

KODE/NAMA RUMPUN ILMU : 421/TEKNIK SIPIL

**LAPORAN HASIL
PENELITIAN DASAR UNGGULAN PERGURUAN TINGGI
(PDUPT)**



**Pemodelan Numerik Arah dan Kecepatan Aliran Air
Tanah di Kawasan Tempat Pembuangan Akhir (TPA)
Tamangapa Makassar**

TIM PENGUSUL

SUGIARTO, ST.MT.PhD./0014088109

Dr. Ir. ABDUL RIVAI SULEMAN, MT/ 0022085604

**Dibiayai oleh DIPA Politeknik Negeri Ujung Pandang, sesuai dengan Surat
Perjanjian Pelaksanaan Penelitian Penugasan
Nomor: B/40/PL10.13/PT.01.05/2020, tanggal 13 April 2020**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG
OKTOBER 2020**

HALAMAN PENGESAHAN

Judul Penelitian : Pemodelan Numerik Arah dan Kecepatan Aliran Air Tanah di Kawasan Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Tamangapa 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
d. Program Studi : Teknik Konstruksi Gedung
e. Nomor HP : 082291300808
f. Alamat surel (e-mail) : sugibadaruddin@poliupg.ac.id

Anggota Peneliti (1)
a. Nama Lengkap : Dr. Ir. Abdul Rivai Suleman, MT.
b. NIDN : 0022085604
c. Perguruan Tinggi : Politeknik Negeri Ujung Pandang
Mahasiswa Yang Terlibat : Nur Adila NIM: 41215040
Asnawi Suhana Yunus NIM: 41215043

Lama Penelitian : 8 bulan
Biaya Penelitian : Rp.7.400.000

Makassar, 20 Oktober 2020


Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Sipil



Dr. Andi Muh. Subhan S. ST.MT.
NIP 196705301997031001



Ketua Peneliti



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


Mengetahui,
a.n. Direktur PNUP
Direktur I PNUP




Ahmad Zabair Sultan, ST. MT. Ph.D.
NIP 197404231999031002



Ka. P3M PNUP



Dr. I.F. Firman, MT.
NIP 19641231 199103 1 028



DAFTAR ISI

| | |
|---|------------|
| HALAMAN SAMPUL | i |
| HALAMAN PENGESAHAN | ii |
| DAFTAR ISI | iv |
| DAFTAR GAMBAR | v |
| DAFTAR LAMPIRAN..... | vi |
| RINGKASAN | vii |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1. Latar Belakang | 1 |
| 1.2. Rumusan Masalah..... | 3 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA..... | 4 |
| 2.1. Siklus Hidrologi..... | 4 |
| 2.2. Akuifer..... | 5 |
| 2.3. Hukum Darcy..... | 7 |
| 2.4. Tempat Pembuangan Akhir sampah..... | 10 |
| 2.5. Roadmap Penelitian | 13 |
| BAB III TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN..... | 16 |
| 3.1 Tujuan Khusus Penelitian | 16 |
| 3.2 Urgensi Penelitian | 16 |
| 3.3 Target Luaran | 16 |
| BAB IV METODE PENELITIAN | 17 |
| 4.1. Tahapan-Tahapan Penelitian | 17 |
| 4.2. Lokasi Penelitian | 17 |
| 4.3. Alat dan Software yang Digunakan | 18 |
| 4.4. Bagan Alir/Rancangan Penelitian | 19 |
| 4.5. Fishbone Diagram | 19 |
| 4.6. Teknik Pengumpulan Data | 20 |
| 4.7. Analisa Data | 20 |
| BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN..... | 22 |
| 5.1. Gambaran Umum Daerah Penelitian | 22 |
| 5.2. Data Geologi dan Hidrogeologi | 26 |

| | | |
|--|---|-----------|
| 5.3. | Konseptualisasi dan Parameterisasi Model Daerah Penelitian..... | 31 |
| 5.4. | Hasil Pemodelan Numerik Arah dan Kecepatan Air Tanah..... | 31 |
| BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN..... | | 33 |
| 6.1. | Kesimpulan..... | 33 |
| 6.2. | Saran..... | 33 |
| DAFTAR PUSTAKA | | |
| LAMPIRAN-LAMPIRAN | | |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|----|
| Gambar 1. Siklus hidrologi..... | 4 |
| Gambar 2. Ilustrasi defenisi sistem akuifer..... | 7 |
| Gambar 3. Rentang nilai konduktivitas hidrolis (K) dan permeabilitas (k)..... | 10 |
| Gambar 4. Sistem Pembuangan Terbuka (Open Dumping)..... | 11 |
| Gambar 5. Sistem lahan urug landfill (controlled landfill)..... | 12 |
| Gambar 6. Sistem lahan urug saniter (sanitary landfill)..... | 13 |
| Gambar 7. Lokasi Penelitian | 22 |
| Gambar 8. Hasil Pengukuran Menggunakan GPS Geodetik | 25 |
| Gambar 9. Hasil Pengukuran Setelah Dieksport | 25 |
| Gambar 10. Peta Kontur Permukaan Tanah Daerah Sekitar TPA Tamangapa | 26 |
| Gambar 11. Peta Geologi Kota Makassar..... | 27 |

DAFTAR LAMPIRAN

| | |
|---|----|
| Lampiran 1. Justifikasi Anggaran Penelitian..... | 35 |
| Lampiran 2. Dukungan Sarana dan Prasarana Penelitian..... | 37 |
| Lampiran 3. Susunan Organisasi dan Pembagian Tugas..... | 40 |
| Lampiran 4. Biodata Ketua/Anggota Tim Peneliti..... | 41 |

RINGKASAN

Masalah air tanah adalah suatu hal yang sering menjadi kendala bagi para peneliti maupun insinyur sipil dalam merencanakan pola penanganan perlindungan air tanah ataupun penanganan suatu proyek konstruksi secara cermat dan teliti. Oleh karena itu perlu dilakukan suatu studi yang dapat memberikan informasi yang jelas mengenai keadaan dari air tanah setempat agar dapat dihasilkan suatu tindakan penanganan dan perencanaan yang lebih tepat dan akurat. Tujuan dari studi ini adalah untuk mengetahui arah dan kecepatan air tanah dangkal dengan menggunakan pemodelan numerik tiga dimensi (3D). Lokasi yang menjadi objek penelitian ini adalah tempat pembuangan akhir (TPA) Tamangapa di Antang Kota Makassar. Informasi mengenai keadaan air tanah di lokasi ini menjadi sangat penting akibat tipe TPA yang sifatnya open dumping sangat berpotensi mencemari sumber daya air tanah akibat penyebaran lindi di lokasi tersebut.

Tujuan jangka panjang penelitian ini adalah diharapkan nantinya akan dihasilkan suatu kajian mengenai perkiraan pola penyebaran lindi dari TPA yang dapat dijadikan sebagai acuan dalam rangka mengotimalkan perlindungan sumber daya air tanah. Untuk itu tujuan jangka pendek dalam penelitian ini adalah untuk menghasilkan informasi/gambaran mengenai arah dan kecepatan air tanah di lokasi TPA sebagai informasi awal dalam rencana penanggulangan pencemaran di lokasi tersebut. Dengan mengetahui hasil penelitian ini, diharapkan dapat dihasilkan data dan informasi bagi pemerintah ataupun lembaga pemerintah lokal terkait dalam merumuskan kebijakan penataan TPA dan pola pemanfaatan air tanah yang lebih bersifat berkelanjutan dan tidak berdampak negatif langsung ke masyarakat setempat.

Penelitian ini diawali dengan melakukan survey dan peninjauan lapangan untuk memperoleh informasi awal tentang data air tanah di TPA Tamangapa. Selanjutnya dilakukan penelusuran sumur-sumur pengamatan dengan menggunakan GPS dan pengambilan sampel untuk pengujian di laboratorium. Selain itu, rekaman serta pengambilan foto sebagai dokumentasi penelitian juga dilakukan di setiap titik pengamatan dan dilakukan pula pengumpulan data primer dan data sekunder tentang tinggi air tanah serta pengolahan data. Pengolahan data disini adalah proses konversi data primer dan data sekunder menjadi data yang digunakan dalam pemodelan numerik.

Keyword : Kecepatan aliran air tanah , Arah aliran air tanah, Pemodelan numerik

BAB I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Masyarakat, baik perseorangan maupun kelompok membutuhkan air untuk keperluan sehari-hari dan untuk kebutuhan lainnya. Dari berbagai macam kebutuhan tersebut, maka air untuk keperluan air minum merupakan prioritas utama, di atas segala keperluan yang lain. Hal ini berarti fungsi air sebagai air minum harus diupayakan sebaik-baiknya agar memenuhi persyaratan kualitas dan kuantitasnya, serta digunakan sebaik-baiknya bagi kebutuhan makhluk hidup.

Penyelidikan mengenai keadaan air tanah adalah suatu hal yang sangat penting dalam proyek konstruksi sipil dan peneliharaan lingkungan. Kebutuhan untuk mengetahui kondisi yang terjadi pada air tanah seringkali menjadi kendala bagi ilmuwan atau pun para insinyur sipil untuk melakukan perencanaan yang akurat atau pola penanganan yang tepat dalam melindungi sumber daya air tanah.

Secara umum diketahui bahwa air tanah dalam pengalirannya memiliki arah dan kecepatan di dalam suatu medium berpori. Medium yang dilalui oleh air tanah bisa berupa akuifer terkekang, akuifer semi terkekang, akuifer tak terkekang, akuifer semi tak terkekang, dan akuifer artesis. Akuifer pada dasarnya adalah suatu lapisan, formasi atau kelompok formasi satuan geologi yang dapat dilewati air baik yang terkonsolidasi maupun yang tidak terkonsolidasi dengan kondisi jenuh air dan mempunyai suatu besaran konduktivitas hidrolik sehingga dapat membawa air (atau air dapat diambil) dalam jumlah yang ekonomi (Kodoatie, 1996). Akuifer yang menjadi medium pengaliran memiliki karakteristik yang sangat mempengaruhi sistem pengaliran air tanah. Karakteristik itu bisa berupa konduktivitas hidrolik, porositas, transmisivitas, dan dispersivitas.

Air tanah yang merupakan sumberdaya alam terbarukan (renewable natural resources) saat ini telah memainkan peran penting seperti halnya air permukaan pada penyediaan pasokan kebutuhan air bagi berbagai keperluan sehingga menyebabkan terjadinya pergeseran nilai terhadap air tanah itu sendiri. Mengingat peran air tanah yang semakin penting, maka sumber daya air tanah perlu

mendapatkan perhatian yang lebih baik utamanya dalam usaha mencegah terjadinya pencemaran air tanah baik dari industri maupun fasilitas-fasilitas umum seperti tempat pembuangan akhir (TPA) yang berpotensi menimbulkan pencemaran air tanah.

Di Indonesia, umumnya TPA yang ada masih menggunakan system open dumping. Sistem open dumping ini hanya menggunakan lahan berbentuk cekungan yang kemudian sampah ditumpuk menggunung tanpa adanya lapisan geotekstile dan saluran lindi. Sehingga air lindi meresap ke dalam tanah, Akibatnya terjadi pencemaran air tanah di sekitar TPA. Begitu pula dengan satu – satunya TPA yang beroperasi di Makassar yaitu TPA Tamangapa di Antang yang memiliki luas sekitar 16,8 Ha.

TPA Tamangapa Antang mulai beroperasi pada tahun 1995, sebelum di Tampangapa lokasi TPA di Makassar berada di Panampu, Kecamatan Ujung Tanah yang kemudian berpindah ke Kantinsang, Kecamatan Biringkanaya, lalu dipindahkan lagi ke Tanjung Bunga, Kecamatan Tamalate dan terakhir ditempatkan Tamangapa, Kecamatan Manggala. Pada awalnya TPA Tamangapa hanya dirancang untuk kebutuhan selama 10 tahun, namun kenyatannya hingga saat ini TPA tersebut masih digunakan, yang berarti TPA tersebut sudah berumur hampir 23 tahun. Dari hal ini dapat diasumsikan bahwa pada TPA Tamangapa Kota Makassar telah terjadi pencemaran yang menimbulkan efek sanitasi lingkungan di daerah sekitar TPA. Terlebih lagi lokasi TPA Tamangapa sangat dekat dengan pemukiman serta beberapa pusat aktivitas masyarakat seperti sekolah, tempat ibadah dan kantor-kantor sehingga seringkali muncul keluhan dari penduduk sekitar akibat bau tak sedap yang berasal dari TPA.

Dalam pengolahan sampah, yang menjadi salah satu aspek penting ialah masalah lindi yang harus dikelola dengan baik. Karena apabila hal tersebut tidak dikelola dengan baik maka akan menyebabkan masalah bagi lingkungan dan masyarakat. Air lindi mengandung bakteri dan akan menyebar pada aliran air permukaan dan air bawah tanah. Terlebih lagi sampah-sampah yang dibuang di tempat ini berasal dari pasar-pasar, rumah tangga dan perkantoran yang menyebabkan pembusukan cepat dan akan menghasilkan polutan. Air lindi akan

mempengaruhi kualitas air tanah dangkal dan juga mencemari sumur-sumur penduduk di sekitar yang memanfaatkan air tanah bebas sebagai sumber air bersih.

TPA Tamangapa sendiri memiliki kolam pengendalian lindi yang berfungsi untuk meminimalisir bakteri dan zat – zat berbahaya lainnya yang terdapat pada air lindi. Tetapi dalam pengoperasiannya kolam lindi di TPA Tamangapa tidak berfungsi secara optimal. Ditambah lagi dengan adanya kerusakan pada pipa yang mengalirkan air lindi dari tumpukan sampah ke kolam lindi dan kerusakan pada kolam lindi yang menyebabkan air lindi masuk ke dalam tanah dan mencemari air tanah di sekitar TPA Tamangapa.

Dengan melihat kondisi yang ada di TPA Tamangapa Antang yang sangat berpotensi mencemari air tanah, maka perlu ada penelitian awal untuk memperkirakan seberapa besar kecepatan air tanah di lokasi penelitian dan kemana potensi arah alirannya. Kedua data ini menjadi penting karena sangat mempengaruhi pola penyebaran zat pencemar di dalam air tanah. Penelitian ini dianggap perlu dilakukan sebagai langkah awal dalam membuat keputusan mengenai tindakan yang perlu dilakukan dalam memproteksi sumber daya air tanah di lokasi tersebut.

1.2.Rumusan Masalah

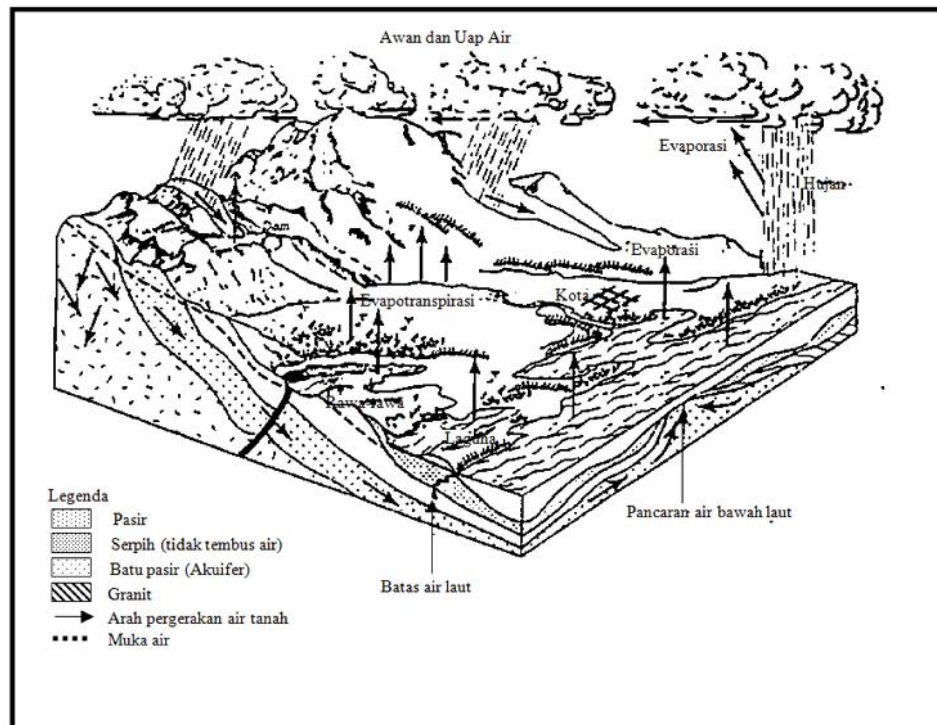
Berdasarkan uraian latar belakang di atas maka dapat diambil rumusan masalah sebagai berikut :

1. Berapa besar potensi kecepatan aliran air tanah di TPA Tamangapa Makassar?
2. Bagaimana kecenderungan arah aliran air tanah di TPA Tamangapa Makassar?
3. Bagaimana tindakan yang diperlukan untuk meminimalisir potensi pencemaran air tanah di TPA Tamangapa Makassar?

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. 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. 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

Akuifer dalam eksistensinya sebagai medium pengaliran dibentuk oleh tanah atau batuan yang dapat dilewati air atau berpori yang terletak di antara lapisan tanah lainnya. 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. Akuifer dapat 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.

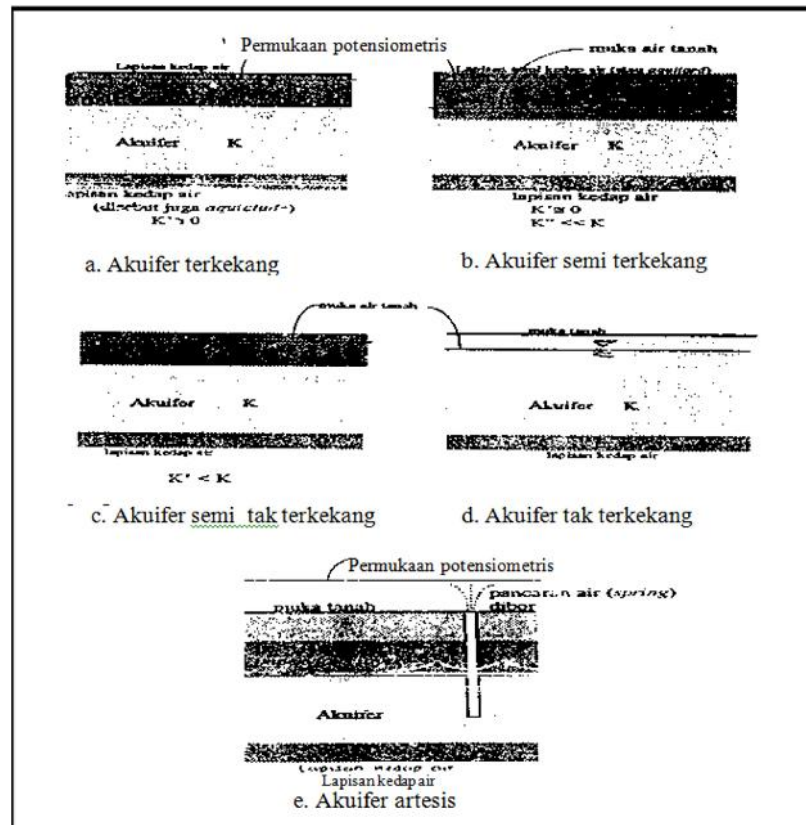
d. Akuifer semi tidak terkekang

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

e. Akuifer artesis

Merupakan akuifer terkekang yang ketinggian hidroliknya 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 hidrolik tersebut.

Beberapa defenisi di atas diilustrasikan pada gambar 2



Gambar 2. Ilustrasi definisi sistem akuifer (Kodoatie, 1996).

2.3. Hukum Darcy

Menurut Darcy, kecepatan air (v) yang mengalir di dalam tanah yang jenuh adalah

$$v = -K \cdot i \quad (1)$$

dengan

K = konduktivitas hidrolis

i = gradien hidrolis; perubahan dalam tinggi (h) per satuan panjang (l) sepanjang pengaliran (dh/dl)

Banyaknya air yang mengalir melalui penampang tanah dengan luas F dalam satuan waktu (debit) (M. Das, 1993) adalah

$$Q = v \cdot F \quad (2)$$

dengan

v = kecepatan air yang mengalir dalam tanah

F = luas penampang tanah yang dilalui air

$$\text{Jadi, } Q = -K \cdot i \cdot F \quad (3)$$

Sedangkan jumlah air yang mengalir dalam satuan waktu t (Volume) adalah,

$$V = Q \cdot t$$

$$= v \cdot F \cdot t$$

$$= -K \cdot i \cdot F \cdot t \quad (4)$$

2.3.1. Konduktivitas hidrolik dan permeabilitas

Seperti diketahui dari persamaan 1, yaitu yang dikenal dengan rumus Darcy, besar kecepatan aliran air tanah adalah

$$v = -K \cdot i$$

$$= -K \cdot dh/dl$$

Dengan K adalah konduktivitas hidrolik, dan besarnya v sebanding dengan butiran tanah rata-rata d , atau ditulis,

$$v \propto d^2$$

Besarnya v juga sebanding dengan berat jenis fluida, atau ditulis,

$$v \propto \gamma = \rho \cdot g$$

v berbanding terbalik dengan viskositas dinamik dari fluida, atau ditulis,

$$v \propto 1/\mu$$

Sehingga besarnya kecepatan aliran air tanah (Kodoatie, 1996), dapat ditulis,

$$v = \frac{-c \cdot d^2 \cdot \rho \cdot g}{\mu} \cdot \frac{dh}{dl} \quad (5)$$

Dengan c adalah konstanta tak berdimensi untuk membuat bentuk proporsional (\propto) menjadi sama dengan ($=$). Sehingga besarnya konduktivitas hidrolik (Kodoatie, 1996) adalah

$$K = \frac{c \cdot d^2 \cdot \rho \cdot g}{\mu} = \frac{k \cdot \rho \cdot g}{\mu} \quad (6)$$

dengan

$$\begin{aligned} k &= c \cdot d^2 \text{ merupakan permeabilitas dengan dimensi } m^2 \\ \mu &= \text{centipoise} = 10^{-3} \text{ Pascal} \cdot \text{detik} = 10^{-3} \text{ Newton} / m^2 \cdot \text{detik} \\ 1 \text{ Newton} &= 1 \text{ kg} \cdot m / \text{detik}^2 \\ \rho &= \text{kg} / m^3 \\ g &= m / \text{detik}^2 \\ K &= m / \text{detik} \end{aligned}$$

Konduktivitas hidrolik K merujuk pada sifat-sifat fluida dan batuan atau merupakan fungsi dari sifat fluida dan tanah. Sedangkan parameter permeabilitas k (permeabilitas intrinsik spesifik) merujuk hanya pada sifat-sifat batuan dan menunjukkan besar luas areal batuan yang dilalui oleh fluida. Dimensi dari k seperti disebutkan di atas adalah L^2 dan ini bisa cm^2 atau m^2 . Bila dipakai dimensi cm^2 atau m^2 , nilai k akan menjadi sangat kecil, maka umumnya dalam geologi digunakan satuan Darcy yang didefinisikan sebagai permeabilitas yang akan menghasilkan debit spesifik sebesar satu $cm^3/detik$ untuk suatu fluida dengan viskositas satu centipoise dengan gradien hidrolis yang membuat terminologi $\rho g dh/dl$ sama dengan satu atm/cm , (Kodoatie, 1996). Definisi ini dapat ditulis,

$$k = \frac{(Q / F) \cdot \mu}{dp / dl} \quad (7)$$

Satuannya dapat ditulis

$$k = \frac{[(cm^3 / detik) \cdot (1 / cm^2)] \cdot 1 \text{ centipoise}}{1 \text{ atm} / cm} = 1 \text{ Darcy}$$

dengan

dl = derivative (pada sumbu horizontal (x) untuk sistem koordinat)

1 atm = 1,013 x 10⁵ Pascal

1 centipoise = 10⁻³ Pascal . detik = 10⁻³ Newton/m².detik

1 Newton = 1 kg . m / detik²

sehingga 1 Darcy =10⁻⁸ cm².

Nilai konduktivitas hidrolis dan permeabilitas untuk berbagai jenis tanah dapat dilihat pada gambar 3.

| Rocks (Batuan) | Unconsolidated Deposits | k | k | K | K | K |
|---|----------------------------|-------------------|--------------------|-------------------|-------------------|----------------------------|
| | | (darcy) | (cm ²) | (cm/det) | (m/det) | (gal/day/ft ²) |
| Karst Limestone Permeable basalt | | 10 ³ | 10 ³ | 10 ² | 1 | |
| | | 10 ⁴ | 10 ⁴ | 10 | 10 ⁻¹ | 10 ⁶ |
| | | 10 ⁵ | 10 ⁵ | 1 | 10 ⁻² | 10 ⁵ |
| | | 10 ⁶ | 10 ⁶ | 10 ⁻¹ | 10 ⁻³ | 10 ⁴ |
| | | 10 | 10 ⁷ | 10 ⁻² | 10 ⁻⁴ | 10 ³ |
| | | 1 | 10 ⁸ | 10 ⁻³ | 10 ⁻⁵ | 10 ² |
| | | 10 ⁻¹ | 10 ⁹ | 10 ⁻⁴ | 10 ⁻⁶ | 10 |
| | | 10 ⁻² | 10 ¹⁰ | 10 ⁻⁵ | 10 ⁻⁷ | 1 |
| | | 10 ⁻³ | 10 ¹¹ | 10 ⁻⁶ | 10 ⁻⁸ | 10 ⁻¹ |
| | | 10 ⁻⁴ | 10 ¹² | 10 ⁻⁷ | 10 ⁻⁹ | 10 ⁻² |
| fractured metamorphic & igneous rock Limestone & dolomite batuan pasir | | 10 ⁻⁵ | 10 ¹³ | 10 ⁻⁸ | 10 ⁻¹⁰ | 10 ⁻³ |
| | | 10 ⁻⁶ | 10 ¹⁴ | 10 ⁻⁹ | 10 ⁻¹¹ | 10 ⁻⁴ |
| | | 10 ⁻⁷ | 10 ¹⁵ | 10 ⁻¹⁰ | 10 ⁻¹² | 10 ⁻⁵ |
| | | 10 ⁻⁸ | 10 ¹⁶ | 10 ⁻¹¹ | 10 ⁻¹³ | 10 ⁻⁶ |
| | | 10 ⁻⁹ | 10 ¹⁷ | 10 ⁻¹² | 10 ⁻¹⁴ | 10 ⁻⁷ |
| | | 10 ⁻¹⁰ | 10 ¹⁸ | 10 ⁻¹³ | 10 ⁻¹⁵ | 10 ⁻⁸ |
| | | 10 ⁻¹¹ | 10 ¹⁹ | 10 ⁻¹⁴ | 10 ⁻¹⁶ | 10 ⁻⁹ |
| | | 10 ⁻¹² | 10 ²⁰ | 10 ⁻¹⁵ | 10 ⁻¹⁷ | 10 ⁻¹⁰ |
| | | 10 ⁻¹³ | 10 ²¹ | 10 ⁻¹⁶ | 10 ⁻¹⁸ | 10 ⁻¹¹ |
| | | 10 ⁻¹⁴ | 10 ²² | 10 ⁻¹⁷ | 10 ⁻¹⁹ | 10 ⁻¹² |
| Unfractured metamorphic & igneous rock shale Unweathered marine clay Glacial till silt, loess kerikil lanau pasir kerikil | | 10 ⁻¹⁵ | 10 ²³ | 10 ⁻¹⁸ | 10 ⁻²⁰ | 10 ⁻¹³ |
| | | 10 ⁻¹⁶ | 10 ²⁴ | 10 ⁻¹⁹ | 10 ⁻²¹ | 10 ⁻¹⁴ |
| | | 10 ⁻¹⁷ | 10 ²⁵ | 10 ⁻²⁰ | 10 ⁻²² | 10 ⁻¹⁵ |
| | | 10 ⁻¹⁸ | 10 ²⁶ | 10 ⁻²¹ | 10 ⁻²³ | 10 ⁻¹⁶ |
| | | 10 ⁻¹⁹ | 10 ²⁷ | 10 ⁻²² | 10 ⁻²⁴ | 10 ⁻¹⁷ |
| | | 10 ⁻²⁰ | 10 ²⁸ | 10 ⁻²³ | 10 ⁻²⁵ | 10 ⁻¹⁸ |
| | | 10 ⁻²¹ | 10 ²⁹ | 10 ⁻²⁴ | 10 ⁻²⁶ | 10 ⁻¹⁹ |
| | | 10 ⁻²² | 10 ³⁰ | 10 ⁻²⁵ | 10 ⁻²⁷ | 10 ⁻²⁰ |
| | | 10 ⁻²³ | 10 ³¹ | 10 ⁻²⁶ | 10 ⁻²⁸ | 10 ⁻²¹ |
| | | 10 ⁻²⁴ | 10 ³² | 10 ⁻²⁷ | 10 ⁻²⁹ | 10 ⁻²² |

Gambar 3. Rentang nilai konduktivitas hidrolis (K) dan permeabilitas (k) (Kodoatie, 1996).

2.4. Tempat Pembuangan Akhir Sampah

Tempat pembuangan akhir (TPA) sampah merupakan tempat dimana sampah diisolasi atau ditimbun agar tidak mengganggu lingkungan. Damanhuri, 2004 mengemukakan bahwa sistem tempat pembuangan akhir (TPA) sampah yang lazim digunakan di Indonesia ada tiga cara yaitu :

1. TPA dengan sistem pembuangan terbuka (open dumping)

Sistem pembuangan terbuka (open dumping) merupakan cara pengelolaan sampah yang paling banyak diterapkan di Indonesia karena merupakan sistem pengelolaan yang paling sederhana dimana sampah dibuang begitu saja dalam sebuah tempat pembuangan akhir tanpa perlakuan lebih lanjut (Gambar 4). Keuntungan utama dari sistem open dumping adalah murah dan sederhana. Kekurangannya, sistem open dumping sama sekali tidak memperhatikan sanitasi lingkungan sehingga terjadi pencemaran udara oleh gas, bau dan debu, pencemaran air tanah oleh air lindi resiko kebakaran cukup besar, mendorong tumbuhnya sarang vektor penyakit (tikus, lalat, nyamuk), mengurangi estetika lingkungan, lahan tidak dapat digunakan kembali.



Gambar 4. Sistem Pembuangan Terbuka (Open Dumping)

2. TPA dengan sistem lahan urug landfill (controlled landfill)

Sistem lahan urug landfill (controlled landfill) merupakan sistem peningkatan dari cara open dumping tetapi belum sebaik sanitary landfill. Sampah yang datang setiap hari diratakan dan dipadatkan dengan menggunakan alat berat. Kemudian, sampah yang sudah dipadatkan tersebut dilapisi dengan tanah setiap lima atau seminggu sekali. Hal ini dilakukan untuk mengurangi bau, mengurangi perkembangbiakan lalat, dan mengurangi keluarnya gas metan.

Selain itu, dibuat juga saluran drainase untuk mengendalikan aliran air hujan, saluran pengumpul air lindi (leachate) dan instalasi pengolahannya, pos pengendalian operasional, dan fasilitas pengendalian gas metan (Gambar 5). Kelebihan dari sistem lahan urug landfill ialah dampak negatif terhadap lingkungan dapat diperkecil, lahan dapat digunakan kembali setelah dipakai, estetika lingkungan cukup baik. Sedangkan kekurangan sistem lahan urug landfill ialah operasi lapangan relatif lebih sulit, biaya operasi dan perawatan cukup besar, memerlukan personalia lapangan yang cukup terlatih.

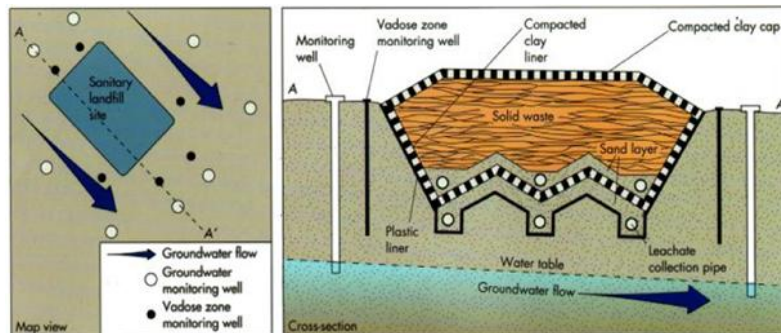


Gambar 5. Sistem lahan urug landfill (controlled landfill)

3. TPA dengan sistem lahan urug saniter (sanitary landfill)

Sistem lahan urug saniter (sanitary landfill) merupakan metode dimana sampah diurug dan dibuang secara sistematis dan sudah memperhatikan sanitasi lingkungan (Anonim, 2014). Sampah diletakkan pada lokasi cekung, kemudian dihamparkan lalu dipadatkan untuk kemudian dilapisi dengan tanah penutup harian setiap hari akhir operasi dan dipadatkan kembali setebal 10% -15% dari ketebalan lapisan sampah untuk mencegah berkembangnya penyakit, penyebaran debu dan sampah ringan yang dapat mencemari lingkungan sekitarnya (Gambar 6). Keuntungan dari sistem lahan urug saniter yaitu timbulan gas metan dan air lindi terkontrol dengan baik sehingga tidak mencemari lingkungan. timbulan gas metan dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi setelah selesai pemakaiannya,

area lahan urug dapat digunakan untuk berbagai keperluan seperti areal parkir, lapangan golf, dan kebutuhan lain, biaya investasi lebih rendah dibandingkan metode lain dapat menerima berbagai tipe sampah, fleksibel terhadap fluktuasi kuantitas sampah, lahan dapat digunakan kembali setelah pemakaian. Sedangkan kekurangan system lahan urug saniter ialah aplikasi sistem pelapisan dasar (liner) yang rumit, aplikasi tanah penutup harian yang mahal, aplikasi sistem lapisan penutup akhir, biaya aplikasi pipa penyalur gas metan dan instalasi pengkonversian gas metan menjadi sumber energi, biaya aplikasi pipa-pipa pengumpul dan penyalur air lindi (leachate) dan instalasi pengolah air lindi, dengan meningkatnya populasi semakin sulit untuk menentukan lahan, jika operasi tidak sesuai dapat berubah seperti metode open dumping, lahan dapat mengalami penurunan dan memerlukan perawatan yang periodik, gas yang dihasilkan dapat meledak, misal metan, dan berbahaya bila tidak dikelola dengan baik (Astuti, 2013).



Gambar 6 Sistem lahan urug saniter (sanitary landfill)

2.5. Roadmap Penelitian

Studi sebelumnya telah dilakukan dalam kaitannya dengan penelitian air tanah di Kota Makassar antara lain:

1. Konservasi Air Tanah Melalui Pembuatan Sumur Resapan Air Hujan Di Kelurahan Maradekaya Kota Makassar. Studi bertujuan untuk memberikan solusi dalam melindungi sumber daya air tanah dengan menggunakan sumur

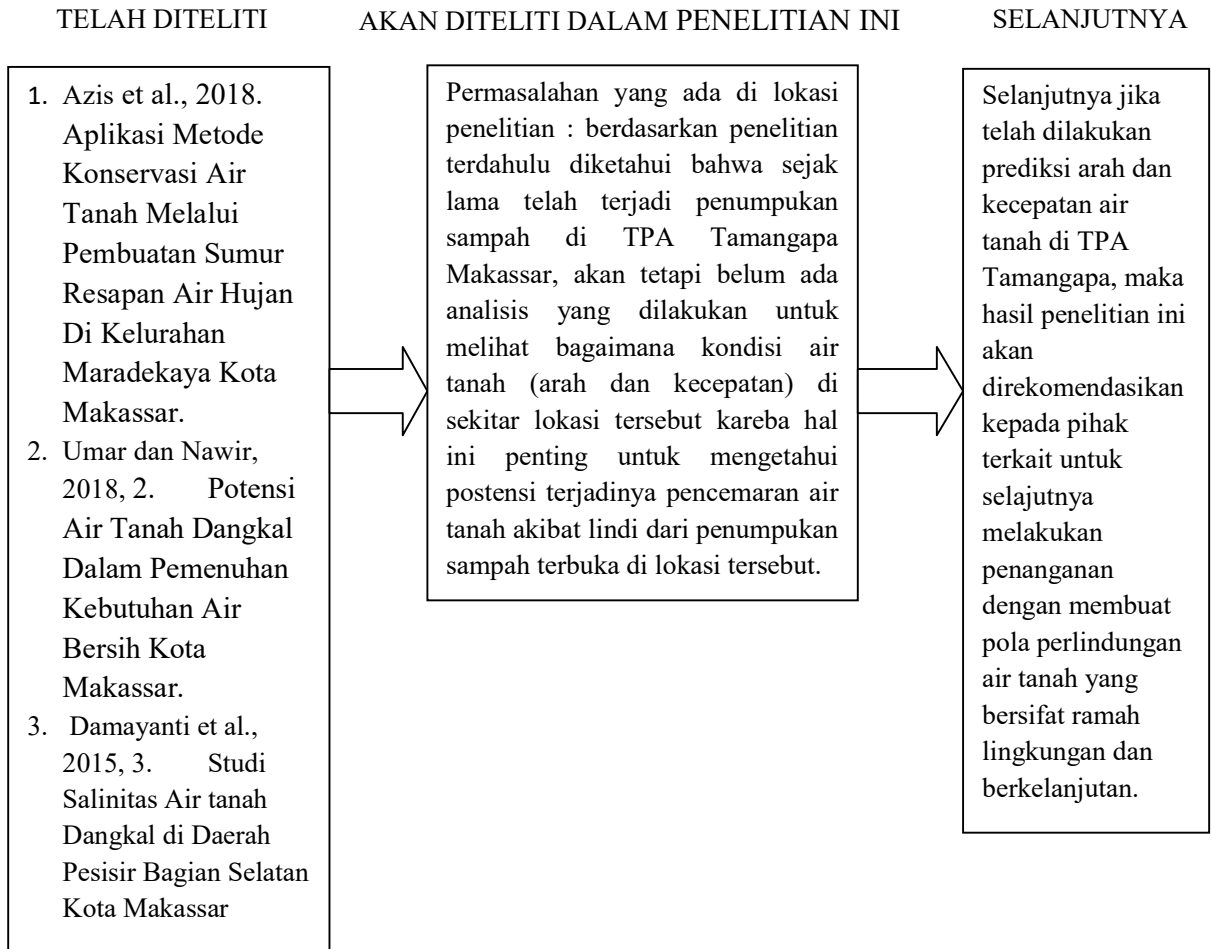
resapan. Studi ini menemukan bahwa penggunaan sumur resapan sangat potensial dalam mengisi sumber air tanah (Azis et al., 2016).

2. Potensi Air Tanah Dangkal Dalam Pemenuhan Kebutuhan Air Bersih Kota Makassar. Studi ini bertujuan untuk memetakan penyebaran air tanah dangkal di kota Makassar dengan menggunakan metode kombinasi antara penelitian kualitatif dan kuantitatif dan memadukan antara data lapangan, studi pustaka dan data dari laboratorium. Mereka menemukan bahwa Potensi air tanah dangkal yang memenuhi syarat dalam pemenuhan kebutuhan air bersih berada pada bagian timur Kota Makassar dengan satuan morfologi pedataran bergelombang, Tersusun atas satuan batuan tufa, aglomerat dan struktur kekar yang memiliki nilai kisaran pH 7-8 serta air yang bening (Umar dan Nawir, 2018).
3. Studi Salinitas Air tanah Dangkal di Daerah Pesisir Bagian Selatan Kota Makassar. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah mengacu pada SNI 6989.58:2008 untuk pengambilan sampel air sumur. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh intrusi air laut terhadap air tanah di Makassar. Studi ini menemukan bahwa kondisi air tanah sumur dangkal pada pesisir bagian selatan Kota Makassar telah tercemar oleh air asin sehingga berubah menjadi payau hingga asin (Damayanti et al., 2015).

Berdasarkan hasil penelitian tersebut di atas memberikan gagasan kepada tim peneliti untuk meneliti arah dan kecepatan air tanah di TPA Tamangapa Makassar dengan menggunakan pemodelan numerik berdasarkan kondisi/data di lapangan.

Jika digambarkan dalam Roadmap penelitian ditunjukkan pada gambar berikut ini

:



BAB III. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

3.1. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Menghasilkan informasi mengenai potensi kecepatan aliran air tanah di TPA Tamangapa Makassar.
2. Menghasilkan informasi mengenai kecenderungan arah aliran air tanah di TPA Tamangapa Makassar.
3. Sebagai salah satu sumber informasi untuk merumuskan kebijakan dalam memproteksi air tanah di lokasi tersebut.

3.2. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini berupa hasil analisa numeric mengenai kecepatan dan arah aliran air tanah di TPA Tamngapa berdasarkan data lapangan yang nantinya berguna untuk merumuskan kebijakan (dalam hal ini bagi pemerintah setempat atau departemen terkait) dalam memproteksi sumber daya air tanah di daerah tersebut.

3.3. Target Luaran

Target luaran yang diharapkan dari penelitian ini adalah diperolehnya hasil perkiraan arah dan kecepatan aliran air tanah di TPA Tamangapa yang dapat dijadikan sebagai acuan bagi pemerintah dan instansi terkait untuk memproteksi sumber daya air tanah di lokasi tersebut dan juga menjadi cikal bakal penelitian penyebaran zat pencemar yang lebih kompleks dan komprehensif di masa-masa yang akan datang.

BAB IV. METODE PENELITIAN

4.1. Tahapan-Tahapan Penelitian

Tahapan-tahapan penelitian ini meliputi pengumpulan data, survey lapangan, analisis data sampai dengan penilaian kinerja.

Adapun prosedurnya sebagai berikut :

1. Tahap I : Persiapan/pendahuluan meliputi :
 - a) Permohonan perizinan secara tertulis kepada instansi pengelola air tanah.
 - b) Suvey/peninjauan lapangan.
2. Tahap II : Pengambilan data Primer terdiri dari :
 - a) Penelusuran di sepanjang daerah TPA dan menandai setiap lokasi pengamatan dengan menggunakan GPS.
 - b) Merekam serta mengambil foto sebagai dokumentasi penelitian disetiap titik pengamatan.
 - c) Pengukuran muka air tanah di setiap titik pengamatan.
 - d) Pengambilan sampel tanah di lapangan untuk pengujian di laboratorium mekanika tanah.
3. Tahap III pengumpulan data primer dan data sekunder.
4. Tahap IV pengolahan data:

Dalam hal ini digunakan pemodelan 3D (tiga dimensi) dengan memakai program MODFLOW yang digunakan untuk aliran air tanah. Program ini menggunakan metode beda hingga yang dapat dipergunakan hanya untuk aliran dengan kondisi jenuh air.

4.2. Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Tamangapa Antang Kota Makassar.

4.3. Alat dan software yang digunakan

1. Alat *survey* lapangan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

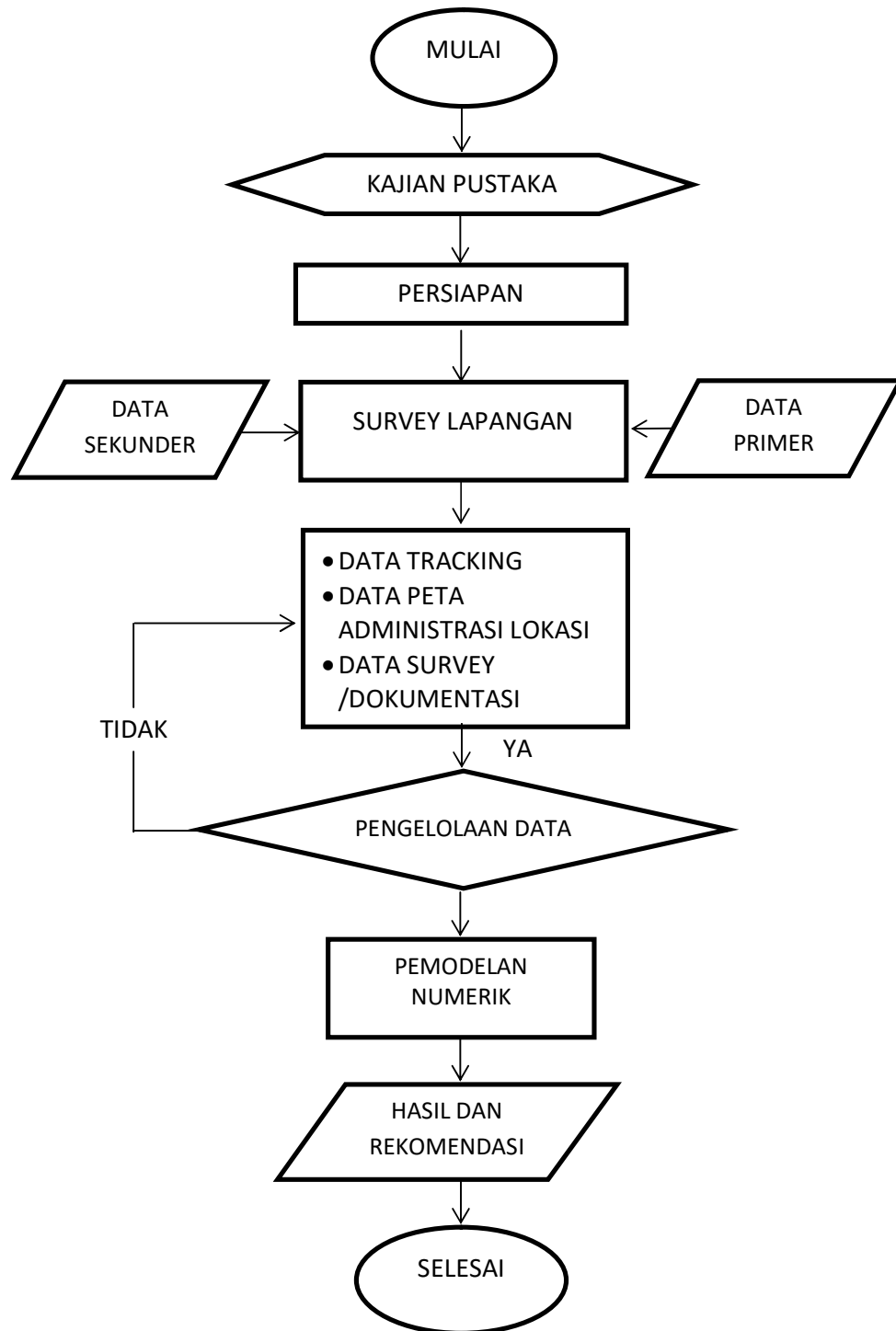
- a) Sekop
- b) Karung untuk sampel tanah
- c) Kendaraan
- d) GPS (*Global Position system*)
- e) Meteran
- f) Kamera
- g) APD (Alat Pelindung Diri)

2. *Software* pengolahan data

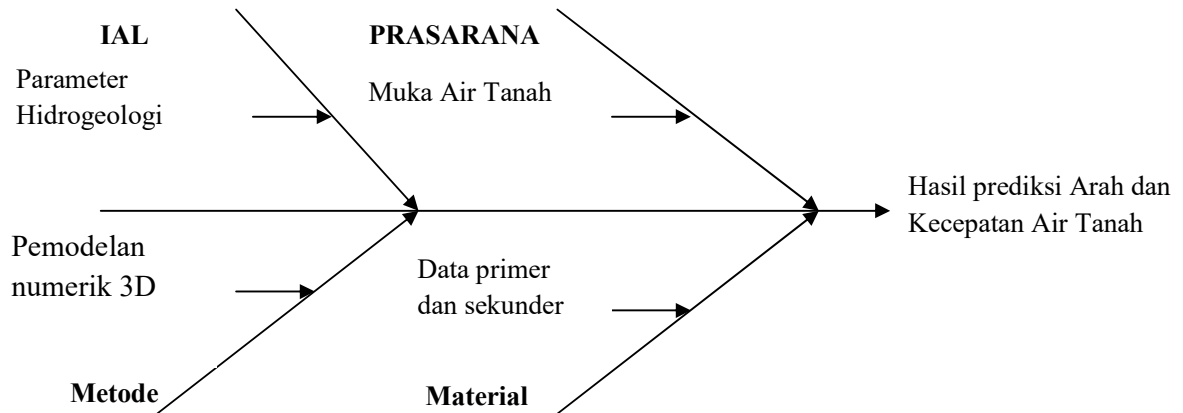
Adapun *software*/aplikasi komputer yang digunakan adalah sebagai berikut :

- a) *MODFLOW*
- b) *Microsoft office 2010*
- c) *Microsoft excel 2010*
- d) *Surfer*
- e) *Mapsource*

4.4. Bagan Alir/Rancangan Penelitian



4.5. Fish Bone Diagram



4.6. Teknik pengumpulan data

Jenis data yang akan digunakan adalah data primer dan data sekunder yang bersumber dari penelitian terdahulu dan dokumen resmi dari instansi terkait dan data primer hasil wawancara dan pengukuran lapangan. Data primer diperoleh dari hasil pengamatan di lapangan menggunakan GPS, serta wawancara dengan masyarakat setempat. Data sekunder yang diperlukan berupa data dan peta yang berkaitan dengan penggunaan air tanah dari Instansi Provinsi (Dinas Energi dan Sumber Daya Mineral) dan Instansi Pemerintah Kabupaten/Kota (Dinas yang menangani urusan pertambangan dan sumber daya air).

4.7. Analisa Data

Setelah mendapatkan data yang diperlukan, langkah selanjutnya adalah mengolah data tersebut. Pada tahap mengolah atau menganalisis data dilakukan

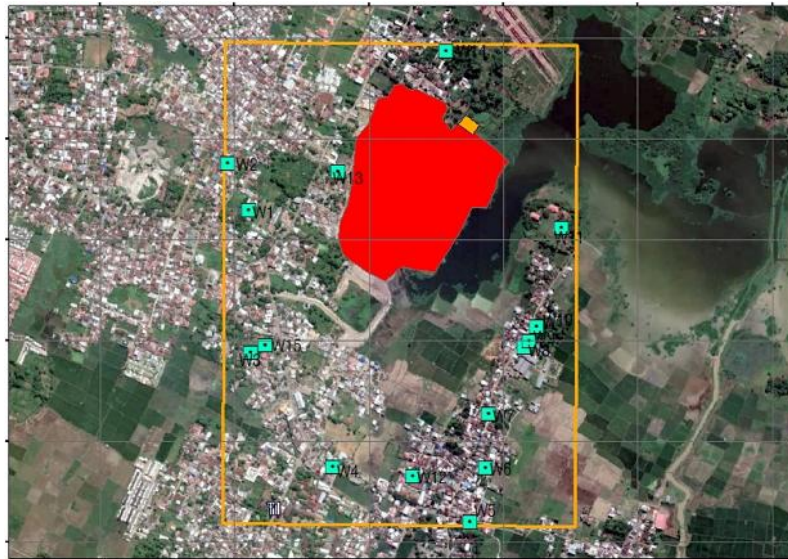
dengan memasukkan data pengukuran ke dalam model numerik 3D (tiga dimensi) MODFLOW .

BAB V. HASIL KEMAJUAN PENELITIAN

5.1. Gambaran Umum Daerah Penelitian

5.1.1. Letak dan Luas

TPA Tamangapa Makassar terletak pada Kecamatan Manggala, Desa Tamangapa, tepatnya pada koordinat $5,1752^{\circ}\text{LS}$ $119,4935^{\circ}\text{BT}$ dan berada ± 15 Km dari pusat Kota Makassar, Provinsi Sulawesi Selatan, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 7. TPA Tamangapa pertama kali beroperasi pada tahun 1993 dan hingga saat ini masih menjadi satu – satunya tempat pembuangan sampah padat perkotaan. Semenjak dioperasikan dari tahun 1995, luas TPA yang awalnya hanya sekitar 14,3 Ha kini bertambah menjadi 16,8 Ha.



Gambar 7. Lokasi Penelitian

Secara administratif, TPA Tamangapa terletak di Kecamatan Manggala dan lokasinya sangat dekat dengan areal perumahan sehingga sering dikeluhkan oleh penduduk setempat terkait dengan bau tak sedap yang berasal dari TPA, utamanya saat musim hujan. Kecamatan Manggala merupakan salah satu

kecamatan di Kota Makassar yang tidak berbatasan langsung dengan laut. Luas wilayah sebesar 24,14 km² atau sekitar 13,73% dari luas keseluruhan wilayah Kota Makassar dengan kepadatan penduduk 4.101 jiwa/km².

Dari lokasi TPA, terdapat beberapa pusat aktivitas lain seperti tempat ibadah dan sekolah serta perkantoran yang berjarak sekitar 1 km. Sejak tahun 2000, ada beberapa perumahan yang didirikan di sekitar TPA antara lain Perumahan Antang, Perumahan TNI Angkatan Laut, Perumahan Graha Jannah, Perumahan Griya Tamangapa dan Perumahan Taman Asri Indah.

5.1.2. Iklim dan Curah Hujan

Kota Makassar termasuk daerah yang beriklim sedang hingga tropis. Suhu udara rata-rata Kota Makassar dalam 10 tahun terakhir berkisar antara 24,5°C sampai 28,9°C dengan intensitas curah hujan yang bervariasi. Intensitas curah hujan tertinggi berlangsung antara bulan November hingga Februari. Tingginya intensitas curah hujan menyebabkan timbulnya genangan air di sejumlah wilayah kota ini. Selain itu, kurangnya daerah resapan dan drainase yang tidak berfungsi dengan baik memicu timbulnya bencana banjir.

Menurut pencatatan Stasiun Meteorologi Martitim Paotere, Kota Makassar memiliki iklim sebagai berikut (Badan Pusat Statistik, 2018) :

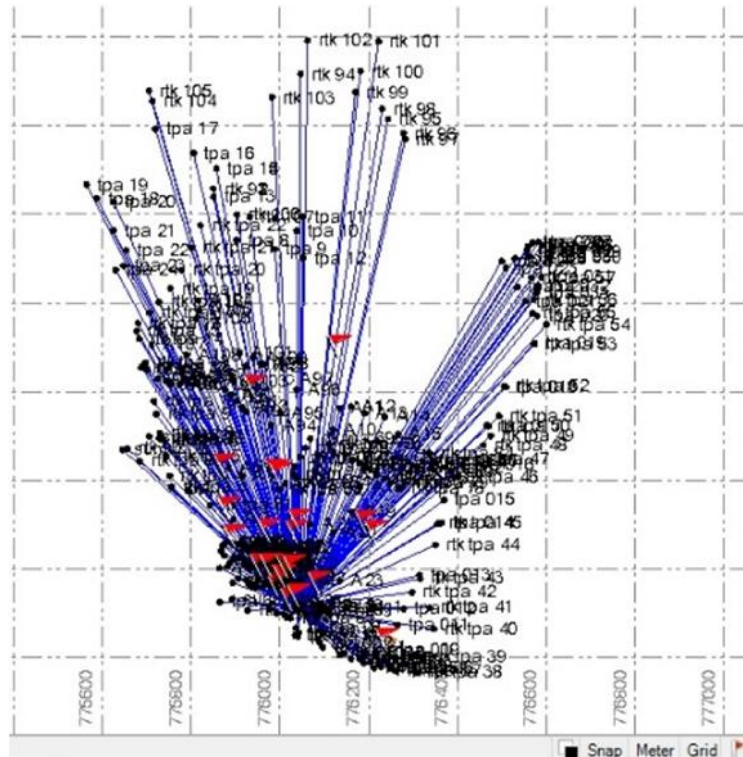
- a. Kota Makassar memiliki suhu udara rata – rata berkisar 24,9°C – 32,1°C.
- b. Kelembaban udara Kota Makassar berkisar antara 72% - 81% dengan lama penyinaran matahari rata – rata 64%
- c. Kecepatan angin rata – rata 4 knot/jam

Curah hujan tahunan Kota Makassar rata - rata 311 mm, dimana bulan Desember merupakan bulan dengan curah hujan tertinggi yaitu sekitar 955 mm/bulan dan curah hujan terendah pada bulan Juli yang hanya berkisar 23 mm/bulan dengan jumlah hari hujan per tahun adalah 200 hari.

5.1.3. Kondisi Topografis

Kondisi topografi di wilayah Kecamatan Manggala cukup variatif. Topografi wilayah kecamatan ini berrelief dataran rendah hingga dataran tinggi, dengan elevasi 2-22 m di atas permukaan laut. Penggunaan lahan untuk pertanian sawah dan tegalan/kebun merupakan yang terluas dibandingkan kecamatan lain yakni 827 ha dan 411 ha dengan potensi produksi 4774,90 ton dan 1360,84 ton. Di sektor perikanan darat memiliki potensi yang kecil. Tahun 2008 produksinya hanya sekitar 59,10 ton atau senilai 1.156.200 rupiah.

Dari hasil pengukuran menggunakan alat ukur GPS Geodetik dengan metode *Statik* dan *RTK Radio* terlampir pada lampiran 1. Hasil pengukuran tersebut diambil dari *controller* yang telah terhubung dengan GPS ketika melakukan pengukuran. Selanjutnya aplikasi *Trimble Bussines Centre* digunakan untuk mengambil koordinat dari setiap titik hasil pengukuran yang diekspor ke dalam format *Microsoft Excel*. Adapun hasil pengukuran yang diolah menggunakan *Trimble Bussines Centre* dapat dilihat pada gambar 8 dan gambar 9.



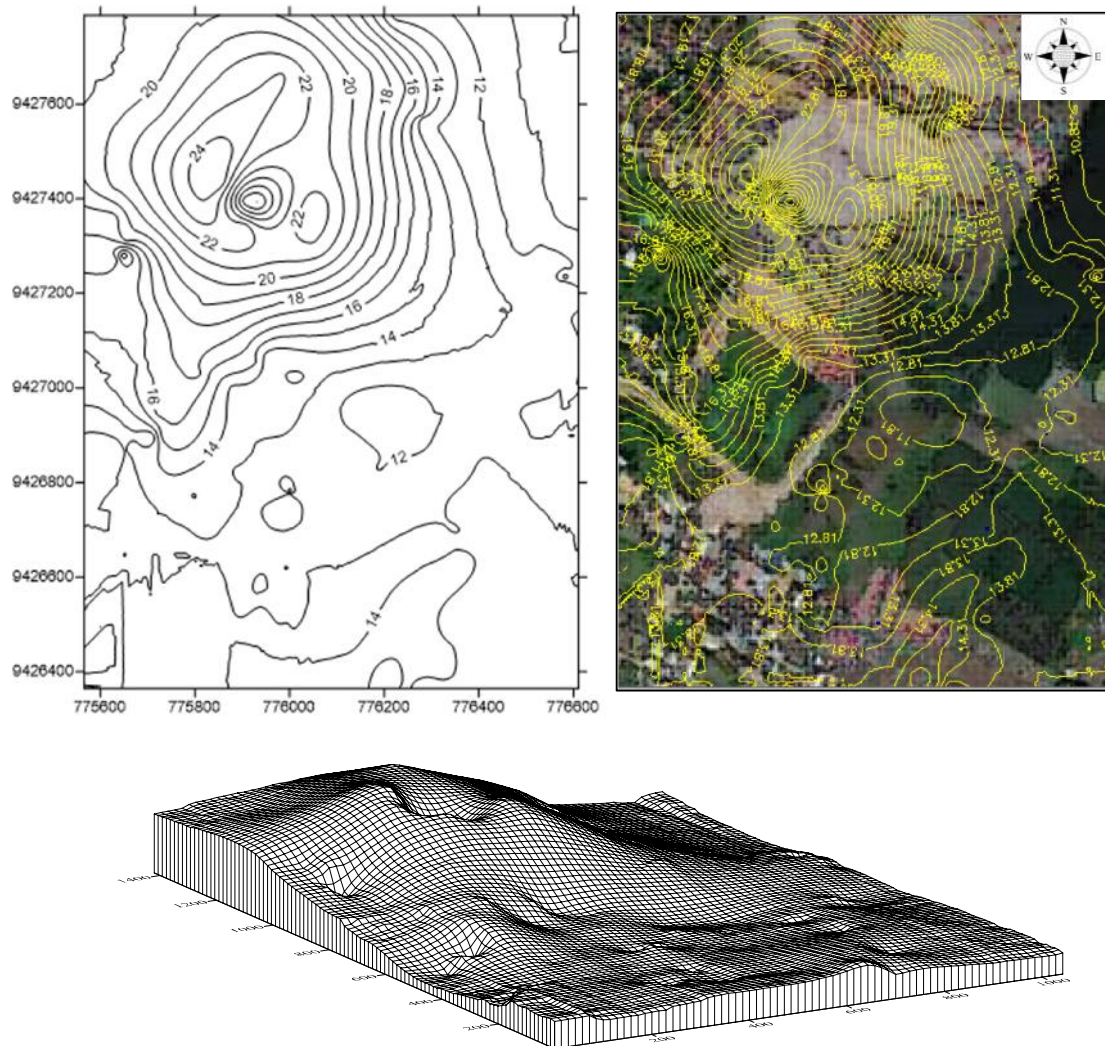
Gambar 8. Hasil Pengukuran Menggunakan GPS Geodetik

| Point List | | | | | |
|------------|------------|-------------|-----------|--------------|--|
| ID | Easting | Northing | Elevation | Feature Code | |
| A1 | 775796.561 | 9426775.586 | 61.959 | Det | |
| A2 | 775895.712 | 9426709.592 | 61.760 | Det | |
| A3 | 775876.228 | 9426653.654 | 61.876 | Det | |
| A4 | 775876.307 | 9426653.572 | 61.874 | Det | |
| A5 | 775876.309 | 9426653.579 | 61.872 | Det | |
| A6 | 775886.427 | 9426825.587 | 61.926 | Det | |
| A7 | 775915.455 | 9426808.397 | 62.002 | Det | |
| A8 | 776039.806 | 9426802.023 | 61.189 | Det | |
| A9 | 776087.199 | 9426853.427 | 61.163 | Det | |
| A10 | 776121.351 | 9426910.675 | 61.056 | Det | |
| A11 | 776135.997 | 9426959.296 | 60.551 | Det | |
| A12 | 776161.471 | 9426963.731 | 60.545 | Det | |
| A13 | 776192.824 | 9426948.238 | 60.371 | Det | |
| A14 | 776237.840 | 9426940.512 | 60.316 | Det | |
| A15 | 776267.555 | 9426901.423 | 60.555 | Det | |
| A16 | 776222.673 | 9426883.336 | 60.776 | Det | |
| A17 | 776190.162 | 9426832.201 | 60.822 | Det | |
| A18 | 776181.532 | 9426782.196 | 61.212 | Det | |
| A19 | 776163.434 | 9426726.918 | 61.307 | Det | |
| A20 | 776120.805 | 9426680.142 | 61.740 | Det | |

Gambar 9. Hasil Pengukuran Setelah Diekspor

Setelah hasil pengukuran diekspor ke dalam bentuk *Microsoft Excel*, dilanjutkan dengan membuat peta kontur daerah sekitar TPA Tamangapa menggunakan aplikasi *Surfer*. Hasil peta kontur permukaan tanah dari *Surfer*

dapat dilihat pada gambar 10. Dari hasil pengukuran topografi diketahui bahwa tinggi permukaan tanah di lokasi TPA cukup variatif berkisar antara 12 m sampai dengan 24 m dari permukaan laut. Secara umum, posisi TPA berada lebih tinggi dari daerah yang ada disekitarnya.



Gambar 10. Peta Kontur Permukaan Tanah Daerah Sekitar TPA Tamangapa

5.2. Data Geologi dan Hidrogeologi

5.2.1. Data Geologi

Bappeda menyatakan bahwa batuan penyusun di Kota Makassar terdiri atas 3 satuan batuan, yaitu : Formasi Camba, Formasi Baturape-Cindako dan Satuan aluvial.

Formasi Camba dapat dijumpai di daerah sekitar kampus UMI Panaikang, PLTU, Daya, Sudiang (Polda), lapangan golf Badokka, dan Kawasan Industri Makassar (KIMA). Formasi batuan camba terdiri dari batuan sedimen laut yang bersilangan dengan batuan gunung api, penyebaran formasi camba dari utara ke selatan dan bagian timur kota Makassar.



Gambar 11. Peta Geologi Kota Makassar

Batuan penyusun kedua yaitu formasi Baturape-Cindako yang terbentuk dari batuan hasil erupsi gunung api, baik berupa efusif maupun eksplosif. Satuan ini formasi batuan ini terdiri dari lelehan lava dan disisipi tufa halus dan kasar, breksi vulkanik dengan kedudukan lapisan batuan Timur laut – Barat daya dengan kemiringan 12° - 14° ke arah tenggara. Penyebaran formasi batuan baturape cindako dapat dijumpai disekitar Perumnas Antang, Bukit Nepo – Nepo dan dibagian selatan Kota Makassar.

Satuan batuan yang terakhir adalah satuan aluvial yang terbentuk dari lempung, pasir, kerikil, yang terkonsolidasikan. Endapan aluvial merupakan endapan yang telah mengalami proses pelapukan yang kemudian terbawa dan diendapkan di tempat yang lebih rendah. Satuan aluvial umumnya dijumpai di sepanjang pantai bagian barat Kota Makassar (Kaharuddin, 2008).

Untuk jenis tanah yang ada di wilayah Makassar terdiri dari tanah inceptisol dan tanah ultisol. Tanah inceptisol merupakan jenis tanah yang tergolong sebagai tanah muda. Jenis tanah inceptisol terdapat hampir diseluruh wilayah kota Makassar. Tanah ini dibentuk dari berbagai macam bahan batuan induk seperti alivium, batu liat, batu pasir, dan batu gamping. Penyebaran tanah inceptisol terdapat di daerah daratan struktur berelief datar, dan dataran perbukitan.

Sedangkan tanah ultisol memiliki adalah jenis tanah berwarna kemerahan dan banyak mengandung lapisan tanah liat dan mempunyai sifat asam. Warna kemerahan diakibatkan oleh kandungan logam, yaitu besi dan aluminium yang teroksidasi. Jenis tanah ultisol umumnya terdapat di wilayah tropis hutan hujan, yang secara alamiah cocok untuk penanaman hutan dan juga sering digunakan sebagai material untuk konstruksi bangunan.

Untuk tanah di daerah TPA berada pada batuan penyusun formasi Baturape-Cindako yang terbentuk dari batuan hasil erupsi gunung api merupakan jenis tanah pasir berlempung dengan nilai konduktivitas hidrolik tercantum pada tabel 2.1 dan porositas tercantum pada tabel 2.2.

Tabel 2.1 Nilai Konduktivitas Hidrolik Pada Beberapa Jenis Tanah

| Jenis tanah | Koefisien rembesan (K) (cm/detik) |
|--------------------------|--------------------------------------|
| Pasir mengandung lempung | 10^{-2} sampai 5×10^{-3} |
| Pasir halus | 5×10^{-2} sampai 10^{-3} |

| | |
|-----------------|-------------------------------------|
| Pasir kelanauan | 2×10^{-3} sampai 10^{-4} |
| Lanau | 5×10^{-4} sampai 10^{-5} |
| Lempung | 10^{-6} sampai 10^{-9} |

Sumber : (Laurence, 1997)

Tabel 2.2 Kisaran Harga Porositas Pada Beberapa Jenis Tanah

| Jenis / Material Tanah | Kisaran Porositas |
|--|-------------------|
| Pasir dan kerikil seragam | 0,25-0,50 |
| Campuran pasir dan kerikil | 0,20-0,35 |
| Pasir kasar | 0,25-0,35 |
| Pasir sedang (medium) | 0,35-0,40 |
| Pasir halus | 0,40-0,50 |
| <i>Glacial till</i> | 0,10-0,20 |
| <i>Shale</i> | 0,01-0,10 |
| Dolomite, retakan (<i>fractrued</i>) | 0,07-0,11 |
| Pasir lanauan | 0,39 |
| Lanau (<i>silt</i>) | 0,35-0,50 |
| Lanau berliat | 0,34 |
| Batu <i>granite</i> , retakan (<i>fractured</i>) | 0,02-0,08 |
| Batupasir (<i>sandstone</i>) | 0,14-0,49 |
| Liat endapan danau (<i>clay</i>) | 0,40-0,44 |

| | |
|----------------------------|-----------|
| <i>lacustrine</i>) | |
| Liat | 0,33-0,60 |
| Tanah pada umumnya (soils) | 0,50-0,60 |

Sumber : Fetter(1988), Todd (1979), dan sumber lain

5.2.2. Data Hidrogeologi

Berdasarkan pengamatan rumah penduduk pada daerah di sekitar TPA Tamangapa diperoleh 15 sumur terbuka. Pada setiap sumur dilakukan pengambilan titik koordinat dengan menggunakan GPS Geodetik. Kemudian dilakukan pengukuran kedalaman muka air menggunakan roll meter. Dari hasil pengukuran tersebut diperoleh data sebagai berikut:

Tabel 4.1 Hasil Pengukuran Kedalaman Sumur

| Lokasi | Kedalaman Muka Air (m) | Elevasi Bibir Sumur (m) | Elevasi Muka Air =F- (A-B) | Koordinat | | |
|---------|------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|------------|------------|--------|
| | | | | X | Y | Z |
| | | | | D | E | F |
| Sumur 1 | 5.40 | 1.10 | 13.25 | 775627.055 | 9427359.3 | 17.553 |
| Sumur 2 | 1.83 | 0.71 | 19.12 | 775566.025 | 9427463.29 | 20.238 |
| Sumur 3 | 2.80 | 0.77 | 11.13 | 775647.071 | 9426866.5 | 13.164 |
| Sumur 4 | 0.99 | 0.41 | 12.38 | 775893.078 | 9426528.97 | 12.962 |
| Sumur 5 | 1.22 | 0.65 | 13.56 | 776263.521 | 9426367.87 | 14.134 |
| Sumur 6 | 1.40 | 0.71 | 13.16 | 776339.266 | 9426509.81 | 13.846 |
| Sumur 7 | 1.38 | 0.60 | 12.80 | 776356.661 | 9426700.15 | 13.578 |
| Sumur 8 | 1.40 | 0.65 | 12.34 | 776459.557 | 9426876.49 | 13.085 |
| Sumur 9 | 1.33 | 0.62 | 12.01 | 776476.583 | 9426897.67 | 12.716 |

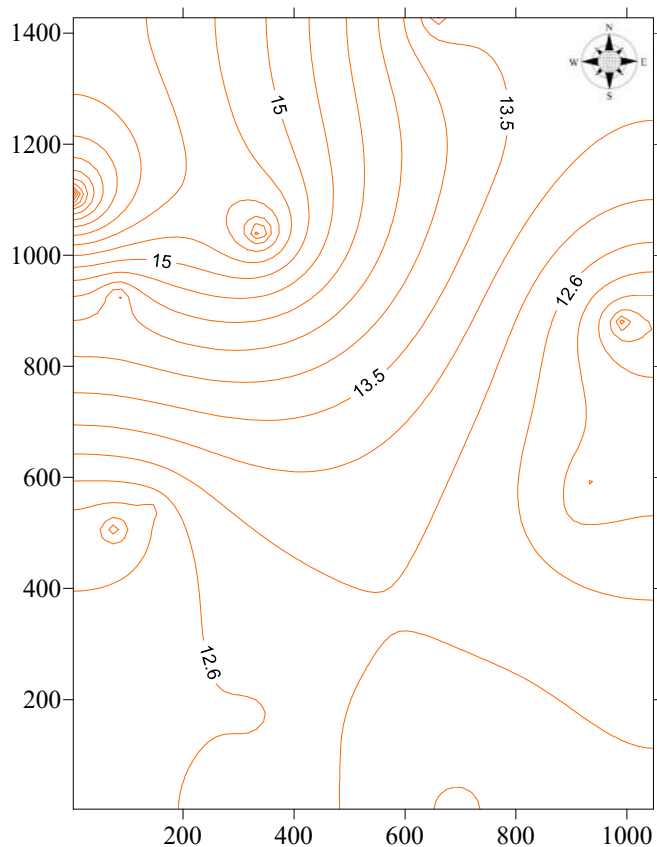
| | | | | | | |
|----------|------|------|-------|------------|------------|--------|
| Sumur 10 | 1.68 | 0.65 | 11.74 | 776495.157 | 9426942.44 | 12.767 |
| Sumur 11 | 3.05 | 0.77 | 10.42 | 776582.035 | 9427234.25 | 12.704 |
| Sumur 12 | 0.94 | 0.79 | 13.20 | 776114.584 | 9426495.44 | 13.351 |
| Sumur 13 | 1.08 | 0.97 | 17.49 | 775904.752 | 9427395.34 | 17.598 |
| Sumur 14 | 3.63 | 0.87 | 12.69 | 776223.596 | 9427785.39 | 15.449 |
| Sumur 15 | 3.85 | 0.79 | 12.00 | 775707.367 | 9426895.85 | 15.062 |

5.3. Konseptualisasi dan Parameterisasi Model Daerah Penelitian

Karena keterbatasan data hidrologi dan hidrogeologi yang tersedia (misalnya stratigraphi tanah, recharge dan tampungan spesifik), maka penyederhanaan dilakukan pada beberapa data hidrogeologi tetapi tetap mempertimbangkan data-data sekunder dari penelitian terdahulu. Karena belum ada data boring log detail yang bisa memberikan deskripsi kondisi stratigrafi lapisan tanah di daerah lokasi penelitian secara detail, maka diasumsikan bahwa tipe aquifer di lokasi penelitian adalah aquifer tidak tertekan (unconfined aquifer). Domain yang digunakan dalam pemodelan numerik adalah model 3 dimensi. Kontur tanah yang diperoleh dari hasil pengukuran topografi diinput menjadi kontur permukaan tanah dari layer paling atas pada domain. Jumlah baris yang digunakan adalah 286 buah dengan lebar sebesar 5 m sedangkan jumlah kolom yang digunakan adalah 210 dengan lebar yang sama. Pada sisi vertikal, jumlah lapisan yang digunakan adalah 6 buah dengan ketebalan yang bervariasi. Koordinat pada domain selanjutnya disesuaikan dengan kordinat yang diperoleh dari hasil pengukuran GPS geodetik untuk mendapatkan konsep analisis yang realistis. Dalam penelitian ini, kondisi muka air tanah yang diperoleh dianggap dalam kondisi tunak (steady-state) dan simulasi air tanah dijalankan selama 25 tahun tahun.

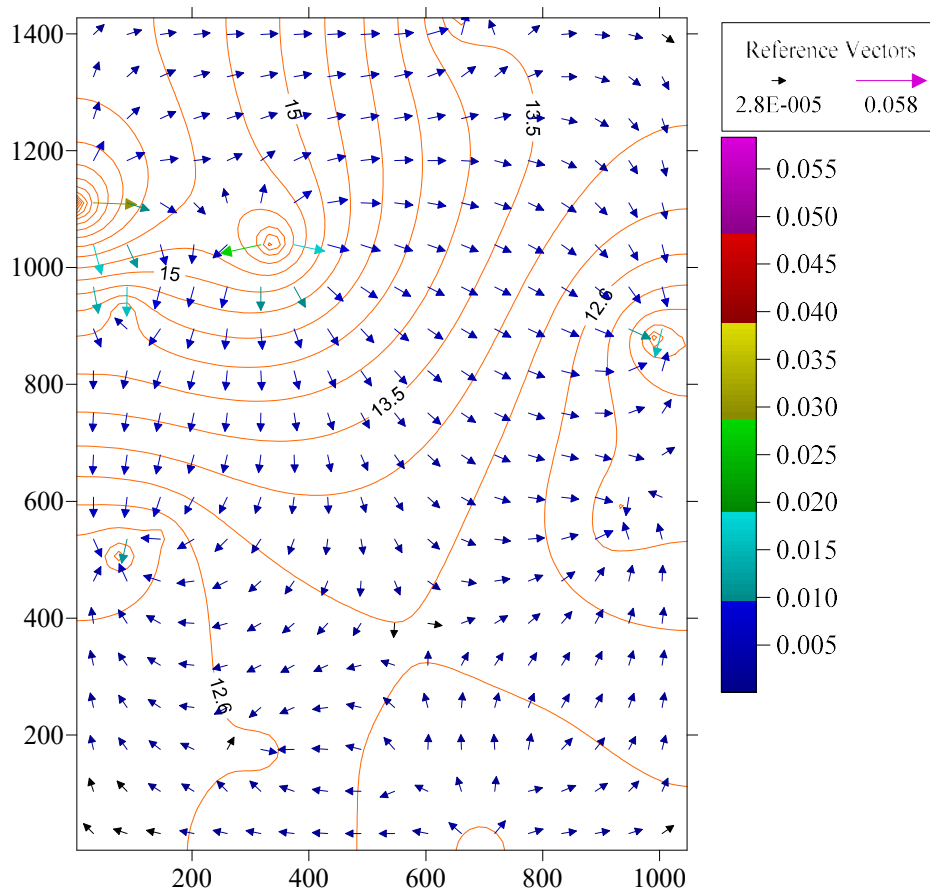
5.4. Hasil Pemodelan Numerik Arah dan Kecepatan Air Tanah

Hasil pemodelan numerik kondisi kontur ketinggian muka air tanah dengan menggunakan MODFLOW dapat dilihat pada gambar 12. Dari gambar 12 terlihat bahwa ketinggian muka air tanah di lokasi TPA Tamangapa cukup variatif dengan ketinggian muka air tanah terendah adalah 10.5 m dan tertinggi adalah 18.9 m di atas permukaan air laut. Umumnya muka air tanah pada lokasi TPA cukup tinggi dibandingkan dengan lokasi di sekitarnya yaitu berkisar antara 13 m sampai dengan 18 m di atas permukaan air laut. Hal ini memberikan informasi bahwa potensi untuk terjadinya pencemaran air tanah pada lokasi disekitar TPA akibat sebaran lindi cukup besar sehingga sangat diperlukan penelitian lanjutan untuk mengetahui hal ini.



Gambar 12. Kontur Ketinggian Muka Air Tanah di Lokasi Penelitian (satuan dalam meter)

Gambar 13 memperlihatkan arah dan kecepatan air tanah di lokasi TPA Tamangapa. Kecepatan air tanah terbesar terjadi di daerah TPA sebelah barat pada sisi utara dengan kecepatan berkisar 3 cm per hari dan umumnya aliran air dari TPA mengalir ke arah timur. Pada bagian timur dari TPA terdapat bekas sekolah yang sudah tidak digunakan lagi dan berdasarkan pengamatan langsung di lapangan bahwa sumur yang digunakan oleh sekolah tersebut sudah mulai berwarna kuning dan berbau. Diperlukan analisa lebih lanjut penyebab terjadinya pencemaran air sumur di daerah tersebut namun asumsi awalnya bahwa hal ini disebabkan oleh akibat pencemaran lindi dari TPA.



Gambar 13. Arah dan Kecepatan Air Tanah di Lokasi Penelitian (satuan dalam meter)

BAB VI. KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

Dari laporan akhir dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Curah hujan tahunan Kota Makassar cukup tinggi dengan rata - rata 311 mm, dimana bulan Desember merupakan bulan dengan curah hujan tertinggi yaitu sekitar 955 mm/bulan dan curah hujan terendah pada bulan Juli yang hanya berkisar 23 mm/bulan.
2. Kondisi topografi di wilayah Kecamatan Manggala cukup variatif. Topografi wilayah kecamatan ini berelief dataran rendah hingga dataran tinggi, dengan elevasi 12 sampai dengan 24 m di atas permukaan laut.
3. Ketinggian muka air tanah di lokasi TPA Tamangapa cukup variatif dengan ketinggian muka air tanah terendah adalah 10.5 m dan tertinggi adalah 18.9 m di atas permukaan air laut.
4. Kecepatan air tanah terbesar terjadi di sebelah barat pada sisi utara TPA dengan kecepatan berkisar 3 cm per hari dan umumnya aliran air dari TPA mengalir ke arah timur.
5. Ketersediaan data sekunder di daerah penelitian dianggap masih sangat minim, terutama data mengenai kondisi hidrogeologi yang memang belum pernah dieksplorasi secara detail.

6.2. Saran

Dalam penelitian lanjutan diharapkan dapat dilibatkan beberapa parameter yang berbeda dengan yang digunakan dalam penelitian ini, misalnya : heterogenitas tanah dan vegetasi dan demikian pula dengan data penggunaan air tanah di daerah penelitian agar memungkinkan untuk melakukan prediksi sebaran zat pencemar akibat lindi di daerah tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. (2014). Pengertian Sanitary Landfill. Retrieved November 12, 2018, from <http://ciricowokcinta.blogspot.com/2014/04/pengertian-sanitary-landfill.html>
- Azis, A., Yusuf, H., & Faisal, Z. (2016). Konservasi Air Tanah Melalui Pembuatan Sumur Resapan Air Hujan Di Kelurahan Maradekaya Kota Makassar. *INTEK: Jurnal Penelitian*, 3(2), 87-90.
- Badaruddin, S., A. D. Werner, et al., 2015. Water table salinization due to seawater intrusion. *Water Resources Research*.
- Damayanti, A. D., Thaha, M. A., & Arsyad, A. (2015). Studi Salinitas Air Tanah Dangkal Di Daerah Pesisir Bagian Selatan Kota Makassar. *Jurnal Teknik Lingkungan*.
- Harbaugh, A.W., E.R. Banta, M.C. Hill, and M.G. McDonald. 2000. MODFLOW-2000, the U.S. Geological Survey modular ground-water model: User guide to modularization concepts and the ground-water flow process. USGS Open- File Report 00-92. USGS.
- Kodoatie, Robert. 1996. Pengantar Hidrologi. Yogyakarta : Andi
- M. Das, Braja, 1993, Mekanika Tanah (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis). Erlangga. Jakarta.
- Umar, E. P., & Nawir, A. (2018). Potensi Airtanah Dangkal dalam pemenuhan kebutuhan air bersih Kota Makassar. *Jurnal Geomine*, 6(2).

LAMPIRAN 1 Justifikasi Anggaran Penelitian

1. Gaji dan Upah

| Uraian | Volume | Satuan | Harga Satuan | Honor per tahun (Rp) |
|-----------------------|---------|--------|--------------|----------------------|
| Ketua | 1 orang | Ls | - | - |
| Anggota 1 | 1 orang | Ls | - | - |
| Anggota 2 | 1 orang | Ls | - | - |
| SUB TOTAL (Rp) | | | | 0 |

2. Bahan Habis Pakai dan Peralatan

| Material | Justifikasi Pemakaian | Kuantitas | Harga Satuan (Rp) | Harga Peralatan Penunjang (Rp) |
|-----------------------|-----------------------|-----------|-------------------|--------------------------------|
| Sekop | Pengambilan Sampel | Ls | 100,000 | 100,000 |
| Karung | Pengambilan Sampel | Ls | 100,000 | 100,000 |
| Ember | Pengambilan Sampel | Ls | 100,000 | 100,000 |
| GPS | Pengukuran | 36 hari | 25,000 | 900,000 |
| Roll meter | Pengukuran | 30 hari | 18,000 | 540,000 |
| Uji property tanah | Laboratorium | Ls | 500,000 | 500,000 |
| Kertas Ukuran A4 80gr | ATK | 5 rim | 40,000 | 200,000 |
| Alat tulis | ATK | 1 set | 15,000 | 15,000 |
| Catridge Hitam | ATK | 2 buah | 250,000 | 500,000 |
| Catridge Warna | ATK | 3 buah | 350,000 | 1,050,000 |

| | | | | |
|-----------------------|-----|--------|--------|------------------|
| Refill Hitam | ATK | 1 kali | 35,000 | 70,000 |
| Refill Warna | ATK | 1 kali | 50,000 | 50,000 |
| Mouse | ATK | 1 buah | 75,000 | 75,000 |
| SUB TOTAL (Rp) | | | | 4,200,000 |

3. Biaya Perjalanan

Biaya perjalanan/transportasi dalam kegiatan ini adalah :

| Material | Justifikasi Pemakaian | Kuantitas | Harga Satuan (Rp) | Harga Peralatan Penunjang (Rp) |
|-----------------------|------------------------------|------------------|--------------------------|---------------------------------------|
| Survey Lokasi | Survey/sampling | 4 | 250,000 | 1,000,000 |
| Transportasi Lokal | Persentase Hasil | 20 | 100,000 | 2,000,000 |
| SUB TOTAL (Rp) | | | | 3,000,000 |

4. Biaya Lain-lain

| Material | Justifikasi Pemakaian | Kuantitas | Harga Satuan (Rp) | Harga Peralatan Penunjang (Rp) |
|--|------------------------------|------------------|--------------------------|---------------------------------------|
| Lain-lain (administrasi, publikasi, seminar, laporan, dokumentasi) | Laporan | Ls | 2,800,000 | 2,800,000 |
| SUB TOTAL (Rp) | | | | 2,800,000 |
| TOTAL ANGGARAN YANG DIPERLUKAN (Rp) | | | | 10,000,000 |

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. Sekop
- b. Karung untuk sampel tanah
- c. Kendaraan
- d. GPS (Global Position System)
- e. Meteran dilengkapi dengan transducer
- f. Kamera
- g. 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 di laboratorium Mekanika Tanah meliputi :



Saringan yang digunakan untuk pembagian butir (gradasi) tanah



Oven yang digunakan untuk menentukan kadar air yang terkandung dalam tanah



Alat Permeabilitas yang digunakan untuk mengukur kemampuan media tanah untuk mengalirkan air melalui porinya

Lampiran 3. Susunan Organisasi dan Pembagian Tugas

| No. | Nama/NIDN | Instansi Asal | Bidang Ilmu | Alokasi Waktu (jam/minggu) | Uraian Tugas |
|-----|--|---------------|-----------------|----------------------------|--|
| 1 | Sugiarto, ST. MT.PhD. / 0014088109 | PNUP | Sumber daya air | 15 | - Membuat program kerja Penelitian secara keseluruhan |
| | | | | | - Menyusun jadwal kegiatan |
| | | | | | - Mengumpulkan referensi yang berkaitan dengan penelitian |
| | | | | | - Mengkoordinir semua kegiatan selama penelitian |
| 2 | Dr. Ir. Abdul Rivai Suleman, MS / 0022085604 | PNUP | Sumber daya air | 12 | - Melakukan analisa dan evaluasi |
| | | | | | - Melakukan survey lapangan |
| | | | | | - Melakukan pengambilan data |
| | | | | | - Melakukan analisa data |
| 2 | Indra Mutiara, ST., MT / 0021066401 | PNUP | Keairan | 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

1. Ketua Tim Peneliti

A. Identitas Diri

| | | | |
|----|--------------------------------------|--|----------|
| 1 | Nama Lengkap (dengan gelar) | Sugiarto, S.T., M.T., Ph.D. | L |
| 2 | Jabatan Fungsional | Lektor | |
| 3 | Jabatan Struktural | - | |
| 4 | NIP/NIK/Identitas lainnya | 19810814 200812 1 003 | |
| 5 | NIDN | 0014088109 | |
| 6 | Tempat dan Tanggal Lahir | Awerange Barru, 14 Agustus 1981 | |
| 7 | Alamat Rumah | Kompleks Bung Blok D/10E Makassar | |
| 8 | Nomor Telepon/Faks/ HP | 082291300808 | |
| 9 | Alamat Kantor | Kampus Politeknik Negeri Ujung Pandang Jalan Perintis Kemerdekaan KM. 10, Tamalanrea, Kec. Makassar, Sulawesi Selatan Makassar 90245 | |
| 10 | Nomor Telepon/Faks | (0411) 585 365/ (0411)586 043 | |
| 11 | Alamat e-mail | sugibadaruddin@poliupg.ac.id | |
| 12 | Lulusan yang Telah Dihasilkan | - | |
| 13 | Mata Kuliah yg Diampu | 1. Mekanika Fluida 2. Perencanaan Instalasi Air Bersih dan Limbah 3. Perencanaan Jalan dan Drainase Pemukiman 4. Lab Kerja Pipa dan Drainase 5. Aplikasi Komputer | |

A. Riwayat Pendidikan

| | S1 | S2 | S3 |
|---------------------------------------|---|--|--|
| Nama Perguruan Tinggi | Universitas Hasanuddin (UNHAS) | Universitas Hasanuddin (UNHAS) | Flinders University Australia |
| Bidang ilmu | Teknik Sipil/Geoteknik | Teknik Sipil/Keairan | Groundwater Hydrogeology |
| Tahun Masuk-Lulus | 1999-2004 | 2006-2008 | 2013-2017 |
| Judul skripsi/Tesis/ Disertasi | Studi Air Tanah Dangkal Dengan Teknik Sumur Tunggal dan Ganda | Pengaruh Tingkat Kepadatan Tanah Terhadap Laju Erosi pada Tanah Lempung Plastisitas Rendah | An Assessment of Transient Seawater Intrusion Processes: Physical Experiment and Numerical Modelling |
| Dosen Pembimbing/ promotor | Dr. Ir. Lawalenna Samang, MS. Ir. Akhmad Sumakin, MT | Prof. Dr. Ir. H. Muh. Saleh Pallu, M.Eng. Dr. Ir. Arsyad Thaha, MT | Prof. Adrian D. Werner, Prof. Craig T. Simmons, and Dr. Leanne K. Morgan |

C. Pengalaman Penelitian

| No. | Tahun | Judul Penelitian | Pendanaan | |
|-----|-------|---|-----------|----------|
| | | | Sumber* | Jml (Rp) |
| 1. | 2012 | Numerical model analysis on the use of sand columns at recharge reservoir – Proceeding of the international symposium on lowland technology ISLT. | Swadaya | 20 juta |

| | | | | |
|----|------|--|----------------------|---------|
| 2. | 2015 | Deformation analysis of rigid pavement with sub grade of dredged sediment stabilized by cement – ARPN journal of engineering and applied sciences. | Swadaya | 20 juta |
| 3. | 2013 | The effectiveness of sand column utilization in recharge reservoir as seawater intrusion barrier | Swadaya | 20 juta |
| 4. | 2014 | Vertical leakage in sharp-interface seawater intrusion models of layered aquifers | Australia government | 30 juta |
| 5. | 2015 | Water table salinization due to seawater intrusion | Australia Government | 30 juta |
| 6 | 2017 | Characteristics of active seawater intrusion | Australia Government | 30 Juta |

D. Pengalaman Pengabdian Pada Masyarakat

| No. | Tahun | Judul Pengabdian Kepada Masyarakat | Pendanaan | |
|-----|-------|---|-----------------|----------|
| | | | Sumber* | Jml (Rp) |
| 1 | 2012 | Site Investigasi PLTU Skala Besar 2 x 25 MW desa Binjeita Bolaan Mongondow Provinsi Sulawesi Utara Indonesia. | PLN | 20 juta |
| 2. | 2012 | Site Investigasi PLTG Skala Besar 1 x 25 MW Desa Wineru Minahasa Utara Provinsi Sulawesi Utara. | PLN | 20 juta |
| 3 | 2017 | IbM Kelompok Tani JIAT (Jaringan Irigasi Air Tanah) di Desa Limbung Gowa. | Dana Rutin PNUP | 7 juta |

E. Publikasi Artikel Ilmiah dalam Jurnal Internasional

| No. | Judul Artikel Ilmiah | Nama Jurnal | Volume/Nomor/Tahun |
|-----|---|---|-------------------------|
| 1. | Numerical model analysis on the use of sand columns at recharge reservoir | Proceeding of the international symposium | ISBN: 978-602-95227-1-6 |

| | | | |
|----|---|---|---------------------|
| | | on lowland technology ISLT 2012 | |
| 2. | Deformation analysis of rigid pavement with sub grade of dredged sediment stabilized by cement – ARP journal of engineering and applied sciences. | ARP journal of engineering and applied sciences. | Vol. 10/No. 4/2015 |
| 3. | Deformation analysis of rigid pavement with sub grade of dredged sediment stabilized by cement – ARP journal of engineering and applied sciences. | IJEAT International Journal of engineering and applied sciences | Vol. 3/No. 2/2013 |
| 4. | Vertical leakage in sharp-interface seawater intrusion models of layered aquifers. | Journal of Hydrology | Vol. 519/2014 |
| 5. | Water table salinization due to seawater intrusion | Water Resources Research | Vol. 51/No. 10/2015 |
| 6 | Characteristics of active seawater intrusion | Journal of Hydrology | Vol. 551/2017 |

F. Pemakalah Seminar Ilmiah

| No. | Nama Pertemuan Ilmiah/Seminar | Judul Artikel Ilmiah | Waktu dan Tempat |
|-----|--|--|--|
| 1 | The 24 th Salt Water Intrusion Meeting and the 4 th Asia-Pacific Coastal Aquifer Management Meeting Conference | Salinization of watertable due to seawater intrusion | Cairns Queensland Australia, 4 – 8 Juli 2016 |

G. Karya Buku

| No | Judul Buku Ajar | Tahun | Jumlah Halaman | Penerbit |
|----|-----------------|-------|----------------|----------|
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

H. Pengalaman Perolehan Haki

| No | Judul / Tema HKI | Tahun | Jenis | Nomor P/ID |
|----|------------------|-------|-------|------------|
| | | | | |
| | | | | |

I. Pengalaman Rumusan Kebijakan Publik/

| No | Judul / Tema/Jenis Rekayasa Sosial Lainnya yang Telah Diterapkan | Tahun | Tempat Penerapan | Respon Masyarakat |
|----|--|-------|------------------|-------------------|
| | | | | |
| | - | | | |
| | | | | |

J. Penghargaan 10 Tahun Terakhi

| No | Jenis Penghargaan | Institusi Pemberi Penghargaan | Tahun |
|----|-------------------|-------------------------------|-------|
| | | | |

| | | | |
|--|--|--|--|
| | | | |
| | | | |

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila di kemudian hari ternyata dijumpai ketidak-sesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima risikonya.

Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam pengajuan PDUPT.

Makassar, 2 Februari 2018
Ketua Pengusul,



Sugiarto, S.T., M.T., Ph.D.
NIP. 19810814 2008 1003

2. Anggota 1 Tim Peneliti

A. Identitas Diri

| | | |
|----|-------------------------------|---|
| 1 | Nama Lengkap | Dr. Ir. Abdul Rivai Suleman, M.S. |
| 2 | Jenis Kelamin | L |
| 3 | Jabatan Fungsional | Lektor Kepala |
| 4 | NIP/NIK/Identitas lainnya | 19560822 198803 1002 |
| 5 | NIDN | 0022085604 |
| 6 | Tempat, Tanggal Lahir | Ujung Pandang, 22 Agustus 1956 |
| 7 | E-mail | rivai.suleman@gmail.com |
| 8 | Alamat Rumah | Jl. Kerukunan Timur 21 Blok H No.512 BTP Makassar |
| 9 | Nomor Telepon/HP | (0411) 583 532 / +6285299396218 |
| 10 | Alamat Kantor | Jl. Perintis Kemerdekaan KM 10 Tamalanrea Makassar |
| 11 | Nomor Telepon/Fax | (0411) 585 365/ (0411)586 043 |
| 12 | Lulusan yang Telah Dihasilkan | D3 = 2385 orang |
| 13 | Mata Kuliah yang diampu | 1. Perencanaan Jaringan dan Bangunan Irigasi |
| | | 2. Perencanaan Bangunan Utama |
| | | 3. Rekayasa Sungai |
| | | 4. Rekayasa Pantai |
| | | 5. Hidrolika dan Laboratorium Hidrolika |

B. Riwayat Pendidikan

| | S-1 | S-2 | S-3 |
|--------------------------------|--|---|---|
| Nama perguruan tinggi | Universitas Hasanuddin (UNHAS) | Institut Teknologi Bandung (ITB) | Universitas Hasanuddin (UNHAS) |
| Bidang ilmu | Teknik Sipil | Teknik Sipil | Teknik Sipil |
| Tahun masuk-lulus | 1977-1985 | 1989-1992 | 2011-2014 |
| Judul skripsi/thesis/disertasi | Perencanaan dan Pelaksanaan Saluran di bawah Permukaan Tanah | Kajian Aliran Melalui Pelimpah Samping dalam Saluran Landai | Studi Eksperimental Kendali Erosi Lereng dengan Teknologi Lapisan Penutup Serat Jerami |
| Nama /pembimbing /promotor | Ir. H. Amin Hayat | Dr.Ir. Soebagio Soekarnen | - Prof.Dr.Ir. H.Muh.Saleh Pallu, M.Eng - Dr.Ir.Johannes Patanduk, MS - Dr.Eng. Tri Harianto, S.T., MT |

C. Pengalaman Penelitian dalam 5 Tahun Terakhir

| No. | Tahun | Judul Penelitian | Pendanaan | |
|-----|-------|--|---------------------------------------|--------------|
| | | | Sumber | Jml(Juta Rp) |
| 1 | 2015 | Studi Distribusi Sedimen Untuk Penanganan Sedimentasi Pada Muara Sungai Jeneberang Kota Makassar Provinsi Sulawesi Selatan | DIPA Poltek Ujung Pandang, Tahun 2015 | 7 |
| 2. | 2016 | Kajian Pemanfaatan Biopori Sebagai Resapan Banjir Pada | DIPA Poltek | 7 |

| | | | | |
|---|------|---|---------------------------------------|-----|
| | | Daerah Genangan Di Kota Makassar Berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG) | Ujung Pandang, Tahun 2016 | |
| 3 | 2017 | Pengelolaan dan Desain Sistem Drainase Dalam Penanggulangan Genangan Banjir Kota Sengkang Berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG) | DIPA Poltek Ujung Pandang, Tahun 2017 | 10 |
| 4 | 2018 | Analisis Indeks Kinerja Rehabilitasi Jaringan Irigasi Pada Daerah Irigasi (D.I.) Lekopancinbg Kabupaten Maros | DIPA Poltek Ujung Pandang, Tahun 2018 | 8,5 |

D. Pengalaman Pengabdian Pada Masyarakat dalam 5 Tahun Terakhir

| No. | Tahun | Judul Pengabdian Kepada Masyarakat | Pendanaan | |
|-----|-------|--|--|--------------|
| | | | Sumber | Jml(Juta Rp) |
| 1 | 2016 | IbM Penyuluhan Rehabilitasi Saluran Irigasi Dengan Beton Ferro-Cement Pada Jaringan Irigasi Desa (JIDES) Di Desa Panciro Kecamatan Bajeng Kabupaten Gowa | DIPA Politeknik Negeri Ujung Pandang, Tahun 2016 | 7 |
| 2 | 2017 | IbM Pembuatan Lubang Resapa Biopori Sebagai Resapan Banjir Pada Daerah Genangan Di Kelurahan Pa'cerakkang Kota Makassar | DIPA Politeknik Negeri Ujung Pandang, Tahun 2017 | 8 |
| 3 | 2018 | IbM Pembuatan Lubang Resapa Biopori Sebagai Resapan Banjir Pada Daerah Genangan Di Kelurahan Buntusu Kota Makassar | DIPA Politeknik Negeri Ujung Pandang, Tahun 2018 | 7 |

E. Publikasi Artikel Ilmiah Dalam Jurnal dalam 5 Tahun terakhir

| No. | Judul Artikel Ilmiah | Nama Jurnal | Volume/ Nomor/Tahun |
|-----|--|-------------|--|
| 1. | Studi Eksperimental Kendali Erosi Lereng Dengan Teknologi Lapisan Penutup Serat Jerami | 8/3/2013 | Publikasi Ilmiah Program Pasca Sarjana Unhas |
| 2. | Studi Eksperimental Pengaruh Limpasan Permukaan Terhadap Laju Erosi Lereng Pada Jenis Tanah Pasir Kelanauan | 14/3/2014 | Publikasi Ilmiah Program Pasca Sarjana Unhas |
| 3. | Experimental Study of Rainfall Intensity Effects on the Slope Erosion Rate for Silty Sand Soil with Different Slope Gradient | 4/1/2014 | International Journal of Engineering and Technology (IJET) |

F. Pemakalah Seminar Ilmiah (*Oral Presentation*) dalam 5 Tahun Terakhir

| No. | Nama Pertemuan Ilmiah / Seminar | Judul Artikel Ilmiah | Waktu dan Tempat |
|-----|--|---|--|
| 1. | Konferensi Nasional Pascasarjana Teknik Sipil (KNPTS) 2013 | Studi Eksperimental Kendali Erosi Lereng Dengan Teknologi Lapisan Penutup Serat Jerami | 21 Nopember 2013/Institut Teknologi Bandung (ITB) |
| 2. | Seminar Nasional Teknik Sipil X-2014 | Studi Eksperimental Pengaruh Laju Erosi Terhadap Intensitas Hujan Dengan Kemiringan Lereng Berbeda Pada Jenis Tanah Pasir Kelanauan | 05 Pebruari 2014/Institut Teknologi 10 Nopember Surabaya (ITS) |
| 3. | International Conference on Future Trends In Civil and Structural Engineering-FTCSE 2014 | Experimental Study on Slope Erosion Control Using Straw Fiber Technology | 05 Mei 2014/Bangkok, Thailand |
| 4. | The 2 nd International Seminar on Infrastructure Development-ISID 2014 | Experimental Study of Surface Runoff with Rainfall Intensity Effects | 04 Juni 2014/Balikpapan, Indonesia |

| | | | |
|--|--|--|--|
| | | and Different Slope Gradient on the Slope Erosion Rate for Silty Sand Soil | |
|--|--|--|--|

G. Karya Buku dalam 5 Tahun Terakhir

| No | Judul Buku | Tahun | Jumlah Halaman | Penerbit |
|----|--------------------------------|-------|----------------|---------------------------------|
| 1 | Rekayasa Sungai | 2010 | 180 | Politeknik Negeri Ujung Pandang |
| 2 | Perencanaan Bangunan Utama | 2011 | 65 | Politeknik Negeri Ujung Pandang |
| 3 | Studi Kelayakan Proyek (Amdal) | 2014 | 95 | Politeknik Negeri Ujung Pandang |

H. Perolehan HKI dalam 5-10 Tahun Terakhir

| No | Judul/Tema HKI | Tahun | Jenis | Nomor P/ID |
|----|----------------|-------|-------|------------|
| | | | | |

I. Pengalaman Merumuskan Kebijakan Publik/Rekayasa Sosial Lainnya dalam 5 Tahun Terakhir

| No | Judul/Tema/Jenis Rekayasa Sosial Lainnya yang Telah Diterapkan | Tahun | Tempat Penerapan | Respon Masyarakat |
|----|--|-------|---------------------------------|-------------------|
| 1 | Revisi Peraturan Akademik Politeknik Negeri Ujung Pandang | 2011 | Politeknik Negeri Ujung Pandang | Positif |

J. Penghargaan dalam 10 Tahun Terakhir (dari pemerintah, asosiasi atau institusi lainnya)

| No | Jenis Penghargaan | Institusi Pemberi Penghargaan | Tahun |
|----|-----------------------------------|-------------------------------|-------|
| 1 | Satyalancana Karya Satya 20 tahun | Presiden Republik Indonesia | 2011 |

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila dikemudian hari ternyata dijumpai ketidak-sesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima resikonya.

Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam pengajuan Penelitian Terapan Unggulan Terapan 2019, Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar, 27 Februari 2020

Pengusul

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Abdul Rivai Suleman', written on a light-colored rectangular background.

Dr. Ir. Abdul Rivai Suleman, M.S

SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Sugiarto, S.T., M.T., Ph.D.
NIP / NIDN : 19810814 2008 12 1 003/0014088109
Pangkat / Golongan : Lektor/III C
Alamat : Kompleks Bung Blok D/10E Makassar

Dengan ini menyatakan bahwa proposal penelitian saya dengan judul **Pemodelan Numerik Arah dan Kecepatan Aliran Air Tanah di Kawasan Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Tamangapa Makassar** yang diusulkan dalam skim Penelitian Dasar Unggulan Perguruan Tinggi (PDUPT), untuk tahun anggaran 2020 **bersifat original** dan belum pernah dibiayai oleh lembaga/sumber dana lain.

Bilamana dikemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan ini, maka saya bersedia dituntut dan diproses sesuai dengan ketentuan yang berlaku dan mengembalikan seluruh biaya penelitian yang sudah diterima ke kas negara.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sesungguhnya dan dengan sebenar-benarnya.

Makassar, 10 Februari 2020



Yang Menyatakan,

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