--	---------------------------------	--	--	--

Prosiding seminar/konferensi internasional terindeks

No	Judul Artikel	Peran (First author, Corresponding author, atau co-author)	Nama Jurnal, Tahun terbit, Volume, Nomor, P-ISSN/E-ISSN	URL artikel (jika ada)
1	The use of sand column in recharge reservoir to reduce sea water intrusion	co-author	AIP Conference Proceedings, 2020, 2278, 1, 1551-7616	https://aip.scitatio
2	Experimental and numerical modeling of sand column applied on recharge reservoir to control seawater intrusion	co-author	IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2020, 419, 1, 1755-1315	https://iopscience.i

Buku

No	Judul Buku	Tahun Penerbitan	ISBN	Penerbit	URL (jika ada)
1	Mekanika tanah II	2022	9786021308561	LSQ (Living Spiritual Quotient)	-
2	Penggunaan kolom pasir pada waduk resapan	2022	9786021308516	LSQ (Living Spiritual Quotient)	-

Perolehan KI

No	Judul KI	Tahun Perolehan	Jenis KI	Nomor	Status KI (terdaftar/granted)	URL (jika ada)
1	Karakteristik Intrusi Air Laut Aktif	2020	Hak Cipta	EC00202051764	Granted	-
2	Salinisasi Muka Air Tanah Akibat Intrusi Air Laut	2020	Hak Cipta	EC00202051765	Granted	-

B. ANGGOTA PENGUSUL 1

Nama	HASDARYATMIN DJUFRI S.T, M.T
NIDN/NIDK	0008058105
Pangkat/Jabatan	-/Asisten Ahli
E-mail	djufri81@poliupg.ac.id
ID Sinta	6655486
h-Index	0

Publikasi di Jurnal Internasional terindeks

No	Judul Artikel	Peran (First author, Corresponding author, atau co-author)	Nama Jurnal, Tahun terbit, Volume, Nomor, P-ISSN/E-ISSN	URL artikel (jika ada)
----	---------------	--	---	------------------------

Publikasi di Jurnal Nasional Terakreditasi Peringkat 1 dan 2

No	Judul Artikel	Peran (First author, Corresponding author, atau co-author)	Nama Jurnal, Tahun terbit, Volume, Nomor, P-ISSN/E-ISSN	URL artikel (jika ada)
----	---------------	--	---	------------------------

Prosiding seminar/konferensi internasional terindeks

No	Judul Artikel	Peran (First author, Corresponding author, atau co-author)	Nama Jurnal, Tahun terbit, Volume, Nomor, P-ISSN/E-ISSN	URL artikel (jika ada)
1	Analisa Umur Layanan Embung Beroangin Kabupaten Jeneponto	first author	SNP2M 2018, 2018, , , 978-602-60766-4-9	http://snp2m.poliupg
2	Evaluasi Perubahan Kebutuhan Air Irigasi D.I. Bili-Bili Akibat Perluasan Permukiman Kota Makassar dan Kabupaten Gowa	first author	SNP2M 2017, 2019, , , 978-602-60766-3-2	https://drive.google

Buku

No	Judul Buku	Tahun Penerbitan	ISBN	Penerbit	URL (jika ada)
----	------------	------------------	------	----------	----------------

Perolehan KI

No	Judul KI	Tahun Perolehan	Jenis KI	Nomor	Status KI (terdaftar/granted)	URL (jika ada)
----	----------	-----------------	----------	-------	-------------------------------	----------------

C. ANGGOTA PENGUSUL 2

Nama	ZULVYAH FAISAL S.T, M.T
NIDN/NIDK	0029117607
Pangkat/Jabatan	-/Lektor
E-mail	ephie_zulvyah@yahoo.com
ID Sinta	6661412
h-Index	1

Publikasi di Jurnal Internasional terindeks

No	Judul Artikel	Peran (First author, Corresponding author, atau co-author)	Nama Jurnal, Tahun terbit, Volume, Nomor, P-ISSN/E-ISSN	URL artikel (jika ada)
1	Numerical model on the application of sand columns in recharge reservoir		Groundwater for Sustainable Development,, 2019, 8, 1, 2352-801X	https://www.scienced
2	ANALYSIS OF SEDIMENT RATE ON CHANNEL IRRIGATION SANREGO IRRIGATION REGIONAL OF KAHU DISTRICT OF BONE REGENCY SOUTH SULAWESI PROVINCE		ARPJ Journal of Engineering and Applied Sciences, 2016, 11, 17, ISSN 1819-6608	http://www.arpnjourn

Publikasi di Jurnal Nasional Terakreditasi Peringkat 1 dan 2

No	Judul Artikel	Peran (First author, Corresponding author, atau co-author)	Nama Jurnal, Tahun terbit, Volume, Nomor, P-ISSN/E-ISSN	URL artikel (jika ada)
1	Review of Surface Runoff in Flood Risk Areas of Makassar City through Modified Rational Methods		INTEK, 2019, 6, 2, 26155427	http://jurnal.poliup

Prosiding seminar/konferensi internasional terindeks

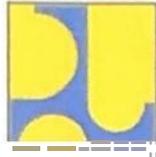
No	Judul Artikel	Peran (First author, Corresponding author, atau co-author)	Nama Jurnal, Tahun terbit, Volume, Nomor, P-ISSN/E-ISSN	URL artikel (jika ada)
----	---------------	--	---	------------------------

Buku

No	Judul Buku	Tahun Penerbitan	ISBN	Penerbit	URL (jika ada)
1	Hidrologi Transportasi	2017	978-602-453-616-9	Deepublish, Yogyakarta	-

Perolehan KI

No	Judul KI	Tahun Perolehan	Jenis KI	Nomor	Status KI (terdaftar/granted)	URL (jika ada)
----	----------	-----------------	----------	-------	-------------------------------	----------------



KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT
DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR
BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI POMPENGGAN JENEBERANG
SNVT AIR TANAH DAN AIR BAKU BBWS POMPENGGAN JENEBERANG
Jl. Ilmanurung No 17 Sunggum, nasa Kab Gowa 92114 Telp/Fax (0411) 865117 em, snvLitabpomj1,r,ff Jtkj co

SLRJT P[RNYATAAN MITRA CALON PENC, GUNA

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Pimpinan Institusi Mitra : Sofyan Muhammad, S.T., M.T.
Nama Institusi / Perusahaan / UKM Mitra : SNVT Air Tanah dan Air Baku BBWS Pompegan
Jeneberang
Alamat Kantor : Jl. Tumanurung No.17 Sunggurrunasa Kab. Gowa
Jabatan : Kepala SNVT Air Tanah dan Air Baku BBWS
Pompengan Jeneberang
Alamat surel : snvtabpom1en@gmail.com

Bersepakat untuk bernitrat dengan:

Nama Ketua Peneht : Sugiarto, ST., MT, Ph.D.
Institusi : Pohteknik Negeri UJung Pandang
Alamat Kantor : Jl. Penntis Kemerdekaan KM. 10 Makassar
Skema/Program Penelitian : Riset Terapan
Judul Penelitian : Anahsrs Potensi dan Desain Proteksi Air Tanah Kota
Makassar
Tahun Pengusulan : 2021

Bersama ini menyatakan bersedia bekerjasama dalam penehtian untuk penciptaan produk berupa analisis potensi dan desain proteksi air tanah Kota Makassar yang kami butuhkan untuk merumuskan aturan/kebljakan/prosedur dalam pendayagunaan air tanah yang berkelanjutan di Kota Makassar dengan spesifikasi produk / teknologi yang akan dikembangkan kami nilai memenuhi kelayakan pasar.

Dalam rangka mendukung penciptaan produk tersebut, mstrtusi kami bersedra menyediakan dukungan berupa Inklnd/support dalam pelaksanaan penellitian dan menugaskan:

Nama : Rakhmat Adi Cipta, S.T.
Kedudukan dalam : PPK Pendayagunaan Air Tanah II
Institusi / Perusahaan / UKM :
Brdang keahhan : Sumber Daya Air

sebagai anggota peneht yang berasal dari institusi yang kami pimpin.

Dermkian surat pernyataan kermtraan penehtian Ini dibuat dengan penuh kesadaran dan tanggung jawab.

Makassar, 13 Januan 2022


METEilAt
TEMPEL
CE34SAJX5945011s

Muha mad, S.T., M.T.

KETERLIBATAN MAHASISWA

NO.	NAMA	PENUGASAN	REKOGNISI MBKM
1	<p>Achmad Raihan Tamrin NIM : 41219027 Program Studi : Jasa Konstruksi</p>	<p>Mahasiswa ini akan ikut terlibat dalam melakukan pengukuran dan pengumpulan data di lapangan, kemudian ikut terlibat dalam pengolahan data, ikut menyusun laporan penelitian, dan ikut serta dalam pembuatan artikel ilmiah internasional.</p>	<p>Jumlah SKS : 6 1. Kegiatan mahasiswa yang terlibat langsung dalam pengukuran (pumping test dan survey geolistrik) dan pengumpulan data di lapangan, pengolahan data, dan penyusunan laporan penelitian setara dengan 2 SKS pada mata kuliah Metodologi Penelitian. 2. Kegiatan Mahasiswa yang terlibat langsung dalam pengukuran (pumping test dan survey geolistrik) dan pengumpulan data di lapangan setara dengan 2 SKS pada mata kuliah Manajemen Sumber Daya Manusia, Bahan dan Alat. 3. Kegiatan mahasiswa yang terlibat langsung dalam penyusunan laporan penelitian dan pembuatan jurnal internasional setara dengan 2 SKS pada mata kuliah Bahasa Inggris Ketekniksipilan.</p>
2	<p>Andi Muhammad Akmal Rakib NIM : 41219028 Program Studi : Jasa Konstruksi</p>	<p>Mahasiswa ini akan ikut terlibat dalam melakukan pengukuran dan pengumpulan data di lapangan, kemudian ikut terlibat dalam pengolahan data, ikut menyusun laporan penelitian, dan ikut serta dalam pembuatan artikel ilmiah internasional.</p>	<p>Jumlah SKS : 6 1. Kegiatan mahasiswa yang terlibat langsung dalam pengukuran (pumping test dan survey geolistrik) dan pengumpulan data di lapangan, pengolahan data, dan penyusunan laporan penelitian setara dengan 2 SKS pada mata kuliah Metodologi Penelitian. 2. Kegiatan Mahasiswa yang terlibat langsung dalam pengukuran (pumping test dan survey geolistrik) dan pengumpulan data di lapangan setara dengan 2 SKS pada mata kuliah Manajemen Sumber Daya Manusia, Bahan dan Alat. 3. Kegiatan mahasiswa yang terlibat langsung dalam penyusunan laporan penelitian dan pembuatan jurnal internasional setara dengan 2 SKS pada mata kuliah Bahasa Inggris Ketekniksipilan.</p>