





**SKRIPSI**

**ANALISIS PENGARUH SPASI TITIK IMBUH DENGAN SISTEM  
BAMBU RONGGA TERHADAP EFEKTIVITAS IMBUHAN  
PADA *TANAH SAWAH SEMI PERMEABLE*  
(Studi Uji Eskperimen di kabupaten Gowa)**



**Oleh :**

**YAMIN  
105 81 1717 12**

**SUNAWAN  
105 81 1675 12**

**PROGRAM STUDI TEKNIK PENGAIRAN  
JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR  
2019**



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR

# FAKULTAS TEKNIK

GEDUNG MENARA IQRA LT. 3

Jl. Sultan Alauddin No. 259 Telp. (0411) 866 972 Fax (0411) 865 588 Makassar 90221

Website : [www.unismuh.ac.id](http://www.unismuh.ac.id), e-mail : [unismuh@gmail.com](mailto:unismuh@gmail.com)

Website : <http://teknik.unismuh.makassar.ac.id>

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

## HALAMAN PERSETUJUAN

Tugas akhir ini di ajukan untuk memenuhi syarat-syarat ujian guna memperoleh gelar Sarjana Teknik (ST) Program Studi Teknik Pengairan Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

Judul Skripsi : **ANALISIS PENGARUH SPASI TITIK IMBUH DENGAN SISTEM BAMBU RONGGA TERHADAP EFEKTIVITAS IMBUHAN PADA TANAH SAWAH SEMI PERMEABLE (STUDI UJI ESKPERIMEN DI KAB.GOWA)**

Nama : YAMIN  
SUNAWAN

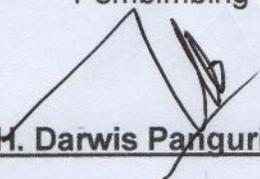
No. Stambuk : 105 81 1717 12  
: 105 81 1675 12

Makassar, 09 Februari 2019

Telah Diperiksa dan Disetujui

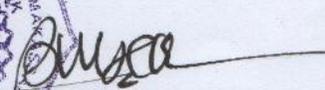
Oleh Dosen Pembimbing

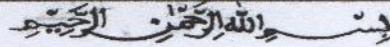
Pembimbing I

  
Dr. Ir. H. Darwis Panquriseng., M.Sc

Pembimbing II

  
Dr. Marupah, S.P., M.P

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Sipil  
  
Andi Makbul Syamsuri, S.T., M.T  
NBM: 1183 084



**PENGESAHAN**

Skripsi atas nama **Yamin** dengan nomor induk Mahasiswa **105 81 1717 12** dan **Sunawan** dengan nomor induk Mahasiswa **105 81 1675 12**, dinyatakan diterima dan disahkan oleh Panitia Ujian Tugas Akhir/Skripsi sesuai dengan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar Nomor : 0001/SK-Y/22201/091004/2019, sebagai salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Pengairan Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar pada hari Sabtu tanggal 09 Februari 2019

Makassar, 6 Jumadil Akhir 1440 H  
11 Februari 2019 M

Panitia Ujian :

1. Pengawas Umum

a. Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar

Prof. Dr. H. Abdul Rahman Rahim, SE., MM

b. Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

Dr. Ir. H. Muhammad Arsyad Thaha, MT.

2. Penguji

a. Ketua : Dr. Ir. Hj. Fenty Daud S., MT.

b. Sekertaris : Lutfi Hair Djunur, ST., MT.

3. Anggota

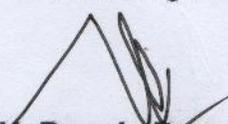
: 1. Dr. Ir. Nenny, ST., MT.

2. Dr. Muhammad Yunus Ali, ST., MT.

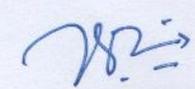
3. Amrullah M, ST., MT

Mengetahui :

Pembimbing I

  
Dr. Ir. H. Darwis Panguriseng, M.Sc.

Pembimbing II

  
Dr. Marupah, S.P., M.P.

Dekan

Ir. Hamzah Al Imran, ST., MT.  
NBM : 855 500

## KATA PENGANTAR



Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga proposal yang berjudul "ANALISIS PENGARUH SPASITITIK IMBUH DENGAN SISTEM BAMBU PORI TERHADAP EFEKTIVITAS IMBUHAN PADA TANAH SAWAH *SEMI-PERMEABEL* (EKSPERIMEN LAPANGAN KAB. GOWA)" ini dapat diselesaikan. Penyusunan proposal ini diajukan untuk memenuhi salah satu persyaratan kelulusan pada Universitas Muhammadiyah Makassar Fakultas Teknik, Jurusan Sipil Pengairan.

Penulis menyadari penulisan proposal ini dapat terselesaikan karena bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Orang Tua kami yang tercinta yang selalu mendoakan, memberikan motivasi dan pengorbanan yang tak henti-hentinya baik dari segi moril maupun materi kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal ini.
2. Kakak dan adik tercinta yang tak pernah bosan mendukung dan memberikan bantuan materi serta doa hingga penulis bisa bertahan sampai tahap ini.
3. Bapak Dr. H Rahman Rahim SE.,MM selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar.
4. Bapak Hamzah Al Imran ST.,MT selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

5. Andi Makbul Syamsuri, S.T.,M.T selaku Ketua Jurusan Prodi Sipil Pengairan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
6. Bapak Dr. Ir. H. Darwis Panguriseng M..Sc selaku Pembimbing 1 dan Ibu Ma'rufa, SP., MP selaku Pembimbing 2 yang telah banyak memberikan bantuan dan arahan dalam penyusunan proposal ini.
7. Segenap Dosen Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar untuk ilmu bermanfaat yang telah diajarkan dan seluruh Staf Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar atas bantuannya.
8. Rekan- rekan mahasiswa Fakultas Teknik, terkhusus saudaraku angkatan 2012 yang dengan keakraban dan persaudaraannya banyak membantu dalam menyelesaikan proposal penelitian ini.
9. Pihak-pihak lain yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah mendukung penulisan proposal ini.

Akhir kata penulis mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu dan penulis berharap semoga proposal ini dapat bermanfaat

Makassar, Januari 2019

Sunawan dan Yamin

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN.....</b>	<b>i</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>ii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>iii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>iv</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Rumusan Masalah .....	3
C. Tujuan Penelitian .....	3
D. Manfaat Penelitian .....	4
E. Batasan Masalah.....	5
F. Sistematika Penulisan .....	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
A. Siklus Hidrologi.....	7
B. Permeabilitas Tanah .....	14
1. Pengertian Permeabilitas .....	14
2. Rembesan Air Tanah .....	16
C. Konservasi Air Tanah.....	17
D. Pengimbuhan Air Tanah .....	20
1. Aquifer tertekan (confined aquifer).....	23
2. Aquifer tak tertekan (Unconfined aquifer) .....	23
E. Kerangka Fikir.....	24

### **BAB III METODE PENELITIAN**

A. Jenis Penelitian dan Variabel Penelitian.....	27
1. Jenis Penelitian .....	27
2. Variabel Penelitian.....	27
B. Lokasi Penelitian .....	27
C. Bagan Alur Penelitian .....	28
D. Tahap Penelitian .....	29
E. Prosdur Penelitian.....	29
F. Rancangan penelitian.....	30
G. Instrumen penelitian.....	31
H. Teknik Pengumpulan Data .....	32
I. Teknik Analisi Data.....	32

### **IV BAB ANALISA HASIL DAN PEMBAHASAN**

A. Hasil Pengamatan Imbuan pada Masing-Masing Sumur Uji dengan Variabel spasi titik imbuan.....	33
B. Pembahasan .....	41
1. Analisis Efektivitas Bambu Rongga sebagai Pengimbuh.....	41
2. Pengaruh Periode Hujan terhadap Fluktuasi Muka Air Tanah...	42
3. Pengaruh Periode Hujan terhadap Waktu <i>Recovery</i> Muka Air Tanah .....	49
4. Pengaruh Spasi Titik Imbuh Terhadap Akumulasi Penurunan dan Kenaikan Muka Air Tanah.....	50

### **BAB V PENUTUP**

A. Kesimpulan .....	53
B. Saran .....	53

## DAFTAR PUSTAKA

### DAFTAR TABEL

Tabel 1. Fluktuasi Muka Air Tanah pada Sumur Kontrol (tanpa pengimbuh) .....	33
Tabel 2. Fluktuasi Muka Air Tanah pada Sumur Uji 1 (Spasi=2,5 m) .....	35
Tabel 3. Fluktuasi Muka Air Tanah pada Sumur Uji 2 (Spasi=5 m) .....	36
Tabel 4. Fluktuasi Muka Air Tanah pada Sumur Uji 3 (Spasi=7,5 m) .....	38
Tabel 5. Fluktuasi Muka Air Tanah pada Sumur Uji 4 (Spasi=10 m) .....	39
Tabel 6. Efektivitas Muka Air Tanah .....	41
Tabel 7. Akumulasi Muka Air Tanah pada Sumur Kontrol (tanpa pengimbuh) .....	43
Tabel 8. Akumulasi Muka Air Tanah pada Sumur Uji 1 (Spasi=2,5 m) .....	44
Tabel 9. Akumulasi Muka Air Tanah pada Sumur Uji 2 (Spasi=5 m) .....	45
Tabel 10. Akumulasi Muka Air Tanah pada Sumur Uji 3 (Spasi=7,5 m) .....	46
Tabel 11. Akumulasi Muka Air Tanah pada Sumur Uji 4 (Spasi=10 m) .....	47
Tabel 12. Akumulasi Penurunan Muka Air Tanah Minimum dan kenaikan Muka Air Tanah Maksimum .....	50

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Siklus Hidrologi pendek.....	9
Gambar 2. Siklus Hidrologi Sedang.....	9
Gambar 3. Siklus Hidrologi Panjang.....	10
Gambar 4. Proses Pengimbuhan Alami .....	21
Gambar 5. Kerangka Fikir.....	25
Gambar 6. Bagan Alir Penelitian .....	28
Gambar 7. Formasi titik imbuhan.....	30
Gambar 8. Grafik Fluktuasi Muka Air Tanah pada Sumur Kontrol (tanpa pengimbuhan) .....	33
Gambar 9. Grafik Fluktuasi Muka Air Tanah pada Sumur 1 (Spasi=2.5 m)....	34
Gambar 10. Grafik Fluktuasi Muka Air Tanah pada Sumur 2 (Spasi=5 m)....	36
Gambar 11. Grafik Fluktuasi Muka Air Tanah pada Sumur 3 (Spasi=7,5 m). ....	37
Gambar 12. Grafik Fluktuasi Muka Air Tanah pada Sumur 4 (Spasi=10 m)..	39
Gambar 13. Grafik Efektivitas pada Sumur Uji.....	41
Gambar 14. Grafik Fluktuasi Muka Air Tanah Setiap Urutan Hujan pada Sumur Kontrol (tanpa pengimbuhan) .....	42
Gambar 15. Grafik Fluktuasi Muka Air Tanah Setiap Urutan Hujan pada Sumur 1 (Spasi=2.5 m).....	43
Gambar 16. Grafik Fluktuasi Muka Air Tanah Setiap Urutan Hujan pada Sumur 2 (Spasi=5 m) .....	44
Gambar 17. Grafik Fluktuasi Muka Air Tanah Setiap Urutan Hujan pada Sumur 3 (Spasi=7.5 m).....	45
Gambar 18. Grafik Fluktuasi Muka Air Tanah Setiap Urutan Hujan pada Sumur 4 (Spasi=10 m).....	46

Gambar 19. Grafik Pengaruh Frekuensi Hujan Terhadap Waktu *Recovery*  
Muka Air Tanah .....48

Gambar 20. Grafik Akumulasi Penurunan Muka Air Tanah Minimum dan  
Kenaikan Muka Air Tanah Maksimum.....49

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Peranaan air tanah di bumi sangat penting. Air tanah dapat dijumpai di hampir semua tempat di bumi. Ia dapat ditemukan di bawah gurun pasir yang paling kering sekalipun. Demikian juga di bawah tanah yang membeku karena tertutup lapisan salju atau es. Sumbangan terbesar air tanah berasal dari daerah arid dan semi-arid serta daerah lain yang mempunyai formasi geologi paling sesuai untuk penampungan air tanah. Dengan semakin berkembangnya industri serta pemukiman dengan segala fasilitasnya seperti lapangan *golf*, kolam renang, maka ketergantungan manusia pada air tanah menjadi semakin terasa.

Menurut Margat dan Gun (2013), pengambilan air tanah di dunia untuk tahun 2010 sudah mencapai 1.000 km<sup>3</sup>/tahun. Sebanyak 67% dari volume tersebut dipergunakan untuk memenuhi kebutuhan air irigasi, 10% untuk kebutuhan air industri, dan selebihnya 23% air tanah yang diambil untuk kebutuhan air bersih. Indonesia merupakan negara urutan yang kesembilan terbesar dalam pengambilan air tanah, dengan volume pengambilan pada tahun 2010 adalah sebesar 14.93 km<sup>3</sup>/tahun, 2% dipergunakan untuk air irigasi, 5% dimanfaatkan untuk air industri, dan 93% dipergunakan sebagai air bersih.

Kemerosotan kondisi air tanah baik kuantitas dan kualitasnya, perlu diupayakan untuk diatasi melalui pengaturan, dilandasi kebijakan yang tepat yang penyusunannya melibatkan berbagai instansi pemerintah serta melalui sarana rekayasa teknis (Danaryanto et al. 2007). Degradasi air tanah dapat menimbulkan

berbagai dampak, berupa terjadinya proses intrusi air laut, dan/atau penurunan kesuburan lahan, dan/atau meningkatkan temperatur udara, dan/atau mengganggu siklus musim (*climate*), serta berbagai dampak lainnya (Darwis et al. 2012).

Menurut (Chandrakanth et al. 2012), bahwa manajemen air tanah secara umum merupakan upaya untuk mengelola keterkaitan antara berbagai faktor penentu terhadap sumber daya air tanah, seperti vegetasi, daerah resapan, pola peresapan, dan sumber daya manusia yang berada dan beraktifitas pada kawasan cekungan air tanah. Keberadaan air di dalam lapisan tanah saling terhubung, sehingga eksploitasi yang berlebihan di suatu lahan akan menghabiskan cadangan air tanah di bawah area yang lain pada zona cekungan yang sama.

Ciri khas tanah sawah anantara lain memiliki lapisan oksidasi dibawah permukaan air akibat difusi  $O_2$  setebal 0-1 cm, selanjutnya lapisan reduksi setebal 25-30 cm dan diikuti lapisan bajak yang kedap air.

Bambu adalah tanaman jenis rumput-rumputan dengan rongga dan ruas dibatangnya. Bambu yang di gunakan sebagai alat pengimbu buatan pada penelitian ini adalah bambu yang mempunyai rongga.

Pada penelitian ini alat pengimbu berfungsi untuk menyimpan air hujan disebut bambu rongga, hal ini sebabkan karena rongga dapat menampung air hujan yang masuk dan meloloskan air secara vertikal ke dalam tanah.

Berbagai teknik imbuhan buatan yang telah dikembangkan akhir-akhir ini, baik untuk pengimbuhan air tanah dangkal maupun pada pengimbuhan air tanah dalam. Penerapan teknik sumur resapan, pipa komposter, dan sistem lubang resapan biopori (LRB) banyak digunakan untuk upaya konservasi air tanah

dangkal, serta penerapan sistem imbuhan injeksi yang biasa diterapkan pada pengimbuhan air tanah dalam yang berada pada akuifer tertekan.

Penggunaan air tanah untuk memenuhi kebutuhan air irigasi petani di Kecamatan Bonto Nompo Kabupaten Gowa, sudah mulai marak sejak awal tahun 1990-an, menyusul setelah beberapa tahun eksploitasi air tanah oleh petani di Kabupaten Takalar telah berlangsung. Langkah eksploitasi air tanah oleh petani di Kabupaten Gowa merupakan tindakan ikutan setelah mereka melihat keberhasilan petani di Kabupaten Takalar (kabupaten tetangga), yang telah berhasil meningkatkan produksinya dengan memanfaatkan air tanah sejak awal 1980-an. Akibat penggunaan air tanah yang cukup besar untuk kebutuhan tanaman mereka sekian tahun, lambat laun kondisi air tanah di Kecamatan Bonto Nompo tidak jauh berbeda dengan kondisi air tanah di Kabupaten Takalar. Suatu keuntungan yang dimiliki oleh lahan pertanian di daerah ini dibandingkan dengan kondisi lahan di Kabupaten Takalar, karena lapisan tanah permukaannya sedikit lebih porous dimana strukturnya terdiri dari tanah lempung kepasiran. Kondisi lapis tanah permukaan semacam ini memungkinkan penerapan sistem imbuhan yang relatif dangkal.

Berdasarkan kondisi yang diuraikan di atas, maka penulis tertarik untuk melakukan penelitian dan mengambil judul "***Analisis Pengaruh Spasi Titik Imbuhan Dengan Sistem Bambu Rongga Terhadap Efektifitas Imbuhan Pada Tanah Sawah Semi-Permeable ( Studi Uji Eskperimen Di Kabupaten Gowa)***"

## **B. Rumusan Masalah Penelitian**

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan di atas maka rumusan masalah penelitian ini adalah “Seberapa besar pengaruh spasi titik imbuhan pada sistem bambu pori terhadap efektifitas imbuhan pada lapisan tanah *semi permeable*”

## **C. Tujuan Penelitian**

Dengan mengacu pada rumusan masalah di atas, maka tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui besar pengaruh spasi titik imbuhan pada sistem bambu pori terhadap efektifitas imbuhan pada lapisan tanah *semi-permeable*.

## **D. Manfaat Penelitian**

Hasil penelitian ini secara langsung dapat memberikan manfaat berganda baik terhadap lingkungan, maupun bagi masyarakat dan pemerintah setempat.

Beberapa manfaat dari penelitian ini terhadap lingkungan antara lain ;

1. Dapat menjamin kesinambungan eksistensi air tanah tawar, sehingga keseimbangan ekosistem di wilayah tersebut akan terjaga;
2. Dapat menghindarkan terjadi pencemaran lingkungan karena tidak menggunakan alat pengimbuhan dari bahan sintetik seperti plastik atau bahan semen.
3. Dapat mengembangkan sumberdaya manusia yang cinta lingkungan, dengan adanya petani yang telah memahami pentingnya menjaga keseimbangan lingkungan hidup.

Manfaat hasil penelitian ini terhadap masyarakat (petani), antara lain ;

1. Dapat menerapkan teknologi pengimbuhan yang murah dan mudah dilaksanakan.
2. Eksistensi air tanah yang mereka butuhkan akan terjamin dan mampu mendukung usaha tani mereka secara berkelanjutan.
3. Kesuburan dan kadar lengas pada lahan pertanian akan terjaga karena suplai air tanah selalu tercukupi.
4. Dapat meningkatkan penghasilan dan kesejahteraan petani, dengan adanya kesempatan bagi mereka untuk memproduksi sepanjang musim.

Adapun manfaat khusus dari hasil penelitian ini bagi Pemerintah Daerah adalah memberikan masukan untuk dapat merumuskan regulasi tentang pemanfaatan air tanah yang berwawasan lingkungan sekaligus sebagai langkah konservasi, sehingga mampu menjamin keberlanjutan eksistensi dan pemanfaatan Air tanah di daerah tersebut.

#### **E. Batasan Masalah**

Agar penelitian ini dapat berjalan efektif dan mencapai sasaran yang ingin dicapai maka penelitian ini memberikan batasan masalah sebagai berikut :

1. Penelitian ini dilakukan di Bontobila Kab. Gowa.
2. Fluida yang digunakan dalam penelitian ini adalah air hujan yang dimasukkan kedalam tanah dengan alat imbu.
3. Alat imbu yang digunakan dalam penelitian ini adalah bambu.
4. Jenis tanah yang digunakan adalah tanah lempung kepasiran.

5. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh spasi dan alat imbuh pada sistem bambu pori terhadap efektifitas imbuhan pada lapisan tanah *semi-permeable*

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. Siklus Hidrologi**

##### **1. Pengertian siklus hidrologi**

Menurut Triadmodjo B, 2008. Bahwasanya Siklus Hidrologi merupakan proses kontinyu dimana air bergerak dari bumi ke atmosfer dan kemudian ke bumi lagi. Air di permukaan tanah, sungai, danau dan laut menguap ke udara. Uap air tersebut bergerak dan naik ke atmosfer, kemudian mengalami kondensasi dan berubah menjadi titik-titik air yang berbentuk awan.

Siklus air, juga dikenal sebagai siklus hidrologi atau siklus H<sub>2</sub>O, menggambarkan pergerakan air yang kontinyu, pada di atas dan dibawah permukaan bumi. Massa air di Bumi masih cukup konstan sepanjang waktu tetapi pembagian air kedalam waduk besar es, air tawar, air asin dan air di atmosfer adalah variabel yang tergantung pada berbagai variabel iklim. Air bergerak dari satu waduk yang lain, seperti dari sungai ke laut, atau dari laut ke atmosfer, oleh proses penguapan (*evaporation*), pengembunan (*condensation*), curah hujan (*precipitation*), resapan (*infiltration*), aliran permukaan (*runoff*), dan aliran bawah permukaan (*subsurface flow*) (Triatmodjo B, 2010).

Menurut Martha dan Adidarma (1983), bahwa hidrologi adalah ilmu yang mempelajari tentang terjadinya, pergerakan dan distribusi air di bumi, baik di atas maupun di bawah permukaan bumi, tentang sifat fisik kimia air serta reaksinya terhadap lingkungan dan hubungannya dengan kehidupan.

Hidrologi ialah ilmu yang membicarakan tentang air yang ada di bumi, yaitu mengenai kejadian, perputaran dan pembagiannya, sifat-sifat fisik dan kimia, serta reaksinya terhadap lingkungan termasuk hubungannya dengan kehidupan (Linsley, 1989). Sedangkan Singh (1992), menyatakan bahwa hidrologi adalah ilmu yang membahas karakteristik menurut waktu dan ruang tentang kuantitas dan kualitas air bumi, termasuk di dalamnya terjadi pergerakan, penyebaran, sirkulasi tampungan, eksplorasi, pengembangan dan manajemen.

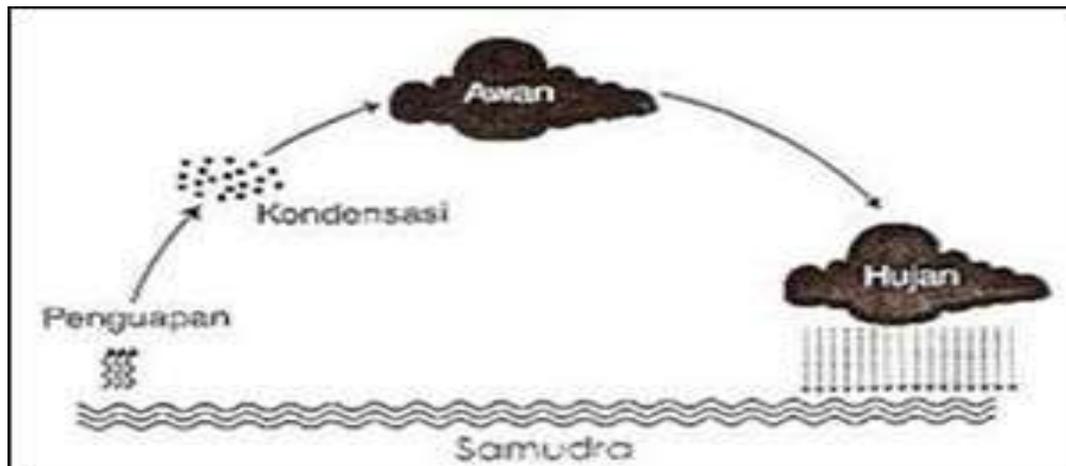
Menurut Soedibyo (1993) Siklus hidrologi merupakan proses pengeluaran air dan perubahannya menjadi uap air yang mengembun kembali menjadi air yang berlangsung terus-menerus tiada henti-hentinya. Sebagai akibat terjadinya sinar matahari maka timbul panas. Dengan adanya panas ini maka air akan menguap menjadi uap air dari semua tanah, sungai, danau, telaga, waduk, laut, kolam, sawah dan lain-lain dan prosesnya disebut penguapan (*evaporation*). Penguapan juga terjadi pada semua tanaman yang disebut transpirasi (*transpiration*).

Menurut Darwis (2018), siklus hidrologi dibagi dalam 3 bagian yaitu :

**a. Siklus hidrologi pendek (short cycle)**

Siklus hidrologi pendek (short cycle), yaitu peristiwa dimana air laut yang menguap karena pemanasan yang tinggi. Uap air ini menguap keangkasa, menjadi awan dan kemudian turun sebagai hujan pada permukaan air laut tersebut.

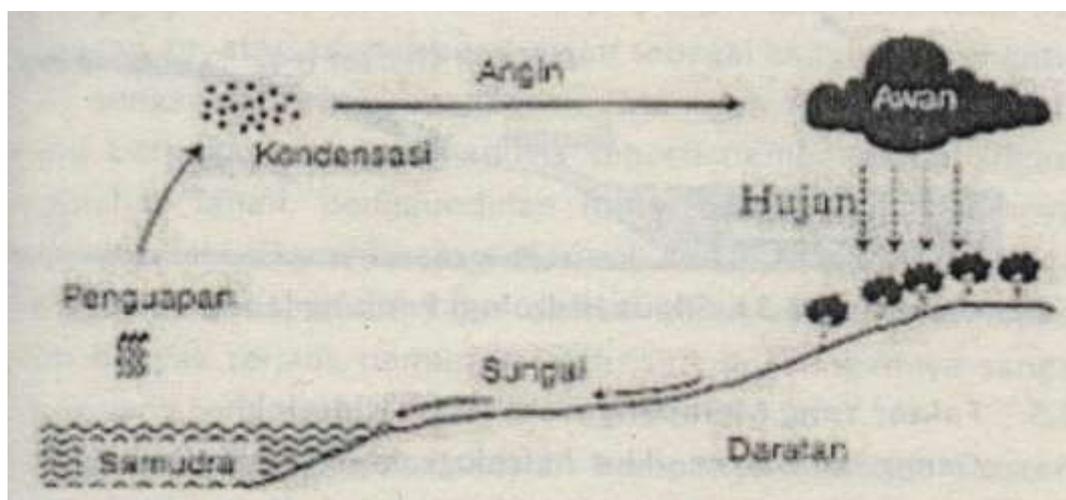
Skema peristiwa siklus hidrologi pendek dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 1. Siklus Hidrologi Pendek, (Darwis (2018) Pengelolaan air tanah)

### b. Siklus hidrologi sedang (Medium cycle)

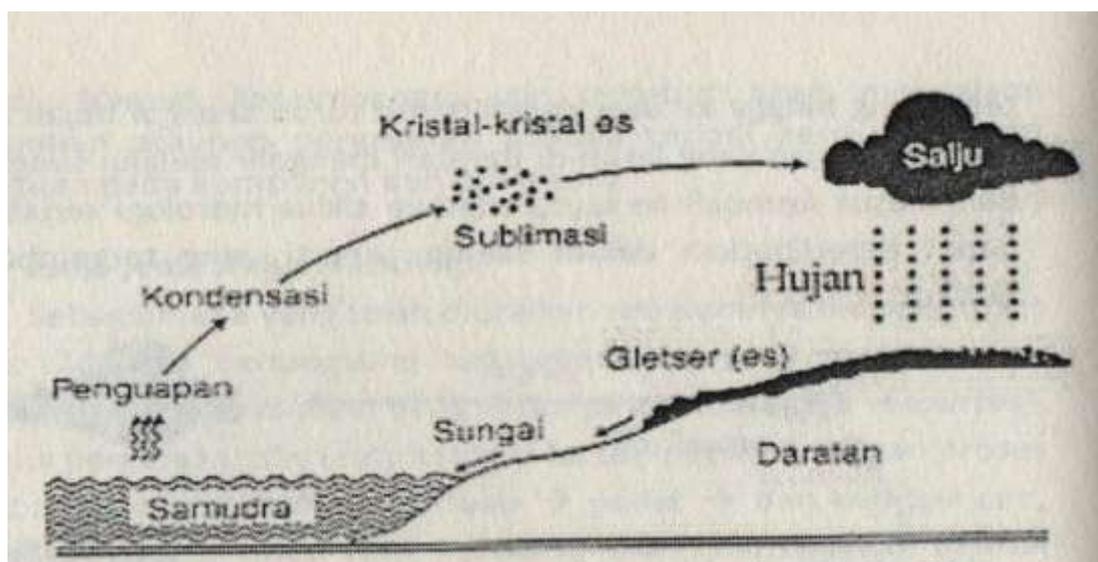
Siklus hidrologi sedang (Medium cycle), adalah peristiwa air permukaan yang menguap dan menjadi awan. Karena adanya angin yang bertiup, maka awan yang terjadi di atas laut terdorong hingga ke atas daratan dan turun sebagai hujan di daratan. Hujan yang jatuh di daratan mengalir melalui sungai dan masuk kembali ke laut. Peristiwa siklus hidrologi sedang dapat di perhatikan dalam skema seperti yang tergambar berikut.



Gambar 2. Siklus Hidrologi Sedang, (Darwis (2018) Pengelolaan air tanah)

### c. Siklus hidrologi panjang (long cycle)

Siklus hidrologi panjang (long cycle), yaitu menguapnya air laut menjadi uap gas karena adanya panas dari matahari, lalu uap air tersebut mengalami sublimasi dan membentuk awan yang mengandung kristal es, dan pada akhirnya jatuh dalam bentuk salju yang kemudian akan membentuk gletser yang mencair membentuk aliran sungai dan kembali ke laut. Jadi siklus hidrologi panjang sebenarnya hampir sama peristiwanya dengan siklus hidrologi sedang. Perbedaannya adalah siklus panjang meliputi daerah yang sangat luas sehingga ke daerah subtropis. Angin mendorong awan hingga jauh ke daratan, sehingga mengalami sublimasi dan berubah menjadi hujan salju dan mengalir melalui sungai dan kembali menuju laut. Skema peristiwa siklus hidrologi panjang dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 3. Siklus Hidrologi Panjang, (Darwis (2018) Pengelolaan air tanah)

## 2. Elemen siklus Hidrologi

Menurut Hakim et al, 1986, bahwasanya Pergerakan air di bumi yang merupakan suatu sistem yang tertutup, yang berarti pergerakan air pada sistem tersebut selalu tetap berada pada sistemnya. Energi panas matahari dan faktor-faktor iklim lainnya menyebabkan terjadinya proses evaporasi pada permukaan vegetasi dan tanah, di laut dan badan-badan air lainnya. Uap air sebagai hasil proses evaporasi akan terbawa oleh angin melintasi daratan yang bergunung maupun pada daerah datar dan apabila keadaan atmosfer memungkinkan sebagian dari uap air tersebut akan terkondensasi dan turun sebagai air hujan. Matahari. Yang mendorong siklus air, memanaskan air di samudera dan laut. Air menguap menjadi uap air di udara. Es hujan dan salju dapat berubah secara langsung mejadi uap.

Melalui proses penguapan (*evaporasi*) dilaut dan disebagian kecil permukaan bumi, yaitu berupa penguapaan dari tampungan air disungai, waduk, permukaan tanah serta transpirasi dari tanaman Proses penguapan dapat terjadi karena adanya pemanasan oleh matahari sebagai sinar energi bagi alam. Uap air yang terangkat ke atas atmosfer *clan* melalui proses kondensasi dapat terbentuk. Butiran awan, akibat berbagai sebab klimatologi tertentu dapat membawa butir awan tersebut ke atas daratan membentuk awan hujan (*rain cloud*). Tidak semua butir awan hujan tersebut akan jatuh sampai dipermukaan bumi sebagai hujan, ukuran butir awan hujan yang tidak cukup berat untuk melawan gaya gesekan dan gaya tekan udara ke atas akan melayang dan diuapkan kembali menjadi awan. Bagian yang sampai dibumi dikatakan sebagai hujan (*precipitation*) yang sebagian akan tertahan oleh tanaman dan bangunan yang akan diuapkan kembali. Bagian

ini merupakan air hujan yang tak terukur dan disebut intersepsi (*interception*). Bagian yang sampai dipermukaan tanah akan mengalir sebagai limpasan permukaan (*over land flow*) menuju ke tampungan aliran berupa saluran atau sungai menuju laut. Sebelum sampai di saluran atau sungai limpasan permukaan tersebut akan mengalami proses infiltrasi ke bawah permukaan tanah yang sebagian akan bergerak ke bawah merupakan air perkolasi menuju zona tampungan air tanah (*aquifer, ground water storage*) dan sebagian lain bergerak mendatar dibawah permukaan tanah sebagai *sub surface flow* atau aliran antara (*inter flow*) menuju ke saluran, tampungan waduk, danau, sungai atau laut. Sering kali bagian yang melimpas menuju alur sungai disebut dengan aliran permukaan tanah (*surface run off*) (Hakim et al, 1986).

Evapotranspirasi adalah air terjadi dari tanaman dan menguap dari tanah. Meningkatnya aliran udara yang membawa uap samapai ke atmosfir dan temperatur yang lebih dingin akan menyebabkan itu mengembun dan menjadi awan. Aliran udara yang menggerakkan uap air di seluruh dunia, sehingga partikel awan bertabrakan, tumbuh, dan jatuh dari lapisan atmosfer bagian atas sebagai presepitasi. Beberapa presepitasi jatuh sebagai salju atau hujan es, dan dapat terakumulasi sebagai es dan gletser, yang dapat menyimpan air beku utuk ribuan tahun (Hakim et al, 1986).

Kebanyakan air jatuh kembali ke lautan atau ketanah sebagai hujan, dimana air mengalir atas sebagai aliran (limpasan) permukaan. Sebagian aliran masuk sungai di lembah dalam lanskap, dengan debit sungai air bergerak menuju lautan. Limpasan dan air yang muncul dari tanah (air tanah) dapat di simpan

sebagai air tawar di danau. Tidak semua limpasan mengalir ke sungai, banyak yang meresap ke dalam tanah sebagai infiltrasi (Hakim et al, 1986).

Sebagian air menyerap ke dalam tanah dan mengisi ulang sumber air, yang dapat menampung air tawar untuk jangka waktu yang lama. Sebagian resapan bisa berada di dekat dengan permukaan tanah dan bisa merembes kembali ke permukaan badan air (dan laut) sebagai debit air tanah. Sebagian memiliki celah pada permukaan tanah, sehingga air keluar sebagaimana air tawar.pada lembah sungai dan banjir dataran seringkali ada pertukaran air secara kontinyu antara air permukaan dan air tanah di *zone hyporheic*. Seiring waktu itu, air kembali ke laut, untuk melanjutkan siklus air (Hakim et al, 1986).

### **3. Perananan air tanah dalam siklus hidrologi**

Menurut Seyhan, Ersin (1990), Bumi memiliki sekitar 1,3 -1,4 milyar km<sup>2</sup> air, yang terbagi atas laut sejumlah 97,5%, dalam bentuk es sejumlah 1,75% dan sekitar 0,73% berada di darat. Air hujan yang jatuh ke permukaan bumi akan mengalir ke daerah yang lebih rendah dan masuk ke sungai akhirnya mengalir sampai ke laut, dalam perjalanan air tersebut sebagian akan masuk ke dalam tanah (infiltrasi) dan ada pula yang menguap kembali. Sebagian besar akan tersimpan sebagai air tanah (*groundwater*) dengan mengisi tanah/bebatuan dekat permukaan bumi yang kemudian disebut akuifer dangkal, dan sebagian lagi terus masuk ke dalam tanah untuk mengisi lapisan akuifer yang lebih dalam. Proses ini berlangsung dalam waktu yang sangat lama. Lokasi pengisian (*recharge area*) dapat jauh sekali dari lokasi pengambilan airnya (*discharge area*).yang akan

keluar sedikit demi sedikit dalam jangka waktu yang lama ke permukaan tanah di daerah-daerah yang rendah (*groundwater runoff*) limpasan air tanah.

Menurut Seyhan, Ersin (1990). lebih dari 98% dari semua air tawar (diduga sedikit lebih dari pada  $7 \times 10^6 \text{ km}^3$ ) diatas muka bumi tersembunyi di bawah permukaan dalam pori-pori batuan dan bahan bahan-butiran. Dua persen sisanya adalah apa yang kita lihat di danau-danau, sungai dan reservoir. Separuh dari dua persen ini disimpan di reservoir buatan. Sembilan puluh delapan persen dari air di bawah permukaan disebut air tanah dan digambarkan sebagai air yang terdapat pada bahan yang jenuh di bawah muka air tanah. Dua persen sisanya adalah lensa tanah pada mintakat tidak jenuh di atas muka air tanah.

Danaryanto et al. (2007). menyatakan bahwa : Air tanah ialah air yang melekat pada butir-butir tanah, air yang terletak diantara butir-butir tanah, dan air yang tergenang di atas lapisan tanah yang terdiri dari batu, tanah lempung yang amat halus atau padat yang sukar ditembus air.

## **B. Permeabilitas tanah**

### **1. Pengertian permeabiliitas**

Permeabilitas tanah adalah suatu kesatuan yang meliputi infiltrasi tanah dan bermanfaat sebagai permudahan dalam pengolahan tanah (Dede rohmat, 2009). Permeabilitas tanah memiliki lapisan atas dan bawah. Lapisan atas berkisar antara lambat sampai agak cepat ( $0,20 - 9,46 \text{ cm jam}^{-1}$ ), sedangkan di lapisan bawah tergolong agak lambat sampai sedang ( $1,10 - 3,62 \text{ cm jam}^{-1}$ ) (N.Suharta dan B. H Prasetyo, 2008).

Menurut Hardiyatmo H.C. (2012). permeabilitas atau rembesan didefinisikan sebagai sifat bahan berpori yang memungkinkan aliran rembesan dari cairan yang berupa air atau minyak mengalir lewat rongga pori.

Pori-pori tanah saling berhubungan antara satu dengan yang lainnya, sehingga air dapat mengalir dari titik tinggi energi yang lebih rendah.

Menurut Hanafiah K.A. (2007), apabila dikaitkan dengan porositas dan drainase maka permeabilitas pada kelas:

- a) Lambat / tidak permeabel merupakan dominasi fraksi liat menyebabkan terbentuknya banyak pori-pori mikro, sehingga luas permukaan seutuhnya menjadi sangat luas. Dengan demikian daya pegang terhadap air sangat kuat. Kondisi ini menyebabkan air yang masuk kepori-pori segera terperangkap dan udara sulit masuk. Pada kondisi ini, sebagian besar ruang pori terisi air, sehingga pori-pori mikro ini disebut juga pori kapiler karena proses kehilangan airnya berlangsung lambat ( drainase lambat )
- b) Sedang / cukup permeabel merupakan dominasi fraksi debu menyebabkan terbentuknya pori-pori dalam jumlah sedang, sehingga luas situs sentuhan menjadi cukup luas, menyebabkan daya pegang terhadap air yang cukup kuat. Hal ini menyebabkan air dan udara cukup mudah masuk keluar dari tanah, sebagian air akan tertahan. Dalam kondisi ini, sebagian besar ruang pori terisi udara dan air dalam jumlah yang seimbang, sehingga pori-pori meso termasuk juga pori drainase karena proses kehilangan air cukup cepat.
- c) Cepat / permeabel merupakan dominasi fraksi pasir akan menyebabkan sedikit pori-pori makro, sehingga luas permukaan yang disentuh bahan

menjadi sangat sempit, sehingga daya pegang terhadap air sangat lemah. Kondisi ini menyebabkan air dan udara mudah masuk keluar dari tanah, hanya sedikit air yang tertahan. Sebagian besar ruang pori terisi oleh udara sehingga pori-pori makro disebut juga pori drainase tinggi karena proses kehilangan airnya sangat cepat.

## **2. Rembesan air tanah**

Menurut Kalsim dan Sapei (2003) tanah (*soil*) berasal dari bahasa latin “solum” berarti bagian teratas dari kerak bumi yang dipengaruhi oleh proses pembentukan tanah. Sedangkan Hardiatmo H.C. (2012), tanah adalah himpunan mineral, bahan organik dan endapan-endapan yang relatif lepas (*loose*) yang terletak di atas batu dasar (*bedrock*). Studi mengenai aliran air melalui pori-pori tanah diperlukan dalam mekanika, hal ini sangat berguna didalam menganalisa kestabilan dari suatu bendungan tanah dan konstruksi dinding penahan tanah yang terkena gaya rembesan.

Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi permeabilitas (Suharta, N & B.H Prasetyo, 2008) diantaranya sebagai berikut :

### 1) Tekstur tanah

Tektur tanah adalah perbandingan antara pasir, liat dan debu yang mengukung suatu tanah. Tekstur sangat berpengaruh pada permeabilitas apabila teksturnya pasir, maka permeabilitas tinggi karena pasir mempunyai pori-pori makro, Sehingga pergerakan air dan zat-zat tertentu bergerak dengan cepat.

### 2) Struktur tanah

Struktur tanah adalah agregat butiran primer menjadi butiran sekunder yang dipisahkan oleh bidang belah alami. Tanah yang mempunyai struktur mantap maka permeabilitasnya rendah, karena mempunyai pori-pori yang kecil. Sedangkan tanah yang berstruktur lemah mempunyai pori-pori yang besar sehingga permeabilitasnya tinggi.

### 3) Porositas

Permeabilitas tergantung pada ukuran pori-pori yang dipengaruhi oleh ukuran partikel, bentuk partikel dan struktur tanah. Semakin kecil ukuran partikel, maka semakin rendah permeabilitasnya.

### 4) Viskositas cairan

Viskositas merupakan kekentalan dari suatu cairan. semakin tinggi viskositas, maka koefisien permeabilitas tanahnya semakin kecil.

### 5) Gravitasi

Gaya gravitasi berpengaruh pada kemampuan tanah untuk mengikat air.

Semakin kuat gaya gravitasinya, maka permeabilitasnya semakin tinggi.

## **C. Konservasi Air Tanah**

Konservasi air tanah menurut (Danaryanto et al. 2005), adalah upaya melindungi dan memelihara keberadaan, kondisi dan lingkungan air tanah guna mempertahankan kelestarian atau kesinambungan ketersediaan dalam kuantitas dan kualitas yang memadai, demi kelangsungan fungsi dan kemanfaatannya untuk memenuhi kebutuhan makhluk hidup, baik waktu sekarang maupun pada generasi yang akan datang. Konservasi air tidak bisa lepas dari konservasi tanah sehingga keduanya sering disebut bersamaan menjadi konservasi tanah dan air. Hal ini

mengandung makna, bahwa kegiatan konservasi tanah akan berpengaruh tidak hanya pada perbaikan kondisi lahan tetapi juga pada perbaikan kondisi sumber daya airnya, demikian juga sebaliknya (Suripin, 2002 dalam Riasatika 2012).

Menurut (Darwis et al. 2016), konservasi air tanah adalah suatu usaha bersama dalam mengelola dan memanfaatkan sumber air tanah tanpa melampaui kapasitasnya, untuk menghasilkan keuntungan ekonomi yang rasional, dan dipergunakan dalam menunjang kesejahteraan hidup masyarakat secara wajar, dengan mempertimbangkan terpenuhinya keperluan generasi yang datang terhadap sumber air yang berada di bawah permukaan tanah.

Pada awalnya konservasi air tanah diartikan sebagai menyimpan air dan menggunakan-nya untuk keperluan yang produktif di kemudian hari. Konsep ini disebut konservasi segi pasokan. Perkembangan selanjutnya konservasi lebih mengarah kepada pengurangan atau efisiensi penggunaan air, dan dikenal sebagai konservasi sisi kebutuhan (Suripin, 2002 dalam Riasatika, 2012). Konservasi air tidak bisa lepas dari konservasi tanah, sehingga keduanya sering disebut bersamaan menjadi konservasi tanah dan air. Hal ini mengandung makna, bahwa kegiatan konservasi tanah akan berpengaruh tidak hanya pada perbaikan kondisi lahan tetapi juga pada perbaikan kondisi sumber daya airnya, demikian juga sebaliknya.

Menurut Suripin, (2002), dalam Riasatika, (2012). Konservasi air yang baik merupakan gabungan dari kedua konsep tersebut, yaitu menyimpan air di saat berlebihan, menggunakannya sesedikit mungkin untuk keperluan tertentu yang produktif. Konservasi air domestik berarti menggunakan air sesedikit mungkin

(secukupnya) untuk mandi, mencuci, menggelontor toilet, dan penggunaan-penggunaan rumah tangga lainnya. Konservasi air industri berarti pemakaian air sesedikit mungkin (secukupnya), untuk menghasilkan suatu produk.

Konservasi air pertanian pada dasarnya berarti penggunaan air sesedikit mungkin (secukupnya), untuk menghasilkan hasil pertanian yang sebanyak-banyaknya.

Untuk mendukung konservasi air tanah, maka diselenggarakan pemantauan air tanah. Obyek pemantauan air tanah antara lain pemantauan kedudukan muka air, debit aliran, jumlah pengambilan air tanah, kuantitas, kualitas, dan lingkungan keberadaan air tanah.

Urgensi tindakan dan upaya konservasi air tanah, secara konstitusional dijamin oleh negara. Dalam hal ini landasan hukumnya adalah Undang-undang Nomor 37 Tahun 2014 tentang Konservasi Tanah dan Air, yang mana pada pasal-1 ayat-2 ditegaskan bahwa : “Konservasi Tanah dan Air adalah upaya perlindungan, pemulihan, peningkatan, dan pemeliharaan fungsi tanah pada lahan sesuai dengan kemampuan dan peruntukan lahan untuk mendukung pembangunan yang berkelanjutan dan kehidupan yang lestari”. Untuk pelaksanaan konservasi tanah dan air, dalam pasal-2 UU tersebut ditegaskan berdasarkan pada beberapa azas, yakni ; (a) partisipatif; (b) keterpaduan; (c) keseimbangan; (d) keadilan; (e) kemanfaatan; (f) kearifan lokal; dan (g) kelestarian.

Pada dasarnya tujuan yang ingin di capai dari konservasi tanah dan air tidak lain adalah untuk menjamin pemanfaatan berkelanjutan dan kelestarian dari pada lahan yang ada. Hal ini dapat dilihat pada pasal-3 pada undang-undang

tersebut yang menegaskan bahwa penyelenggaraan konservasi tanah dan air bertujuan :

- a. Melindungi permukaan tanah dari pukulan air hujan yang jatuh, meningkatkan kapasitas infiltrasi tanah, dan mencegah terjadinya konsentrasi aliran permukaan;
- b. Menjamin fungsi tanah pada lahan agar mendukung kehidupan masyarakat;
- c. Mengoptimalkan fungsi tanah pada lahan untuk mewujudkan manfaat ekonomi, sosial, dan lingkungan hidup secara seimbang dan lestari;
- d. Meningkatkan daya dukung DAS;
- e. Meningkatkan kemampuan kapasitas dan memberdayakan keikutsertaan masyarakat secara partisipatif; dan
- f. Menjamin kemanfaatan konservasi tanah dan air secara adil dan merata untuk kepentingan masyarakat.

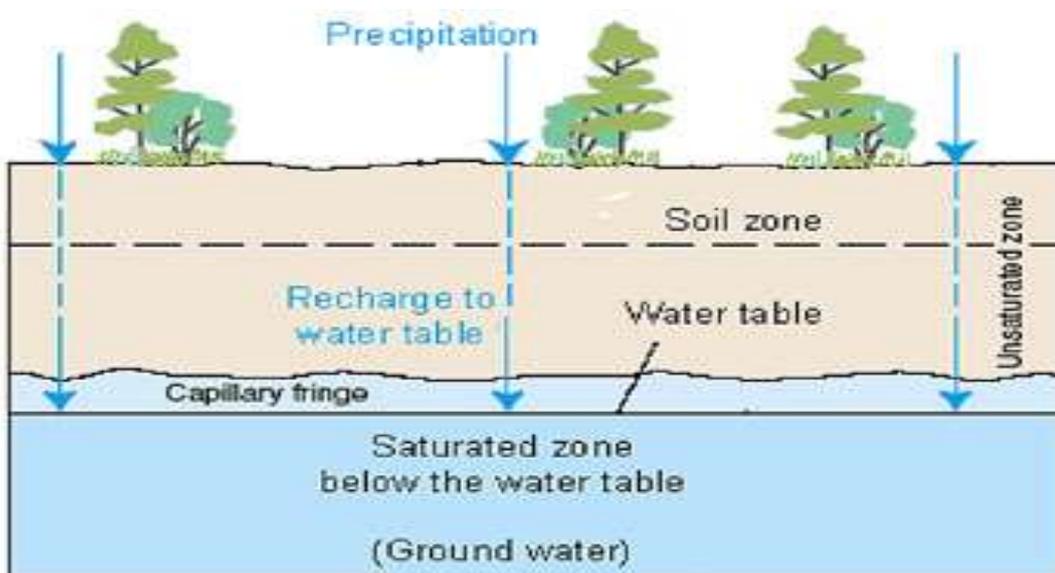
Pelaksanaan konservasi air tanah tidak hanya bertujuan untuk meningkatkan volume air tanah, akan tetapi juga dimaksudkan untuk meningkatkan konservasi air permukaan. Konservasi air tanah merupakan salah satu bentuk kegiatan pengelolaan air tanah, yang dapat dilakukan untuk memperbesar pengisian air tanah di daerah imbuhan sekaligus mengurangi permasalahan lingkungan di daerah tersebut (Darwis et al. 2015).

#### **D. Pengimbuhan Air Tanah**

Sebagaimana telah diuraikan sebelumnya bahwa air yang disebut dengan air tanah adalah semua air yang terdapat dalam lapisan tanah atau batuan di bawah

permukaan tanah. Keberadaan air tanah di dalam lapisan tanah tidak terlepas dari adanya proses infiltrasi dari air permukaan, baik air hujan ataupun air yang terdapat pada berbagai reservoir permukaan seperti sungai, danau, embung, bendung, dan lain sebagainya. Air dari permukaan tanah berinfiltrasi ke dalam lapisan tanah untuk mengisi pori-pori tanah yang tak jenuh, akibat gaya gravitasi bumi.

Proses pengimbuhan air tanah secara alami dapat diilustrasikan pada gambar di bawah ini :



Gambar 4. Proses Pengimbuhan Alami, (Davie Team. 2008).

Jenis air tanah tergantung eksistensi dan letaknya secara umum dapat dikategorikan atas dua jenis, yakni ; air tanah dangkal, yaitu air tanah yang berada dekat ke permukaan tanah; dan air tanah dalam, yaitu air tanah yang letaknya jauh di bawah permukaan tanah.

Apabila ditinjau dari sifatnya terhadap air batuan tersebut menurut (Danaryanto et al. 2007), lapisan tanah/batuan dapat dibedakan atas:

1) *Akuifer (aquifer)*

Suatu lapisan, formasi, atau kelompok formasi satuan geologi yang *permeable* baik yang terkonsolidasi (lempung) maupun yang tidak terkonsolidasi (pasir) dengan kondisi jenuh air dan mempunyai suatu besaran konduktivitas hidraulik (K) sehingga dapat membawa air (air dapat diambil) dalam jumlah (kuantitas) yang ekonomis. Pasir dan kerikil merupakan contoh suatu jenis akuifer. Keberadaan lapisan akuifer ini sangat penting dalam usaha penyadapan air tanah.

2) *Aquiclude (lapisan kedap air)*

Suatu lapisan formasi, atau kelompok formasi satuan geologi yang kedap air (*impermeable*) dengan nilai konduktivitas hidraulik yang sangat kecil sehingga tidak memungkinkan air untuk melewatinya. Dapat dikatakan pula bahwa aquiclude ini merupakan lapisan pembatas atas dan pembatas bawah suatu *confined aquifer*. Lempung padat adalah salah satu jenis dari *aquiclude*.

3) *Aquitard (semi impervious layer)*

Suatu lapisan formasi, atau kelompok formasi satuan geologi yang *permeable* dengan nilai konduktivitas hidraulik yang kecil namun masih memungkinkan air melewati lapisan ini walaupun dengan gerakan yang sangat lambat. Dapat dikatakan pula bahwa aquitard ini merupakan lapisan pembatas atas dan pembatas bawah suatu *semi confined aquifer*. Salah satu jenis lapisan aquitard adalah lempung pasir.

4) *Aquifug*

Suatu lapisan formasi, atau kelompok formasi satuan geologi yang relatif kedap air, yang tidak mengandung ataupun tidak dapat mengalirkan air (air sama sekali tidak dapat melewatinya). Contoh lapisan *aquifug* adalah jenis batuan granit.

Menurut (Sophocleous et al. 2010), aliran air tanah di dalam akuifer dapat dibedakan dalam aliran akuifer tertekan (*confined aquifer*), dan aliran akuifer tak tertekan (*unconfined aquifer*).

### **1. *Aquifer tertekan (confined aquifer)***

Merupakan lapisan rembesan air yang berisi kandungan air tanah yang bertekanan lebih besar dari tekanan udara bebas/tekanan atmosfer, karena bagian bawah dan atas dari akuifer ini tersusun dari lapisan kedap air (*impermeable layers*). Muka air tanah dalam kedudukan ini disebut pisometri, yang dapat berada di atas maupun di bawah muka tanah. Apabila tinggi pisometri ini berada di atas muka tanah, maka air sumur yang menyadap akuifer jenis ini akan mengalir secara bebas. Air tanah dalam kondisi demikian disebut artesis atau artesis. Dilihat dari kelulusan lapisan pengurungnya akuifer tertekan dapat dibedakan menjadi akuifer setengah tertekan (*semi-confined aquifer*) atau tertekan penuh (*confined aquifer*) dan dapat pula disebut akuifer dalam.

### **2. *Aquifer tak tertekan/bebas (unconfined aquifer)***

Merupakan lapisan rembesan air yang mempunyai lapisan dasar kedap air, tetapi bagian atas muka air tanah lapisan ini tidak kedap air, sehingga kandungan air tanah yang bertekanan sama dengan tekanan udara bebas/tekanan atmosfer.

Ciri khusus dari akuifer bebas ini adalah muka air tanah yang sekaligus juga merupakan batas atas dari zona jenuh akuifer tersebut, sering disebut pula dengan akuifer dangkal.

#### **E. Kerangka Fikir**

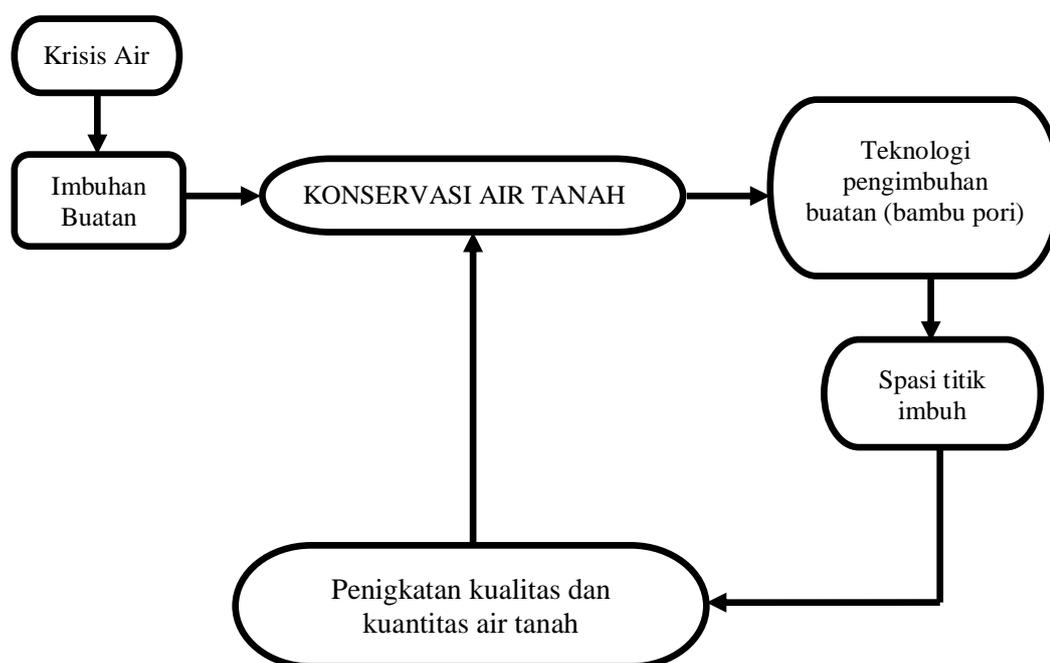
Krisis air tanah telah melanda dunia secara global. Hal ini disebabkan karena menurunnya kapasitas resapan permukaan tanah, baik akibat penutupan permukaan oleh berbagai macam bangunan dan fasilitas infrastruktur, maupun akibat menipisnya vegetasi di permukaan tanah. Di samping itu eksploitasi air tanah untuk berbagai keperluan kehidupan umat manusia telah memberi kontribusi besar terhadap terjadinya krisis air tanah.

Upaya penyelamatan air tanah telah diupayakan oleh berbagai pihak, baik yang berskala global maupun upaya yang bersifat nasional dan regional. Pemerintah Indonesia baik pusat maupun daerah telah mengeluarkan beberapa regulasi tentang pemanfaatan sumber daya air tanah secara hemat dan terkendali. Salah satu regulasi yang bersifat spesifik adalah peraturan Menteri ESDM No. 15 Tahun 2012 tentang penghematan penggunaan air Tanah. Dalam peraturan tersebut ditekankan berbagai hal tentang upaya penghematan penggunaan air tanah, yang mana peran penggunaan dan pengendalian berada di pihak pemerintah, sementara peran pengawasan penggunaan air tanah terbuka untuk masyarakat umum, bahkan peran penindakan terhadap pelanggaran peraturan tersebut dapat dilakukan oleh penegak hukum.

Penggunaan air tanah untuk memenuhi kebutuhan air irigasi petani di Kecamatan Barombong Kabupaten Gowa, sudah mulai marak sejak awal tahun

1990-an, menyusul setelah beberapa tahun eksploitasi air tanah oleh petani di Kabupaten Takalar telah berlangsung. Akibat penggunaan air tanah yang cukup besar untuk kebutuhan tanaman mereka sekian tahun, lambat laun kondisi air tanah di Kecamatan Barombong tidak jauh berbeda dengan kondisi air tanah di Kabupaten Takalar.

Berdasarkan alur pemikiran dan kondisi yang terjadi, maka skema kerangka pikir penelitian dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 5. Kerangka Fikir

Skema di atas menunjukkan bahwa pada kondisi krisis air tanah diperlukan penanganan serius berupa konservasi air tanah. Langkah yang dapat diambil adalah dengan mengendalikan teknologi pengimbuhan buatan. Teknologi pengimbuhan buatan digunakan selain upaya menjaga kesinambungan eksistensi air tanah juga dapat menghindari pencemaran lingkungan karena tidak menggunakan alat pengimbuhan dari bahan sintesis.

Tindakan konservasi air tanah adalah upaya untuk meningkatkan volume air tanah dan air permukaan. Konservasi air tanah merupakan salah satu bentuk kegiatan pengelolaan air tanah, yang dapat dilakukan untuk memperbesar pengisian air tanah di daerah imbuhan sekaligus mengurangi permasalahan lingkungan di daerah tersebut. Olehnya perlu untuk menjamin kelestarian dan keberlanjutan air tanah sebagai salah satu sumber alam yang dominan untuk memenuhi kehidupan makhluk hidup di bumi.

Keberadaan air tanah di dalam lapisan tanah tidak terlepas dari proses pengimbuhan dari air permukaan. Proses pengimbuhan juga ditengentukan oleh kemampuan tanah untuk meloloskan air. Untuk mendukung proses tersebut maka dibutuhkan teknologi konservasi air tanah yang sesuai dengan kondisi tanah. Tentunya dengan akurasi pemilihan konservasi mampu meminimalisir krisis air tanah dan meningkatkan kualitas dan kuantitas air tanah.

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **A. Jenis penelitian dan Variabel penelitian**

##### 1. Jenis penelitian

Penelitian ini adalah penelitian pengembangan (*Research and Development*) dalam bentuk eksperimen lapangan (*field experimental*), yang akan menguji coba dan mengembangkan alternatif penggunaan bambu sebagai alat pengimbuhan untuk upaya konservasi air tanah dangkal.

##### 2. Variabel penelitian

Sesuai dengan tujuan penelitian yang telah dikemukakan pada Bab sebelumnya, maka variabel yang diteliti yaitu :

###### a) Variabel bebas :

- Spasi titik imbuhan “bambu rongga”

###### b) Variabel terikat :

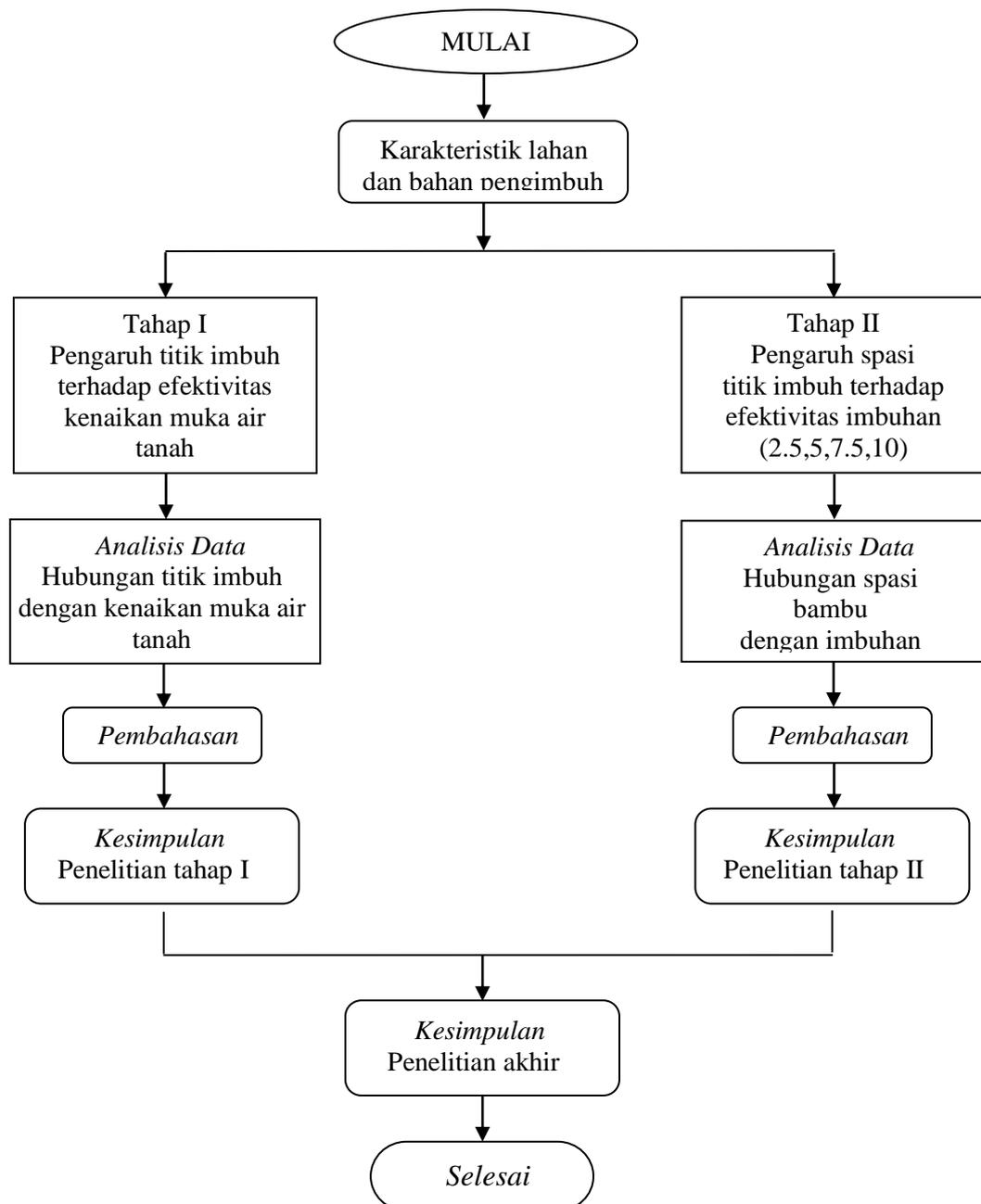
- Imbuhan Air Tanah

#### **B. Lokasi penelitian**

Penelitian dilakukan di wilayah Kecamatan Bajeng Barat Kabupaten Gowa, dimana petani sawah dan palawija di wilayah tersebut menggunakan air tanah sebagai air irigasi pada saat musim kemarau.

### C. Bagan Alur Penelitian

Berdasarkan variabel yang akan diamati dan analisis dalam penelitian ini yang direncanakan sebanyak tiga tahap, maka dapat digambarkan alur penelitian seperti berikut :



Gambar 6. Bagan Alir Penelitian

#### **D. Tahap Penelitian**

Berdasarkan rumusan variabel penelitian di atas, pengusul mengemukakan tahap penelitian yang akan menjadi rujukan di dalam pelaksanaan penelitian ini, yaitu :

- 1) Imbuan Air Tanah adalah volume air tanah yang mengisi akuifer. Volume imbuan diukur dengan kenaikan muka air tanah dalam sumur uji yang diamati setiap terjadi pengimbuhan.
- 2) Spasi titik imbu “ bambu rongga ” adalah jarak pengimbu yang dipasang pada satu formasi yang mengelilingi sumur uji dalam penerapan “ bambu rongga ”. Pada eksperimen ini jumlah (n) dan jarak titik imbu (s) dikontrol (n = 150 titik dan s = 5 m).

#### **E. Prosedur Penelitian**

Langkah-langkah dalam melakukan pengamatan imbuan pada lapisan tanah dalam penelitian ini adalah.

- 1) Menentukan lokasi penelitian yang dimana masyarakatnya, mengalami krisis tanah untuk digunakan bercocok tanam.
- 2) Menentukan titik sumur uji kontrol, sumur uji 1, sumur uji 2, sumur uji 3, dan sumur uji 4 dengan jarak 300 m antara sumur uji.
- 3) Melakukan pengeboran dan pemasangan pipa PVC dengan diameter 4 inci, pada sumur kontrol, sumur uji 1, sumur uji 2, sumur uji 3 dan sumur uji 4 dengan menggunakan alat Hand bor.

- 4) Memilih bambu yang berkualitas dan tidak mudah pecah pada saat dipancang, dengan diameter lubang yang seragam dan panjang bambu 1 m serta melubangi bambu.
- 5) Menentukan letak titik spasi alat imbuh bambu pori yang akan dipancang pada setiap sumur uji 1, sumur uji 2, sumur uji 3 dan sumur uji 4 dengan spasi berbeda.
- 6) Selanjutnya melakukan pemancangan bambu pori pada sumur uji 1, sumur uji 2, sumur uji 3 dan sumur uji 4.
- 7) Mengamati dan melakukan pengukuran elevasi muka air tanah sebelum hujan, 1 jam setelah hujan dan 5 jam setelah hujan.

#### **F. Rancangan Penelitian**

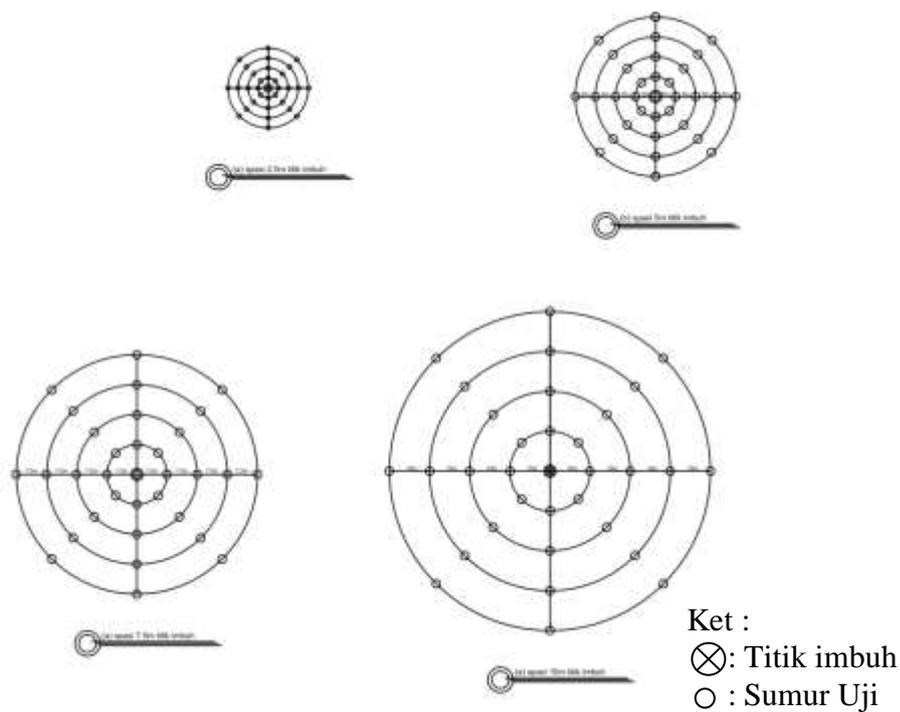
Secara keseluruhan desain “bambu rongga” yang digunakan seragam dengan ketentuan :

(a) Jumlah titik imbuh seragam 32 titik yang terdiri dari lingkaran pertama sebanyak 8 titik, lingkaran ke dua sebanyak 8 titik, lingkaran ke tiga 8 titik dan lingkaran ke empat sebanyak 8 titik, (b) Panjang bambu 1 meter, (c) Jumlah lubang 20 titik.

Penelitian untuk mengetahui spasi titik imbuh diamati 4 macam spasi bambu pori

- a. Variasi spasi untuk sumur pertama adalah 2.5 m
- b. Variasi spasi untuk sumur ke dua adalah 5 m
- c. Variasi spasi untuk sumur ke tiga adalah 7.5 m

- d. Variasi spasi untuk sumur ke empat adalah 10 m, dengan komposisi formasi titik imbuh yang ditempatkan di sekeliling sumur uji seperti tergambar :



Gambar 7. Formasi titik imbuh

### G. Instrumen penelitian

Peralatan dan bahan yang dipergunakan dalam pelaksanaan penelitian eksperimen ini antara lain :

1. Bambu lokal dengan diameter lubang yang seragam (kurang lebih 7,5 cm)
2. Alat bor listrik, untuk melubangi bambu.
3. Ombrometer, untuk mengukur curah hujan.
4. Meter roll, untuk mengukur kedalaman muka air tanah.
5. Pipa PVC diameter 4 inci, untuk pembuatan sumur uji, dan sumur kontrol.

## H. Teknik Pengumpulan Data

Untuk melihat volume imbuhan tanah, data dapat dikumpulkan melalui pengukuran langsung terhadap kenaikan muka air tanah setiap terjadinya penggenangan air permukaan akibat hujan. Pengukuran ini didasarkan pada *incident* hujan yang meninggalkan genangan permukaan dan *increment* waktu proses imbuhan berlangsung. Kenaikan muka air tanah mulai diukur setelah permukaan air di dalam sumur uji sudah berada di bawah penampang sumur, dan diamati setiap jam sampai permukaan air tanah tidak mengalami perubahan lagi, dan kondisi muka air tanah yang terakhir dicatat sebagai elevasi muka air tanah sesudah hujan. Selisih antara elevasi muka air tanah sesudah hujan dengan elevasi muka air tanah sebelum hujan, akan dicatat sebagai kenaikan air tanah yang terjadi. Untuk mengetahui efektivitas penerapan imbuhan buatan “bambu rongga”, dapat dilihat dari selisih antara kenaikan muka air tanah dalam sumur uji dengan kenaikan muka air tanah pada sumur kontrol.

## I. Teknik Analisis Data

Sesuai dengan variabel penelitian, data penelitian ini berupa pengamatan terhadap nilai kenaikan muka air tanah, yang terjadi pada setiap sumur uji pada tiap terjadinya pengimbuhan (hujan). Data tersebut dianalisis dengan teknik statistik deskriptif, dan digambarkan dalam bentuk grafik kenaikan muka air tanah pada setiap *incident* terjadinya hujan. Untuk mengetahui pengaruh antara variabel penelitian akan dilakukan analisis regresi, dan untuk mengetahui kekuatan hubungan variabel penelitian akan dilakukan analisis korelasi.

## BAB IV

### ANALISA HASIL DAN PEMBAHASAN

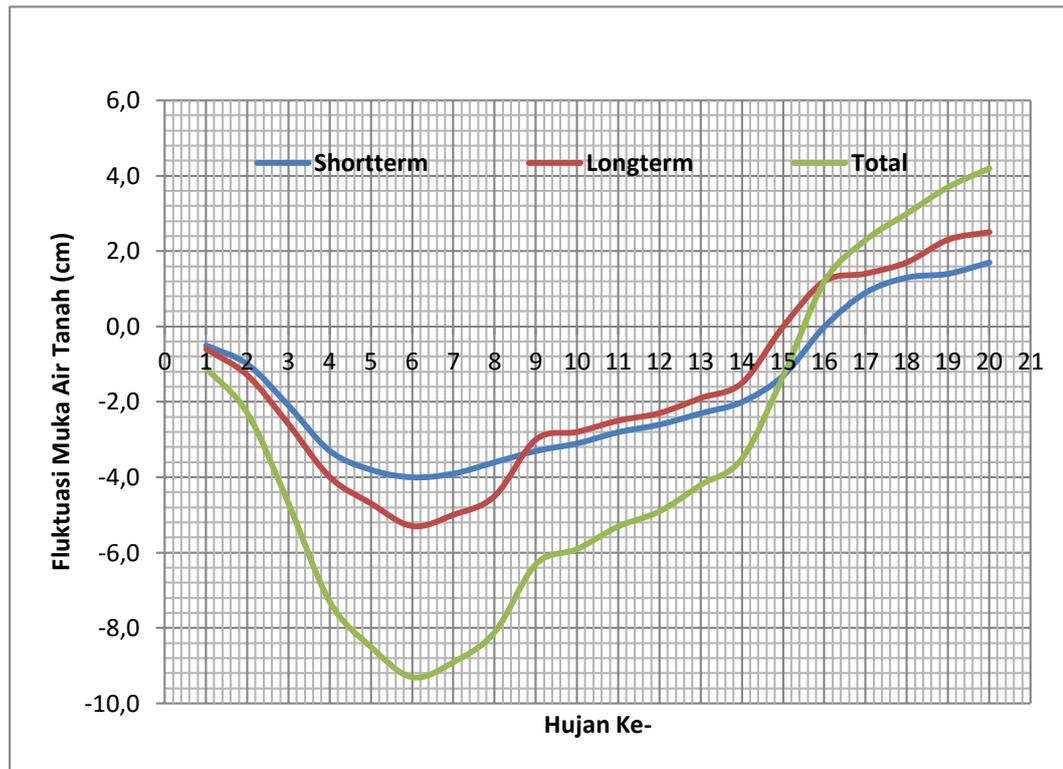
#### A. Hasil Pengamatan Imbuan pada Masing-masing Sumur Uji dengan Variabel Spasi Titik Imbuh

Uraian hasil pengamatan dari proses imbuan air tanah disajikan sebagai berikut:

Tabel 1. Fluktuasi Muka Air Tanah pada Sumur Kontrol (Tanpa Bambu Rongga).

<b>Sumur Kontrol</b>			
Hujan Ke-	Shortterm	Longterm	Total
1	-0,5	-0,6	-1,1
2	-1,0	-1,3	-2,3
3	-2,1	-2,6	-4,7
4	-3,3	-4,0	-7,3
5	-3,8	-4,7	-8,5
6	-4,0	-5,3	-9,3
7	-3,9	-5,0	-8,9
8	-3,6	-4,5	-8,1
9	-3,3	-3,0	-6,3
10	-3,1	-2,8	-5,9
11	-2,8	-2,5	-5,3
12	-2,6	-2,3	-4,9
13	-2,3	-1,9	-4,2
14	-2,0	-1,5	-3,5
15	-1,3	0,0	-1,3
16	0,0	1,2	1,2
17	0,9	1,4	2,3
18	1,3	1,7	3,0
19	1,4	2,3	3,7
20	1,7	2,5	4,2

Dari hasil tabel fluktuasi muka air tanah di atas kemudian dapat disajikan dalam bentuk grafik sebagai berikut:



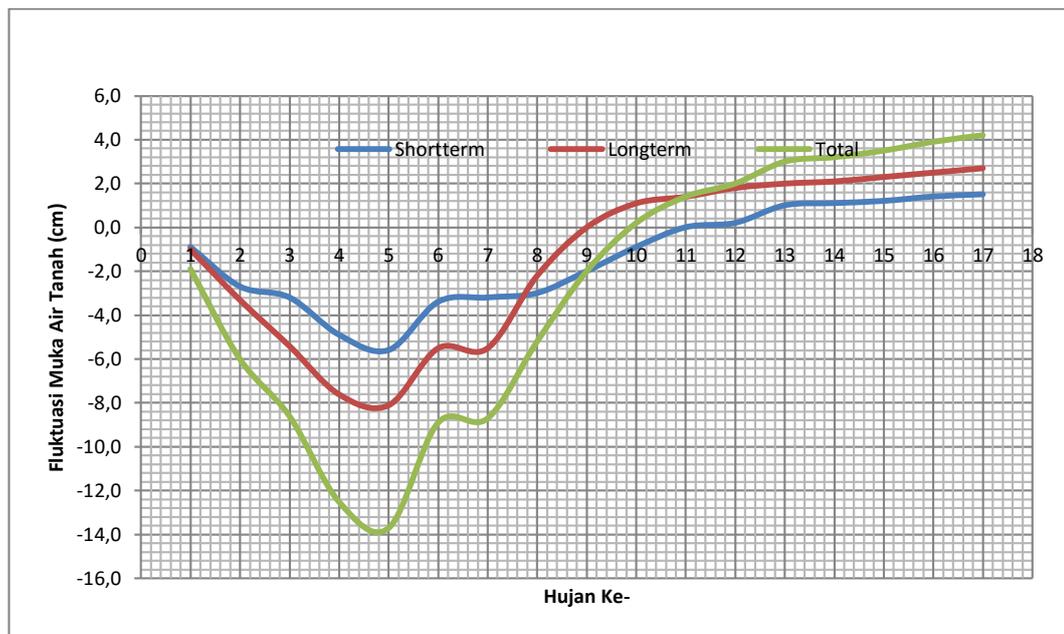
Gambar 8. Grafik Fluktuasi Muka Air Tanah pada Sumur Kontrol (tanpa pengimbuah).

Gambar 8. Kurva berwarna biru (shortterm) adalah kurva hasil pengukuran elevasi muka air tanah satu jam setelah hujan, penurunan terjadi pada hujan ke-6 dengan elevasi -4,0 cm. Periode *recovery* (elevasi 0,0 cm), terjadi pada hujan ke-16 dan kenaikan terjadi pada hujan ke-20 dengan elevasi +1,7 cm. Kurva berwarna merah (longterm) adalah kurva hasil pengukuran elevasi muka air tanah lima jam setelah hujan, penurunan terjadi pada hujan ke-6 dengan elevasi -5,3 cm. periode *recovery* (elevasi 0,0 cm) terjadi pada hujan ke-15 dan kenaikan terjadi pada hujan ke-20 dengan elevasi +2,5 cm.

Tabel 2. Fluktuasi Muka Air Tanah pada Sumur Uji 1 (Spasi Titik Imbuh 2.5 m).

Sumur Uji 1			
Hujan Ke-	Shortterm	Longterm	Total
1	-0,9	-1,0	-1,9
2	2,3	-2,8	-5,1
3	-3,2	-5,4	-8,6
4	-4,9	-7,6	-12,5
5	-5,6	-7,6	-13,7
6	-3,4	-5,5	-8,9
7	-3,2	-3,0	-8,7
8	-3,0	-2,2	-5,2
9	-2,0	0,0	-2,0
10	-0,9	1,1	0,2
11	0,0	1,4	1,4
12	0,2	1,8	2,0
13	1,0	2,0	3,0
14	1,1	2,1	3,2
15	1,2	2,3	3,5
16	1,3	2,3	3,6
17	1,3	2,4	3,7

Dari hasil tabel fluktuasi muka air tanah di atas kemudian dapat disajikan dalam bentuk grafik sebagai berikut:



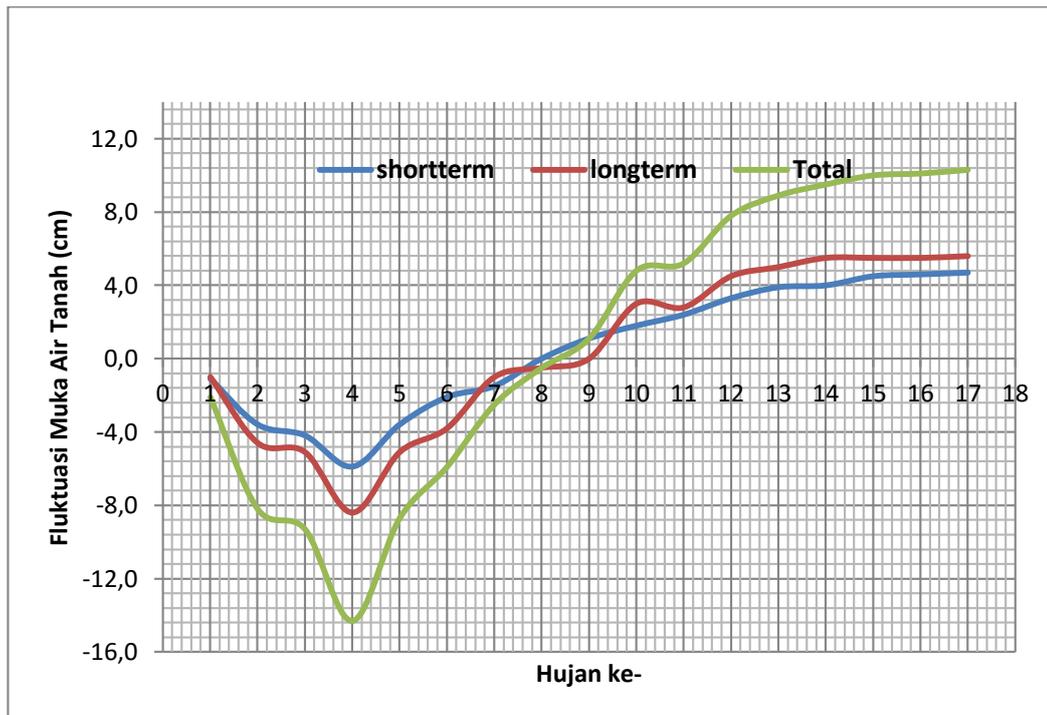
Gambar 9. Grafik Hubungan Fluktuasi Muka Air Tanah pada Sumur Uji 1 (dengan Spasi Titik Imbuh 2.5 m).

Gambar 9. Kurva berwarna biru (shortterm) adalah kurva hasil pengukuran elevasi muka air tanah satu jam setelah hujan, penurunan terjadi pada hujan ke-5 dengan elevasi -5,6 cm. Periode *recovery* (elevasi 0,0 cm), terjadi pada hujan ke-11 dan kenaikan terjadi pada hujan ke-17 dengan elevasi +1,3 cm. Kurva berwarna merah (longterm) adalah kurva hasil pengukuran elevasi muka air tanah lima jam setelah hujan, penurunan terjadi pada hujan ke-5 dengan elevasi -5,6 cm. Periode *recovery* (elevasi 0,0 cm), terjadi pada hujan ke-9 dan kenaikan terjadi pada hujan ke-17 dengan elevasi +2,4 cm.

Tabel 3. Fluktuasi Muka Air Tanah pada Sumur Uji 2 (Spasi Titik Imbuh 5 m).

Sumur Uji 2			
Hujan Ke-	Shortterm	Longterm	Total
1	-1,1	-0,8	-1,9
2	-3,6	-4,6	-8,2
3	-4,2	-5,1	-9,3
4	-5,9	-8,4	-14,3
5	-3,6	-5,1	-8,7
6	-2,1	-3,8	-5,9
7	-1,5	-1,0	-2,5
8	0,0	-0,5	-0,5
9	1,1	0,0	1,1
10	1,8	3,0	4,8
11	2,4	2,8	5,2
12	3,3	4,5	7,8
13	3,9	5,0	8,9
14	4,0	5,5	9,5
15	4,5	5,5	10,0
16	4,6	5,5	10,1
17	4,7	5,6	10,3

Dari hasil tabel fluktuasi muka air tanah di atas kemudian dapat disajikan dalam bentuk grafik sebagai berikut:



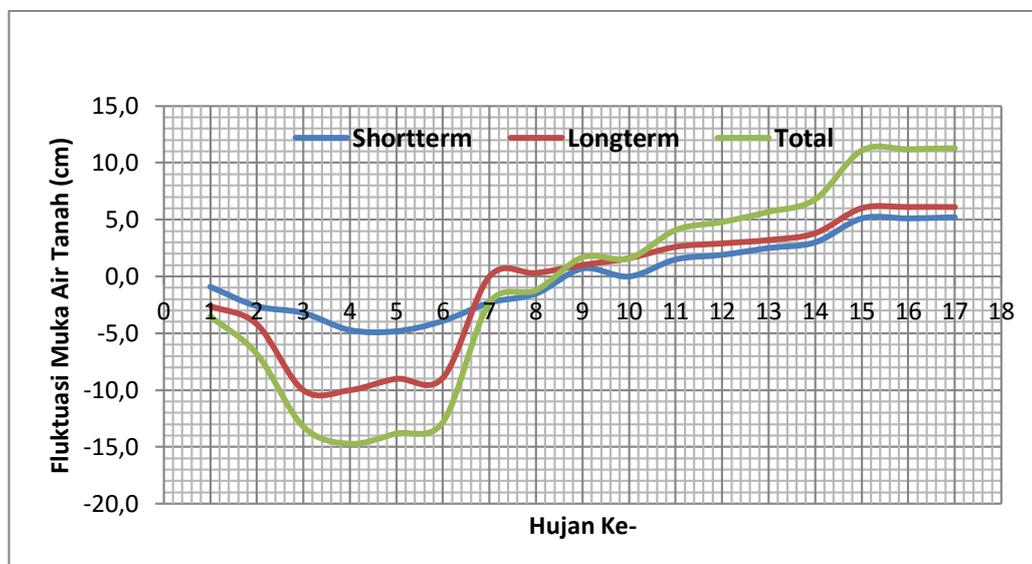
Gambar 10. Grafik Fluktuasi Muka Air Tanah pada Sumur Uji 2 (dengan Spasi Titik Imbuh 5 m).

Gambar 10. Kurva berwarna biru (shortterm) adalah kurva hasil pengukuran elevasi muka air tanah satu jam setelah hujan, penurunan terjadi pada hujan ke-4 dengan elevasi -5,9 cm. Periode *recovery* (elevasi 0,0 cm), terjadi pada hujan ke-8 dan kenaikan terjadi pada hujan ke-17 dengan elevasi +4,7 cm. Kurva berwarna merah (longterm) adalah kurva hasil pengukuran elevasi muka air tanah lima jam setelah hujan, penurunan terjadi pada hujan ke-4 dengan elevasi -8,4 cm. Periode *recovery* (elevasi 0,0 cm), terjadi pada hujan ke-9 dan kenaikan terjadi pada hujan ke-17 dengan elevasi +5,6 cm.

Tabel 4. Fluktuasi Muka Air Tanah pada Sumur Uji 3 (Spasi Titik Imbuh 7.5 m).

Sumur Uji 3			
Hujan Ke- (1)	Shortterm (2)	Longterm (3)	Total (4)
1	-0,9	-2,6	-3,5
2	-2,6	-4,2	-6,8
3	-3,2	-10,0	-13,2
4	-4,7	-10,0	-14,7
5	-4,8	-9,0	-13,8
6	-3,9	-8,9	-12,8
7	-2,3	0,0	-2,3
8	-1,5	0,3	-1,2
9	0,7	1,0	1,7
10	0,0	1,6	1,6
11	1,5	2,6	4,1
12	1,9	2,9	4,8
13	2,5	3,2	5,7
14	3,0	3,8	6,8
15	5,1	6,0	11,1
16	5,1	6,1	11,2
17	5,2	6,1	11,3

Dari hasil tabel fluktuasi muka air tanah di atas kemudian dapat disajikan dalam bentuk grafik sebagai berikut:



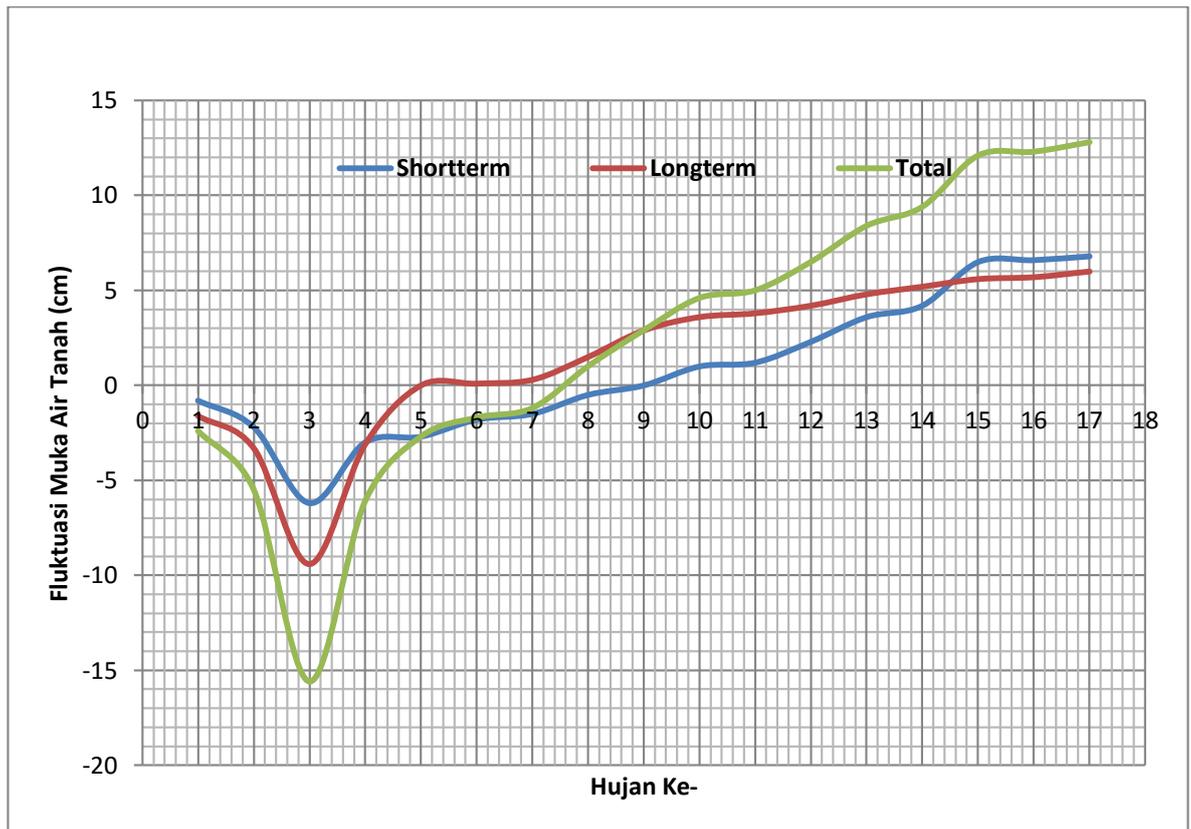
Gambar 11. Grafik Fluktuasi Muka Air Tanah pada Sumur Uji 3 (dengan Spasi Titik Imbuh 7.5 m)

Gambar 11. Kurva berwarna biru (shortterm) adalah kurva hasil pengukuran elevasi muka air tanah satu jam setelah hujan, penurunan terjadi pada hujan ke-5 dengan elevasi -4,8 cm. Periode *recovery* (elevasi 0,0 cm), terjadi pada hujan ke-10 dan kenaikan terjadi pada hujan ke-17 dengan elevasi +5,2 cm. Kurva berwarna merah (longterm) adalah kurva hasil pengukuran elevasi muka air tanah lima jam setelah hujan, penurunan terjadi pada hujan ke-4 dengan elevasi -10,0 cm. Periode *recovery* (elevasi 0,0 cm), terjadi pada hujan ke-7 dan kenaikan terjadi pada hujan ke-17 dengan elevasi +6,1 cm.

Tabel 5. Fluktuasi Muka Air Tanah pada Sumur Uji 4 (Spasi Titik imbuh 10 m).

Sumur Uji 4			
Hujan Ke-	Shortterm	Longterm	Total
1	-0,8	-1,6	-2,4
2	-2,2	-3,3	-5,5
3	-6,2	-9,4	-15,6
4	-3,0	-3,1	-6,1
5	-2,7	0,0	-2,7
6	-1,8	0,1	-1,7
7	-1,5	0,3	-1,2
8	-0,5	1,5	1,0
9	0,0	2,9	2,9
10	1,0	3,6	4,6
11	1,2	3,8	5,0
12	2,3	4,2	6,5
13	3,6	4,8	8,4
14	4,2	5,2	9,4
15	6,5	5,6	12,1
16	6,6	5,7	12,3
17	6,8	6,0	12,8

Dari hasil tabel fluktuasi muka air tanah di atas kemudian dapat disajikan dalam bentuk grafik sebagai berikut:



Gambar 12. Grafik Fluktuasi Muka Air Tanah pada Sumur Uji 4 (Spasi Titik Imbuh 10 m)

Gambar 12. Kurva berwarna biru (shortterm) adalah kurva hasil pengukuran elevasi muka air tanah satu jam setelah hujan, penurunan terjadi pada hujan ke-3 dengan elevasi -6,2 cm. Periode *recovery* (elevasi 0,0 cm), terjadi pada hujan ke-9 dan kenaikan terjadi pada hujan ke-17 dengan elevasi +6,8cm. Kurva berwarna merah (longterm) adalah kurva hasil pengukuran elevasi muka air tanah lima jam setelah hujan, penurunan terjadi pada hujan ke-5 dengan elevasi -9,4 cm. Periode *recovery* (elevasi 0,0 cm), terjadi pada hujan ke-7 dan kenaikan maksimum terjadi pada hujan ke-17 dengan elevasi +6,0 cm.

### B. Analisis Efektifitas Bambu Rongga sebagai Pengimbu

Dari hasil pengamatan kenaikan muka air tanah yang telah diakumulasikan, dapat dianalisis besaran efektifitas ( $ef > 1$ ) setiap sumur dengan formula sebagai berikut :

$$Ef = \frac{\text{tinggi kenaikan m. a. t pada sumur ke } n}{\text{kenaikan m. a. t sumur kontrol}}$$

Sebagai contoh, hasil akumulasi perhitungan kenaikan muka air tanah pada sumur uji 1, diketahui tinggi kenaikan pada sumur uji 1 = 13,3 cm, dan kenaikan muka air tanah pada sumur kontrol = 11,8 cm. Dari hasil tersebut dapat di hitung nilai efektifitas sebagai berikut :

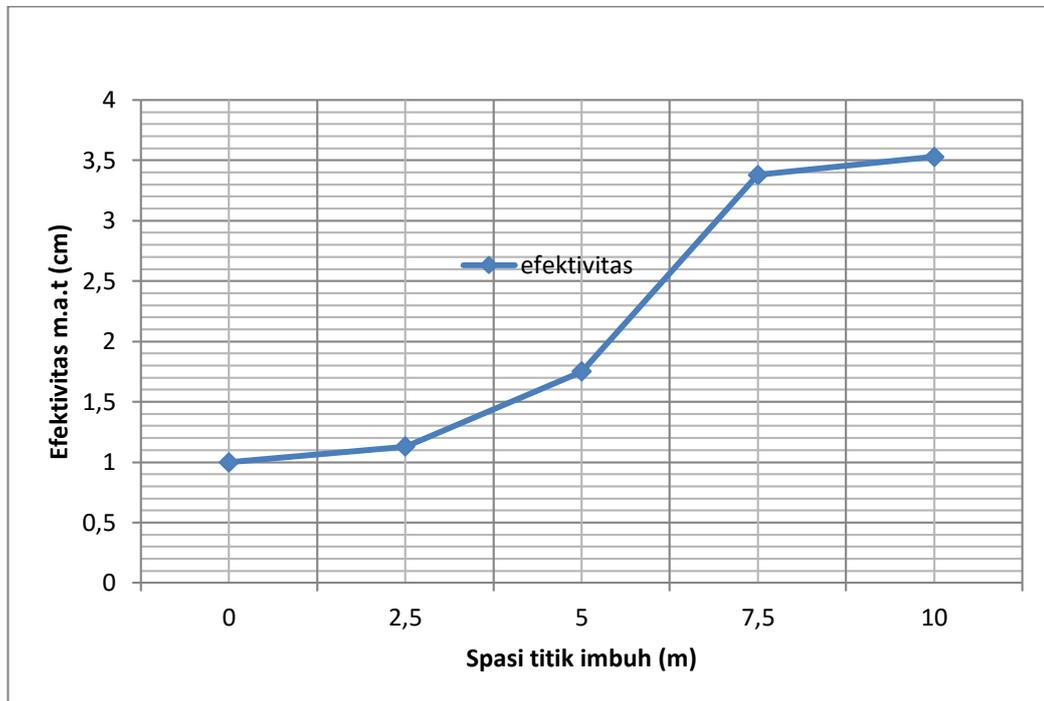
$$Ef = \frac{13,3}{11,8} = 1,13$$

Hasil perhitungan besaran efektifitas pada sumur uji 1 = 1,13 , seperti yang kita ketahui bahwa suatu teknologi dikatakan efektif apabila nilai  $Ef > 1$ . Maka dapat di simpulkan bahwa sumur uji satu merupakan teknologi yang efektif. Selanjutnya perhitungan efektif setiap sumur, maka efektifitas pada setiap sumur berturut-turut sebagai berikut:

Tabel 6. Efektivitas Muka Air Tanah

Spasi Titik Imbu (m)	Kenaikan m.a.t (cm)	Efektivitas
0	11,8	1,00
2,5	13,3	1,13
5,0	20,7	1,75
7,5	39,9	3,38
10	41,7	3,53

Dari hasil tabel efektivitas muka air tanah di atas kemudian dapat disajikan dalam bentuk grafik sebagai berikut:



Gambar 13. Grafik Efektivitas m.a.t.

Gambar 13. memperlihatkan bahwa efektivitas pada sumur uji dari Spasi titik imbuh, efektivitas terjadi pada spasi 10 m. hal ini terjadi di karenakan semakin jauh titik imbuh maka jangkauan infiltrasi semakin besar, hal ini yang meningkatkan nilai efektivitasnya.

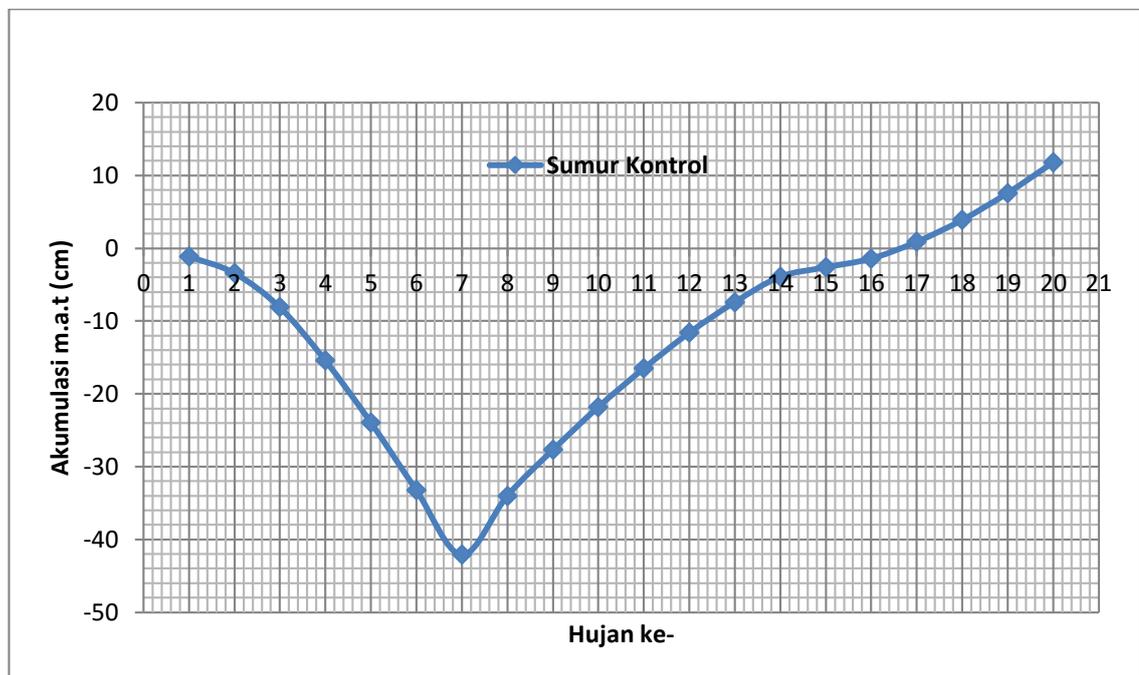
### C. Pengaruh Periode Hujan terhadap Fluktuasi Muka Air Tanah

Uraian mengenai pengaruh periode hujan terhadap muka air tanah secara berturut-turut dapat di lihat sebagai berikut:

Tabel 7. Akumulasi Muka Air Tanah pada Sumur Kontrol (tanpa pengimbu).

Sumur Kontrol		Hujan ke-	Akumulasi
Hujan ke-	Akumulasi	11	-16,5
1	-1,1	12	-11,6
2	-3,4	13	-7,4
3	-8,1	14	-3,9
4	-15,4	15	-2,6
5	-23,9	16	-1,4
6	-33,2	17	0,9
7	-42,1	18	3,9
8	-34,0	19	7,6
9	-27,7	20	11,8
10	-21,8		

Dari hasil tabel akumulasi muka air tanah di atas kemudian dapat disajikan dalam bentuk grafik sebagai berikut:



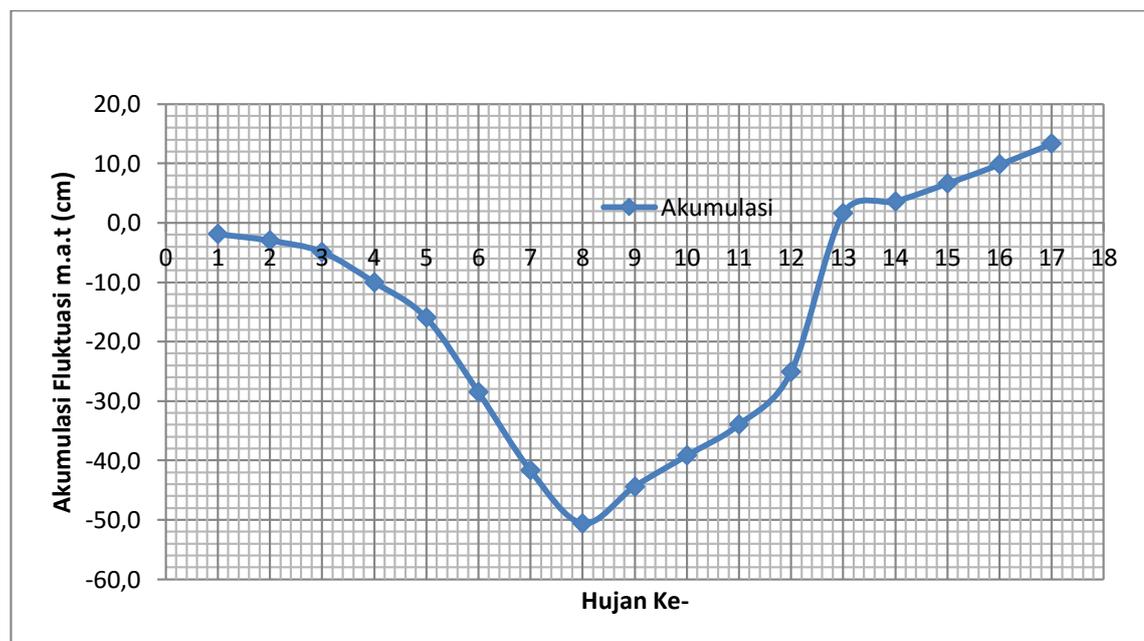
Gambar 14. Grafik Fluktuasi Muka Air Tanah Setiap Urutan Hujan pada Sumur Kontrol (Tanpa Pengimbu).

Gambar 14. Menunjukkan bahwa pengimbuhan air tanah di sumur kontrol tanpa pemasangan alat pengimbu. Penurunan terendah terjadi pada periode hujan ke-7 dengan elevasi muka air tanah -42,1 cm, sementara kenaikan tertinggi terjadi pada periode hujan ke-20 dengan elevasi muka air tanah +11,8 cm.

Tabel 8. Akumulasi Muka Air Tanah pada Sumur Uji 1 (Spasi 2,5 m).

Sumur Uji 1		Hujan ke- (1)	Akumulasi (2)
Hujan ke- (1)	Akumulasi (2)	9	-44,4
1	-1,9	10	-39,2
2	-3,0	11	-34,0
3	-4,9	12	-25,1
4	-10,0	13	1,6
5	-16,0	14	3,6
6	-28,5	15	6,6
7	-41,7	16	9,8
8	-50,6	17	13,3

Dari hasil tabel akumulasi muka air tanah di atas kemudian dapat disajikan dalam bentuk grafik sebagai berikut:



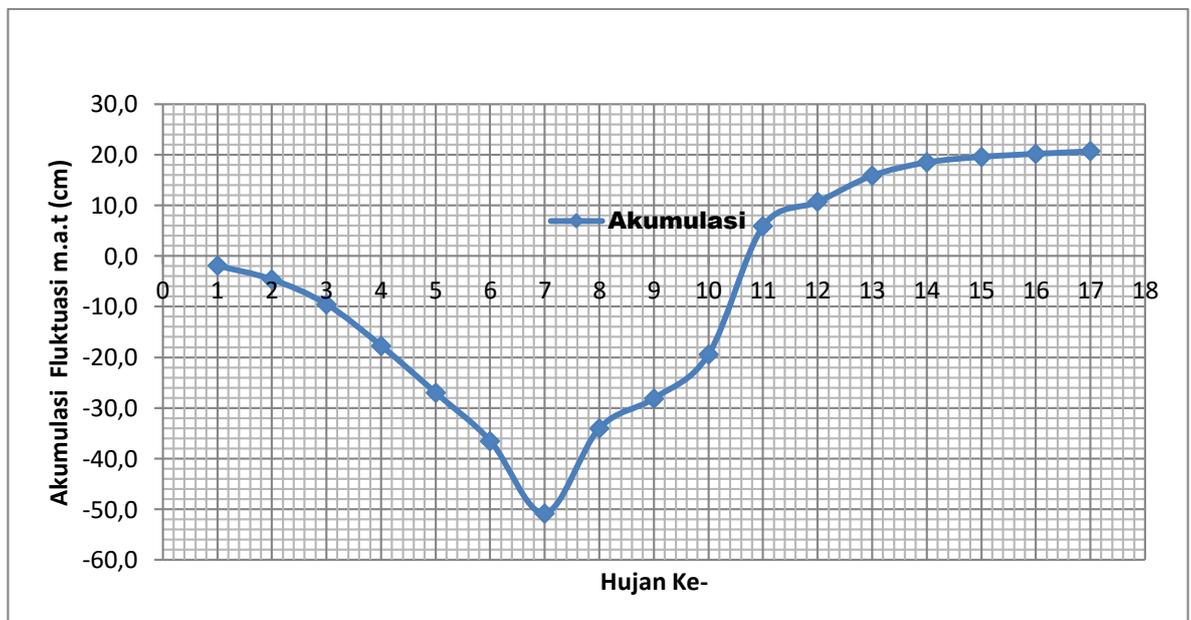
Gambar 15. Grafik Fluktuasi Muka Air Tanah Setiap Urutan Hujan pada Sumur Uji 1 (Spasi Titik Imbuhan 2.5 m ).

Gambar 15. Menunjukkan bahwa pengimbuhan air tanah di sumur uji 1 dengan spasi titik imbuh 2.5 m. Penurunan terendah terjadi pada periode hujan ke-8 dengan elevasi muka air tanah -50,6 cm, sementara kenaikan terjadi pada periode hujan ke-17 dengan elevasi muka air tanah +13,3 cm.

Tabel 9. Akumulasi Muka Air Tanah pada Sumur Uji 2 (Spasi 5 m).

Sumur Uji 2		Hujan ke- (1)	Akumulasi (2)
Hujan ke- (1)	Akumulasi (2)	9	-28,1
1	-1,9	10	-19,4
2	-4,6	11	5,9
3	-9,5	12	10,7
4	-17,7	13	15,9
5	-27,0	14	18,5
6	-36,5	15	19,6
7	-50,8	16	20,2
8	-34,0	17	20,7

Dari hasil tabel akumulasi muka air tanah di atas kemudian dapat disajikan dalam bentuk grafik sebagai berikut:



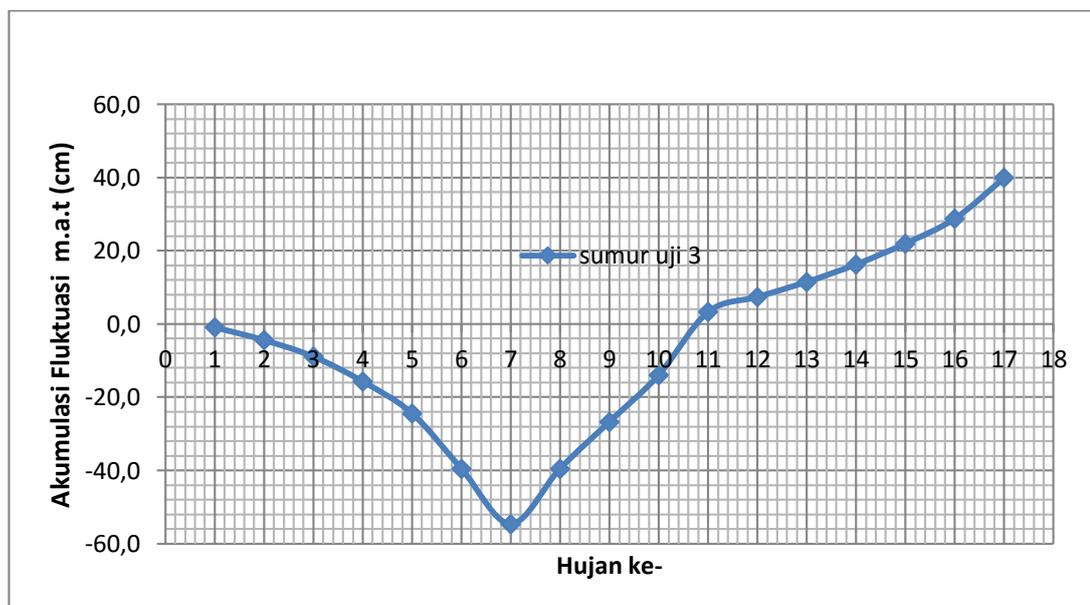
Gambar 16. Grafik Fluktuasi Muka Air Tanah Setiap Urutan Hujan pada Sumur Uji 2 (Spasi Titik Imbuh 5 m).

Gambar 16. Menunjukkan bahwa pengimbuhan air tanah di sumur uji 2 dengan Spasi titik imbuh 5 m. Penurunan terendah terjadi pada periode hujan ke-7 dengan elevasi muka air tanah -50,7 cm, sementara kenaikan tertinggi terjadi pada periode hujan ke-17 dengan elevasi muka air tanah +20,7 cm.

Tabel 10. Akumulasi Muka Air Tanah pada Sumur Uji 3 (Spasi 7.5m).

Sumur Uji 3		Hujan ke	Akumulasi
Hujan ke-	Akumulasi		
1	-0,9	9	-26,7
2	-4,4	10	-13,9
3	-8,9	11	3,3
4	-15,7	12	7,4
5	-24,4	13	11,5
6	-39,5	14	16,3
7	-54,6	15	22,0
8	-39,5	16	28,8
		17	39,9

Dari hasil tabel akumulasi muka air tanah di atas kemudian dapat disajikan dalam bentuk grafik sebagai berikut:



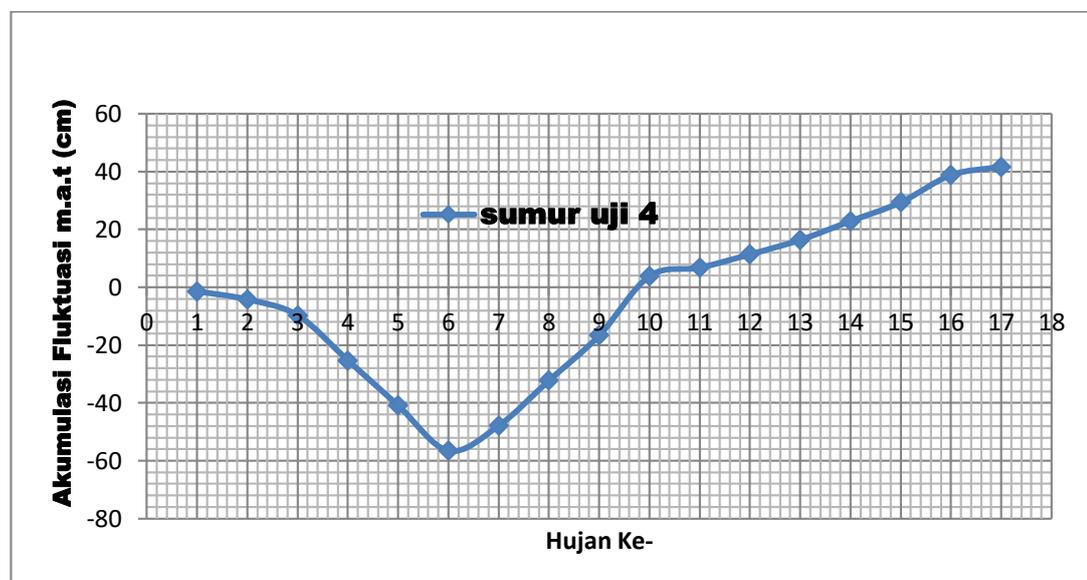
Gambar 17. Grafik Fluktuasi Muka Air Tanah Setiap Urutan Hujan pada Sumur Uji 3 (Spasi Titik Imbuh 7.5 m).

Gambar 17. Menunjukkan bahwa pengimbuhan air tanah di sumur uji 3 dengan Spasi titik imbuh 7.5 m, alat imbuh. Penurunan terendah terjadi pada periode hujan ke-7 dengan elevasi muka air tanah 54,6 cm, sementara kenaikan tertinggi terjadi pada periode hujan ke-17 dengan elevasi muka air tanah +39,9 cm.

Tabel 11. Akumulasi Muka Air Tanah pada Sumur Uji 4 (Spasi 10 m).

Sumur Uji 4		Hujan ke-	Akumulasi
(1)	(2)	(1)	(2)
1	-1,4	9	-16,6
2	-4,2	10	3,9
3	-9,7	11	6,8
4	-25,3	12	11,4
5	-40,9	13	16,4
6	-56,5	14	22,9
7	-47,8	15	29,4
8	-32,2	16	38,8
		17	41,7

Dari hasil tabel akumulasi muka air tanah di atas kemudian dapat disajikan dalam bentuk grafik sebagai berikut:



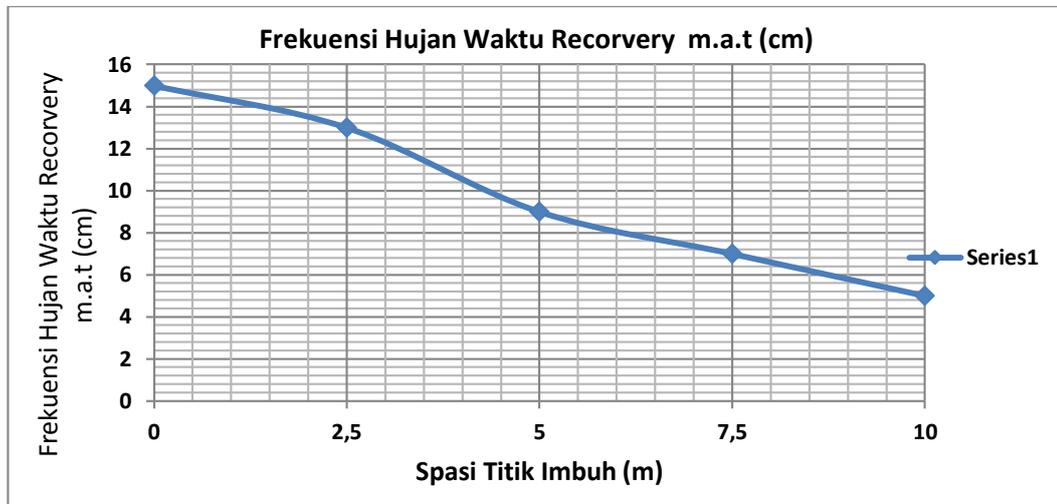
Gambar 18. Grafik Fluktuasi Muka Air Tanah Setiap Urutan Hujan pada Sumur Uji 4 (Spasi Titik Imbuh 10 m).

Gambar 18. Menunjukkan bahwa pengimbuhan air tanah di sumur uji 4 dengan Spasi titik imbuh 10 m. Penurunan terendah terjadi pada periode hujan ke-6 dengan elevasi muka air tanah -56,5 cm, sementara kenaikan tertinggi terjadi pada periode hujan ke-17 dengan elevasi muka air tanah +41,7 cm.

Ada dua fenomena yang dapat disintesa dari kelima grafik (14 sampai 18) hasil akumulasi muka air tanah hasil imbuhan bambu di atas, yakni:

- a. Adanya gejala penurunan air tanah yang terjadi pada awal musim hujan. Hal ini terlihat di semua sumur yang diamati, baik sumur dengan pengimbuhan dan kedalaman berbeda maupun sumur tanpa pengimbuhan. Hal ini disebabkan oleh volume udara yang didalam rongga tanah yang mengakibatkan peningkatan tekanan kapiler, sehingga air tanah terabsorpsi ke atas, dan mengakibatkan penurunan elevasi muka air tanah. Namun hal ini merupakan hipotesis, yang memerlukan penelitian lebih lanjut.
- b. Kenaikan muka air tanah pada sumur uji 4 (Spasi Titik Imbuhan 10 m) lebih besar dibandingkan dengan sumur uji 3 (Spasi Titik Imbuhan 7.5 m), sumur uji 2 (Spasi Titik Imbuhan 5 m), sumur uji 1 (Spasi Titik Imbuhan 2.5 m), dan sumur kontrol (tanpa pengimbuhan). Di karenakan pada sumur uji 4 merupakan kondisi tanah yang melampaui batas *semi-permeable*, yang mempunyai ketebalan 0,80-1,00 meter sehingga kelolosan airnya lebih cepat di bandingkan sumur uji yang lain.

#### D. Pengaruh Frekuensi Hujan terhadap Waktu *Recovery* Muka Air Tanah



Gambar 19. Grafik Akumulasi Penurunan Muka Air Tanah Minimum.

Dapat dilihat pada hasil akumulasi fluktuasi muka air tanah pada sumur kontrol (Gambar 8), periode *recovery* baru terjadi pada hujan ke 15. Hal ini menunjukkan bahwa proses pemulihan pada sumur kontrol tanpa pengimbuhan berjalan cukup lambat. Sementara pada hasil akumulasi fluktuasi muka air tanah pada sumur uji 1 dengan Spasi Titik Imbuh 2.5 m (Gambar 9), periode *recovery* terjadi pada hujan ke 13. Hal ini menunjukkan bahwa proses pada sumur uji 1, berlangsung sedikit lebih cepat dari sumur kontrol.

Dapat di lihat juga hasil akumulasi fluktuasi muka air tanah pada sumur uji 2 dengan Spasi Titik Imbuh 5 m (Gambar 10), periode *recovery* terjadi pada hujan ke-9. Hal ini menunjukkan bahwa proses pemulihan pada sumur uji 2 berlangsung lebih cepat dari sumur kontrol dan sumur uji 1. Sementara pada sumur uji 3 dengan Spasi Titik Imbuh 7.5 m (Gambar 11), justru berlangsung sedikit lebih cepat lagi dari sumur uji 2 yaitu pada hujan ke 7.

Hal ini menunjukkan bahwa proses pemulihan pada sumur uji 3 berlangsung lebih cepat dari sumur kontrol, sumur uji 1, dan sumur uji 2. Semetara pada sumur uji 4 dengan Spasi Titik Imbuh 10 m (Gambar 12), berlangsung lebih cepat lagi dari sumur kontrol maupun sumur uji yang lain yaitu pada hujan ke 5.

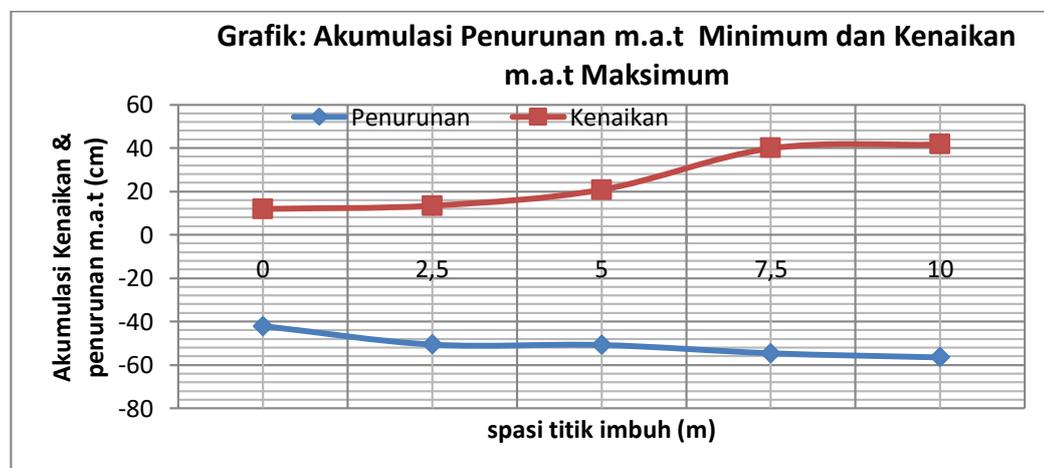
#### E. Pengaruh Spasi Titik Imbuh terhadap Akumulasi Penurunan dan Kenaikan Muka Air Tanah (Awal Hujan)

Adapun gambaran mengenai penurunan dan kenaikan muka air tanah dapat dilihat pada Tabel 12 dan Gambar 20 sebagai berikut.

Tabel 12. Akumulasi Penurunan Dan Kenaikan Muka Air Tanah Minimum.

Spasi titik imbuh	Sumur kontrol	Sumur uji 1 2.5m	Sumur uji 2 5m	Sumur uji 3 7.5m	Sumur uji 4 10m
Penurunan m.a.t	-42,1	-50,6	-50,8	-54,6	-56,5
Kenaikan m.a.t	11,8	13,3	20,7	39,9	41,7

Dari hasil tabel akumulasi muka air tanah di atas kemudian dapat disajikan dalam bentuk grafik sebagai berikut:



Gambar 20. Grafik Akumulasi Penurunan m.a.t Minimum dan Kenaikan m.a.t Maksimum.

Dari tabel 12 dan gambar 20. Dapat di lihat pada warna merah adalah kurva periode recovery, sedangkan yang berwarna biru adalah kurva periode kejut kapiler. dapat juga di lihat proses penurunan muka air tanah minimum yang terjadi pada setiap sumur secara berturut-turut. Sumur kontrol tanpa perlakuan /pemasangan pengimbuah mengalami penurunan muka air tanah minimum sampai pada elevasi -42,1 cm. Sumur uji 1 dengan Spasi titik imbuah 2.5 m, alat imbuah mengalami penurunan muka air tanah sampai pada elevasi -50,6 cm. Sumur uji 2 dengan Spasi titik imbuah 5 m, alat imbuah mengalami penurunan muka air tanah minimum sampai pada elevasi -50,8 cm. Sumur uji 3 dengan Spasi titik imbuah 7.5 m, alat imbuah mengalami penurunan muka air tanah minimum sampai pada elevasi -54,6 cm. Sumur uji 4 dengan Spasi titik imbuah 10 m, alat imbuah mengalami penurunan muka air tanah minimum sampai pada elevasi -56,5 cm.

Proses kenaikan muka air tanah maksimum yang terjadi pada setiap sumur, secara berturut-turut sumur kontrol tanpa perlakuan/pemasangan pengimbuah mengalami kenaikan muka air tanah maksimum sampai pada elevasi +11,8 cm. Sumur uji 1 dengan Spasi titik imbuah 2.5 m, alat imbuah mengalami kenaikan muka air tanah maksimum sampai pada elevasi +13,3cm. Sumur uji 2 dengan Spasi titik imbuah 5 m, alat imbuah mengalami kenaikan muka air tanah maksimum sampai pada elevasi +20,7 cm. Sumur uji 3 dengan Spasi titik imbuah 7,5 m, alat imbuah mengalami kenaikan muka air tanah maksimum sampai pada elevasi +39,9 cm. Sumur uji 4 dengan Spasi titik imbuah 10 m, alat imbuah mengalami kenaikan muka air tanah maksimum sampai pada elevasi +41,7cm.

Dari hasil uraian di atas dapat disimpulkan bahwa penurunan muka air tanah minimum dan kenaikan muka air tanah maksimum terjadi pada setiap sumur uji.

Ketika awal musim hujan dengan intensitas yang masih rendah, terlihat pada grafik diatas terjadi akumulasi penurunan disebabkan oleh peningkatan tekanan kapiler di dalam lapisan tanah. Peningkatan tekanan kapiler didalam lapisan tanah yang mendapatkan infiltrasi awal terjadi akibat tertutupnya sebagian rongga tanah dilapisan permukaan, sehingga meningkatkan daya ikat tanah terhadap air (pF) dan mengakibatkan terjadinya pergerakan air kapiler dari lapisan tanah jenuh ke lapisan tanah tak jenuh (Darwis et al. 2015).

Pemulihan muka air tanah ke kondisi semula baru dapat terjadi ketika proses infiltrasi air permukaan sudah ada yang mengalami perkolasi, sehingga dapat mencapai/mengisi air tanah pada zone saturasi. Bahkan muka air tanah akan terus meningkat seiring dengan proses perkolasi yang berlanjut akibat curah hujan dengan intensitas curah hujannya (Darwis et al. 2015).

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **A. Kesimpulan**

Kesimpulan hasil dan pembahasan penelitian adalah Bambu imbuhan terbukti efektif digunakan sebagai alat pengimbuhan, hal ini terlihat pada muka air tanah meningkat. Semakin jauh spasi titik imbuhan yang di gunakan maka nilai efektifitas sumur akan semakin tinggi, Dari empat (4) formasi yang di uji mulai dari, formasi spasi 2,5 m, 5 m, 7,5 m, dan 10 m. Menunjukkan bahwa efektifitas imbuhan masih terus meningkat, berhubung dengan formasi spasi ini, maka nilai efektifitas spasi bambu rongga mencapai titik maksimum pada formasi 4 dengan spasi 10 m.

#### **B. Saran**

Dengan menyadari keterbatasan penulis dengan melakukan penelitian ini, maka untuk mengembangkan penelitian selanjutnya perlu penulis menyarankan beberapa hal :

- 1) Perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan spasi titik imbuhan karena pada penelitian ini, dengan spasi titik bambu imbuhan sampai dengan 10 m, kenaikan efektifitas semakin dapat mencapai titik optimum.
- 2) Perlu di lakukan penelitian dengan spasi titik imbuhan yang lebih bervariasi dan jumlah titik imbuhan lebih banyak.
- 3) Perlu di lakukan penelitian pada lokasi dengan kondisi tanah yang berbeda dengan penulis yang sudah di lakukan.

- 4) Data penelitian sangat dibutuhkan ketelitian, ketekunan, kesabaran dan komitmen untuk mengumpulkan data yang akurat, valid dan akuntabel.

## DAFTAR PUSTAKA

- Bouwer Herman, 2002. *Artificial recharge of groundwater : hydrogeology and engineering*. *Hydrogeology Journal*, (2002) 10:121-142.
- Chandrakanth *et al.* 2012. Groundwater conservation and management in India: Application of IoS and Wade frameworks. *Department of Agricultural Economics*, University of Agricultural Sciences, Bangalore, India. 2012
- Danaryanto *et al.* 2007. *Air Tanah di Indonesia dan Pengelolaannya*. Direktorat Tata Lingkungan Geologi dan Kawasan Pertambangan Direktorat Jenderal Geologi dan Sumber Daya Mineral Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral, Jakarta, 2005.
- Darwis *et al.* 2012. *Pemodelan Formasi Sumur Resapan untuk Recovery Air Tanah dan Pencegahan Intrusi Air Laut ke Lapisan Tanah pada Lahan Pertanian di Kabupaten Takalar*, Laporan Hasil Penelitian Hibah Bersaing Depdikbud, Desember 2012.
- Darwis *et al.* 2015. Shallow Groundwater Conservation Based Empowerment and its Influence Factors by Groundwater User Farmers in Takalar Regency. *Hydrology Current Research*; Vol.6-Issue.1, 1000187. ISSN : 2157 - 7587HYCR, <http://dx.doi.org/10.4172/21577587.1000187>.
- Darwis *et al.* 2016. Kontruksi air tanah berbasis pemberdayaan petani pemakai irigasi air tanah (Suatu studi eksperimen di Kab. Takalar).
- Darwis. 2018. Jenis-jenis siklus hidrologi dan skema siklus hidrologi.
- Davie Tim, 2008. *Fundamentals of Hydrology*, 2nd edition, Routledge Taylor & Francis Group Publisher, New York, NY 10016. 2008.
- Dede, Rohmat. 2009. *Tipikal Kuantitas Infiltrasi Menurut Karakteristik Lahan*. Bandung.
- Hakim, et al. (1986), berat isi tanah dinyatakan sebagai berat isi kering (*dry bulk dencity*) atau sebagai berat isi basah (*wet bulk dencity*).
- Hanafiah K.A. 2007. *Dasar – Dasar Ilmu Tanah*. PT Raja Grafindo Persada. Jakarta.
- Hardiyatmo H.C. 2012. *Mekanika Tanah I*, Edisi ke Enam. Universitas Gadjja Mada. Yogyakarta.

Kalsim dan Sapei. (2003). Menyatakan nilai berat isi kering selalu lebih kecil dari pada nilai berat isi basah dan diameter tanah.

Linsley, 1989. Hidrologi untuk insiyur. Jakarta erlangga 1989.

Kanisius Rohmat, Dede. 2010. Pedoman Praktis Pengamatan Tanah Di Lapangan. Linsley, Ray K. 1989. Hidrologi. Erlangga. Jakarta.

Margat, J., and J. van der Gun. 2013. Groundwater around the World. CRC Press/Balkema.

Martha w, Joyce & Adidarma, Wanny. 1983. Mengenal Dasar – Dasar Hidrologi. Nova. Jakarta.

N. suharta dan B. H Prasetyo. 2008. *Susunan Mineral dan Sifat Fisiko-Kimia*. Jurnal Tanah dan Iklim 28: 1-14

Riastika Meyra. 2012. Pengelolaan Air Tanah Berbasis Konservasi di Recharge Area Boyolali. *Jurnal Ilmu Lingkungan Undip*. Vol. 9, Issue 2: 86-97 (2012) ISSN 1829-8907.

Seyhan, Ersin. 1990. Dasar – Dasar Hidrologi. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.

Singh. 1992. Depositional Sedimentary Environments 2. Springer Verlag. Berlin.

Soedibyo. 1993. Teknik Bendungan. Pradnya Paramita. Jakarta

Sophocleouset al. 2010. Groundwater Recharge. *Groundwater Journal* Vol.1. 2010 : 1-8

Suharta N, dan B.H Prasetyo. 2008. *Susunan Material dan Sifat Fisika – Kimia Tanah*. Jurnal Tanah dan Iklim 28 : 1-14

Triatmodjo, B. 2008. *Hidrologi Terapan*. Beta Offset. Yogyakarta

Triatmodjo, B. 2010. *Hidrologi Terapan*. Beta Offset. Yogyakarta

-----, 2014. Undang undang R.I. No.37 Tahun 2014, tentang Konservasi Tanah dan Air.







Lampiran : Dokumentasi Penelitian







*Lampiran : Dokumentasi Penelitian*

