TUGAS AKHIR

ANALISIS INFILTRASI PADA *GRASS BLOCK* DENGAN VARIASI KECEPATAN ALIRAN DAN INTENSITAS CURAH HUJAN

Disusun Oleh:

Muhammad Rizaldi Askhari

D121 14 314

DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN

UNIVERSITAS HASANUDDIN

2020

TUGAS AKHIR

ANALISIS INFILTRASI PADA *GRASS BLOCK* DENGAN VARIASI KECEPATAN ALIRAN DAN INTENSITAS CURAH HUJAN

Disusun Oleh:

Muhammad Rizaldi Askhari

D121 14 314

DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN

UNIVERSITAS HASANUDDIN

2020

KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN
JL. POROS MALINO. KM.6 BONTOMARANNU KAB. GOWA

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas akhir ini diajukan untuk memenuhi salah satu syarat syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik pada Departemen Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin Gowa.

Judul : **Analisis Infiltrasi Pada Grassblok Dengan Variasi Kecepatan Aliran Dan Intensitas Curah Hujan**

Disusun Oleh :

Nama : Muhammad Rizaldi Askhari D121 14 314

Telah diperiksa dan disetujui
Oleh Dosen Pembimbing

Gowa, 19 Nopember 2020

Pembimbing I

Prof. Dr. Ir. Mary Selintung, M.Sc.
NIDK. 8827760018

Pembimbing II

Dr. Eng. Ir. Hj. Rita Tahir Lopa, M.T.
NIP. 196703191992032001

Menyetujui,
Ketua Departemen Teknik Lingkungan

Dr. Eng. Muralla Hustim, S.T., M.T.
NIP. 197204242000122001

TL – Unhas: 16907/TD.06/2020

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama	: Muhammad Rizaldi Askhari
NIM	: D121 14 314
Jenjang Pendidikan	: Strata 1 (S1)
Jurusan/Program Studi	: Teknik/Teknik Lingkungan

Menyatakan bahwa skripsi dengan judul: "**Analisis Infiltrasi Pada Grass Block Dengan Variasi Kecepatan Aliran Dan Intensitas Curah Hujan**" adalah **BENAR** hasil tulisan saya sendiri, Bukan merupakan pengambilan tulisan atau pemikiran orang lain.

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

Makassar, 30 November 2020

METERAI TEMPEL C25AFAHF738283533 6000 ENAM RIBU RUPIAH

MUHAMMAD RIZALDI ASKHARI

KATA PENGANTAR

Bismillahirohmanirrohim

Alhamdulillahirobil 'alamin. Puji syukur penulis haturkan ke hadirat Allah SWT. Karena atas rahmat, hidayah, dan izin-Nya lah, penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul**: *ANALISIS INFILTRASI PADA GRASS BLOCK DENGAN VARIASI KECEPATAN ALIRAN DAN INTENSITAS CURAH HUJAN***. Shalawat serta salam kepada junjungan kita, Rasulullah SAW, yang telah mengantar umat manusia menuju masa yang terang benderang.

Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu persyaratan kelulusan pada jenjang Strata-1 Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin. Penulis menyadari, banyak hambatan dan kesulitan pada saat penyusunan tugas akhir ini, namun berkat bantuan bimbingan, nasehat, dan doa dari segala pihak, membuat penulis mampu dan tetap semangat hingga akhir pengerjaan tugas akhir ini.

Terima kasih terkhusus penulis sampaikan untuk kedua orangtua penulis yang senantiasi mencurahkan perhatian, kasih sayang dan dukungannya terhadap penulis. Kepada Ayah, Muhammad Askhari serta Ibu, Liliriawati, Adik, Muhammad Rivansa Askhari.

Pada kesempatan kali ini pula, penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT karena atas segala berkah dan rahmat-Nya kami masih diberikan kesabaran dan kemampuan untuk dapat menyelesaikan laporan kerja praktik ini
2. Kedua orang tua dan seluruh keluarga yang selalu mendukung dan mendoakan, sehingga kerja praktik ini dapat berjalan lancar.
3. Prof. Dr. lr. Mary Selintung, M.Sc. selaku pembimbing 1 di Program Studi Teknik Lingkungan UNHAS yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan arahan

4. Dr. Eng. lr. Hj. Rita Tahir Lopa, M.T. selaku pembimbing 2 di Program Studi Teknik Lingkungan UNHAS yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan arahan
5. Ibu Dr. Eng. Muralia Hustim, S.T., M.T, selaku Sekretaris Mahasiswa dan Kepala Laboratorium Riset Udara dan Bising Departemen Teknik Lingkungan.
6. Seluruh staff dan karyawan Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin yang telah banyak membantu dalam proses admininstrasi,
7. Keluarga besar Himpunan Mahasiswa Teknik Lingkungan Universitas Hasanuddin
6. Nur Iman Mugiharjo selaku rekan saya dalam mengerjakan tugas akhir.
7. Teman-teman di kampus Fakultas Teknik, UNHAS, Gowa yang telah banyak membantu dan memberi semangat selama berjalannya penelitian saya.

Serta kepada rekan-rekan dan berbagai pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu,. Semoga Allah SWT berkenan membalas kebaikan kalian. Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Namun, penulis berharap tugas akhir ini memberikan manfaat bagi pembaca. Oleh karena itu kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diharapkan guna melengkapi segala kekurangan dan keterbatasan dalam penyusunan tugas akhir ini. Akhir kata semoga tugas akhir ini memberikan manfaat untuk perkembangan ilmu pengetahuan dan lingkungan.

Gowa, Agustus 2020 Penulis,

Muhammad Rizaldi Askhari

D121 14 314

ABSTRAK

MUH. RIZALDI ASKHARI. *Analisis Infiltrasi Pada Grass Block Dengan Variasi Kecepatan Aliran Dan Intensitas Curah Hujan* (dibimbing oleh Mary Selintung dan Rita Lopa).

Infiltrasi merupakan bagian penting dari proses hidrologi dimana sirkulasi air yang tidak pernah berhenti dari atmosfer ke bumi dan kembali ke atmosfer. Besarnya kapasitas infiltrasi pada tanah dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti jenis tanah, besarnya intensitas curah hujan, kemiringan tanah, jenis rumput, dan kecepatan aliran air. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan besarnya kapasitas infiltrasi pada beberapa *Grass Block* dan untuk mengetahui hubungan antara kecepatan aliran dan intensitas hujan dengan infiltrasi.

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Kualitas Air, Teknik Lingkungan Kampus Gowa, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin yang berlangsung mulai bulan Februari sampai Maret 2019. Penelitian ini merupakan penelitian berjenis *Experimental* yang menggunakan alat *Runoff Simulator* dengan variasi intensitas limpasan hujan yang telah ditentukan, serta menggunakan sampel tanah lempung dengan plastisitas tinggi yang diambil di sekitar Kampus Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin Gowa.

Dari hasil penelitian ini menunjukkan bahwa nilai infiltrasi terbesar terjadi pada tanah STL dengan diameter lubang *Grass Block* 10x10 cm dengan kecepatan aliran permukaan 0.81 cm/detik dan debit curah hujan 10 liter/menit. Sedangkan, nilai infiltrasi terendah terjadi pada tanah STD dengan diameter lubang *Grass Block* 5x5 cm dengan kecepatan aliran permukaan 0.57 cm/detik dan debit curah hujan 3 liter/menit. Semakin tinggi volume curah hujan maka semakin tinggi pula infiltrasi yang terjadi. Dan sebaliknya, semakin tinggi kecepatan aliran air maka semakin rendah infiltrasi yang terjadi.

Kata Kunci: Infiltrasi, *Grass Block*, Intensitas Curah Hujan, Kecepatan Aliran Permukaan.

ABSTRACK

MUH. RIZALDI ASKHARI. *Grass Block Infiltration Analysis by Using Different Surface Runoff Speed and Rainfall Intensity Variant* (supervised by Mary Selintung and Rita Lopa).

Infiltration is an important part of hydrology process where water circulation never stops moving from atmosphere to surface and back to atmosphere. The value of infiltration capacity in soils is influenced by many factors for example type of soils, rainfall intensity, land slope, type of grass, and surface runoff speed. This study aims to determine the infiltration rate value on several grass block and to determine the connection between surface runoff speed and rainfall intensity with infiltration rate.

This study was implemented in Water Quality Laboratory, Environmental Engineering, Gowa Campus Faculty of Engineering, Hasanuddin University that took place from February to March 2019. The research method that being used is experimental type using runoff simulator device with determined different water volume and surface runoff variant, and using clay with high plasticity taken from around Gowa Campus Faculty of Engineering Hasanuddin University.

The result of this study shows that the highest infiltration rate occurred in STL soils sample with grass block hole dimension 10x10 cm with surface runoff at 0.81 cm/second and rainfall discharge at 10 liters/minute. Meanwhile, the lowest infiltration rate occurred in STD soils sample with grass block hole dimension 5x5 cm with surface runoff at 0.57 cm/second and rainfall discharge at 3 liters/minute. The greater rainfall volume then accordingly the higher infiltration that will happen. On the other hand, the greater surface runoff speed then the lower infiltration that will happen.

Keyword: Infiltration, Grass Block, Rainfall Intensity, Surface Runoff Speed

DAFTAR ISI

SAMPUL ..... **i**
LEMBAR PENGESAHAN ..... **ii**
PERNYATAAN KEASLIAN ..... **iii**
KATA PENGANTAR ..... **iv**
ABSTRAK ..... **vi**
ABSTRACT ..... **vii**
DAFTAR ISI ..... **viii**
DAFTAR TABEL ..... **xii**
DAFTAR GAMBAR ..... **xiv**

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang 1
B. Rumusan Masalah 2
C. Tujuan dan Manfaat 2
D. Ruang Lingkup 3
E. Metode Penelitian 4
F. Sistematika Penulisan 4

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

A. Permeabilitas Tanah 7
B. Hukum Darcy 8
C. Infiltrasi 9
D. Laju Infiltrasi 11
E. Proses Terjadinya Infiltrasi 12

F. Model Laju Infiltrasi 13

1. Model Horton 13

2. Model Kostiakov 15

G. Kapasitas Infiltrasi 15

H. Pengukuran Kapasitas Infiltrasi 16

I. Faktor Mempengaruhi Laju Infiltrasi 18

J. Intensitas Hujan 19

1. Model Van Breen 20

2. Model Bell Tanimoto 20

3. Hasper dan Der Weduwen 20

4. Model Mononobe 20

K. Limpasan (*Runoff)* 21

L. Hubungan Infiltrasi dengan Limpasan Permukaan 21

1. Hujan Permulaan (*Initial Rain*) 21

2. Hujan Sisa (*Residual Rain*) 22

3. Interval Pemberian Netto (*Net Supply Interval*) 22

M. Klasifikasi Tanah 24

N. Klasifikasi Tanah USCS (*Unified Soil Classification System*) 24

O. Klasifikasi Tanah AASHTO (*American Association of State Highway Transportation Officials*) 27

P. *Grass Block* 28

Q. Kerangka Pemikiran 29

BAB III METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian 30

B. Tempat dan Waktu Penelitian 30

C. Tahap Penelitian 30

D. Alat dan Bahan 33

1. Alat yang digunakan 33

2. Bahan yang digunakan 36

E. Metode Pengambilan Data 37

1. Pemeriksaan Tanah 37

2. Pengambilan Data Intensitas Curah Hujan 38

3. Pengukuran Infiltrasi 38

4. Pelaksanaan Penelitian 39

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil 45

1. Data Hasil Pemeriksaan Tanah 45

2. Hasil Pengukuran Infiltrasi pada *Grass Block* Tanpa Variasi Perlakuan 51

3. Pengukuran Intensitas Hujan Rencana 64

4. Pengukuran Kecepatan Aliran Air 67

5. Pengukuran Hubungan Kecepatan Aliran Terhadap Infiltrasi Menggunakan Alat *Prototype* pada *Grass Block* 70

6. Pengukuran Hubungan Volume Curah Hujan Terhadap Infiltrasi Menggunakan Alat *Prototype* pada *Grass Block* 74

B. Pembahasan 75

1. Volume Infiltrasi 75
2. Pengaruh Jenis Tanah terhadap Infiltrasi Tanah 76
3. Pengaruh Dimensi Lubang *Grass Block* terhadap Infiltrasi Tanah 77
4. Pengaruh Intensitas Curah Hujan terhadap Infiltrasi Tanah 78
5. Pengaruh Kecepatan Aliran terhadap Infiltrasi Tanah 79

BAB V KESIMPULAN

A. Kesimpulan 80
B. Saran 80

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Klasifikasi Laju Infiltrasi 11

Tabel 2. Simbol Kelompok Jenis Tanah 25

Tabel 3. Data Curah Hujan Stasium Bili-Bili 38

Tabel 4. Tabel perhitungan Hidrometer pada tanah STD 44

Tabel 5. Tabel perhitungan kompaksi pada tanah STD 46

Tabel 6. Tabel perhitungan Hidrometer pada tanah STL 47

Tabel 7. Tabel perhitungan kompaksi pada tanah STL 49

Tabel 8. Hasil pengukuran infiltrasi metode Horton pada Grass Block dengan ukuran 5×5 pada tanah STD 52

Tabel 9. Perhitungan Horton pada hasil pengukuran infiltrasi metode Horton pada Grass Block dengan ukuran 5×5 pada tanah STD 53

Tabel 10. Hasil pengukuran infiltrasi metode Horton pada Grass Block dengan ukuran 10×10 pada tanah STD 55

Tabel 11. Perhitungan Horton pada hasil pengukuran infiltrasi metode Horton pada Grass Block dengan ukuran 10×10 pada tanah STD 56

Tabel 12. Hasil pengukuran infiltrasi metode Horton pada Grass Block dengan ukuran 5×5 pada tanah STL 58

Tabel 13. Perhitungan Horton pada hasil pengukuran infiltrasi metode Horton pada Grass Block dengan ukuran 5×5 pada tanah STL..... 56

Tabel 14. Hasil pengukuran infiltrasi metode Horton pada Grass Block dengan ukuran 5×5 pada tanah STL 61

Tabel 15. Perhitungan Horton pada hasil pengukuran infiltrasi metode Horton pada Grass Block dengan ukuran 10×10 pada tanah STL 62

Tabel 16. Hasil perhitungan laju infiltrasi pada Grass Block dengan metode single ring dan penggunaan rumus Horton 64

Tabel 17. Hasil pengukuran intensitas R24 dan Maksimal curah hujan..... 64

Tabel 18. Hubungan intensitas curah hujan dan durasi hujan 66

Tabel 19. Hasil pengukuran kecepatan aliran air menggunakan rumus Manning 67

Tabel 20. Hasil pengukuran hubungan infiltrasi dengan kecepatan aliran pada debit 3 liter/menit 70

Tabel 21. Hasil pengukuran hubungan infiltrasi dengan kecepatan aliran pada debit 7 liter/menit 71

Tabel 22. Hasil pengukuran hubungan infiltrasi dengan kecepatan aliran pada debit 10 liter/menit 73

Tabel 23. Hasil pengukuran menggunakan alat *Prototype* infiltrasi pada Grass Block dengan variasi debit curah hujan aliran air 74

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Kecepatan aliran air (J) adalah jumlah air (Q) yang melewati irisan melintang (A) per satuan waktu (t) 9
Gambar 2. Kurva Infiltrasi Menurut Horton 14
Gambar 3. *Single Ring* Infiltrometer 17
Gambar 4. *Double Ring* Infiltrometer 17
Gambar 5. Kurva Hubungan Laju Infiltrasi dengan Limpasan 23
Gambar 6. Bagan Klasifikasi Tanah Berdasarkan USCS 26
Gambar 7. Bagan Klasifikasi Tanah Berdasarkan AASHTO 27
Gambar 8. Kerangka Pemikiran 29
Gambar 9. Bagan Alir Penelitian 32
Gambar 10. Bak pelimpah 33
Gambar 11. Luncuran simulator dan alas luncuran 33
Gambar 12. Pompa Air SP2500 dan *Dimmer* 220V 34
Gambar 13. Alat pengatur kemiringan 34
Gambar 14. Selang pelastik 34
Gambar 15. Baskom berukuran besar 35
Gambar 16. Pelastik roll 35
Gambar 17. Penampung transparan 35
Gambar 18. Loyang alumunium 36
Gambar 19. Pembiakan rumput dalam cetakan *Grass Block* 37
Gambar 20. Pengeringan sampel tanah 39
Gambar 21. Penyaringan tanah yang telah dikeringkan dengan saringan No.4 40
Gambar 22. Proses pembentukan tanah 40
Gambar 23. Pengaturan putaran *Dimmer* 41
Gambar 24. Pengujian limpasan hujan 42
Gambar 25. Penahan tanah pada luncuran 43
Gambar 26. Tanah pengganti 43

Gambar 27. Sketsa Pengujian Limpasan permukaan menggunakan alat *Runoff Simulator* 44
Gambar 28. Kurva distribusi butir pada tanah STD 46
Gambar 29. Grafik hubungan antara kadar air dan berat isi tanah kering sampel tanah STD 48
Gambar 30. Kurva distribusi butir apada tanah STL 49
Gambar 31. Grafik hubungan antara kadar air dan berat isi tanah kering sampel tanah STL 51
Gambar 32. Grafik Perhitungan Horton pada hasil pengukuran infiltrasi metode Horton pada Grass Block dengan ukuran 5×5 pada tanah STD 54
Gambar 33. Grafik Perhitungan Horton pada hasil pengukuran infiltrasi metode Horton pada Grass Block dengan ukuran 10×10 pada tanah STD 57
Gambar 34. Grafik Perhitungan Horton pada hasil pengukuran infiltrasi metode Horton pada Grass Block dengan ukuran 5×5 pada tanah STL 60
Gambar 35. Grafik Perhitungan Horton pada hasil pengukuran infiltrasi metode Horton pada Grass Block dengan ukuran 10×10 pada tanah STL 63
Gambar 36. Grafik hubungan intensitas dan durasi hujan 66
Gambar 37. Grafik pengukuran hubungan infiltrasi dengan kecepatan aliran pada debit 3 liter/menit 71
Gambar 38. Grafik pengukuran hubungan infiltrasi dengan kecepatan aliran pada debit 7 liter/menit 72
Gambar 39. Grafik pengukuran hubungan infiltrasi dengan kecepatan aliran pada debit 10 liter/menit 73
Gambar 40. Grafik pengukuran menggunakan alat Prototype infiltrasi pada Grass Block dengan variasi debit curah hujan aliran air 75
Gambar 41. Grafik hubungan antara infiltrasi dan jenis variasi yang digunakan 76

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Infiltrasi adalah peristiwa masuknya aliran air yang berada dipermukaan tanah yang biasanya berasal dari hujan dan sungai kedalam tanah. Infiltrasi adalah aliran yang masuk kedalam tanah yang diakibatkan gaya kapiler dan gravitasi. (Asdak, 2007)

Infiltrasi merupakan bagian dari siklus hidrologi. Siklus hidrologi sendiri merupakan suatu proses kontinyu dimana air bergerak dari bumi ke atmosfer melalui proses kondensasi, presipitasi, evaporasi, dan transpirasi dan kemudian kembali ke bumi lagi dalam bentuk hujan, salju, hujan es dan salju (*sleet*), hujan gerimis atau kabut. Infiltrasi juga dikenal sebagai peristiwa masuknya aliran air kedalam tanah secara vertical, sedangkan banyaknya volume air yang masuk melalui permukaan tanah dikenal dengan laju infiltrasi (Suripin, 2004)

Laju infiltrasi sangat bergantung dengan kemampuan tanah untuk menyerap air dari permukaan tanah. Nilai infiltrasi juga dipengaruhi oleh kondisi permukaan tanah yang dipengaruhi oleh berbagai macam faktor. Beberapa faktor yang mempengaruhi besarnya nilai infiltrasi yaitu jenis tanah, gaya gravitasi, kemiringan tanah, kondisi permukaan tanah, kecepatan aliran permukaan, curah hujan, kadar air dalam tanah, dan juga luas permukaan penyerapan tanah.

Grass Block merupakan bahan bangunan yang sering digunakan dalam pekerjaan perkerasan jalan, area parkir, taman, dan sebagainya. *Grass Block* mirip dengan *Paving Block.* Namun, *Grass Block* memiliki rongga yang dapat ditanami rumput yang menyebabkan hujan lebih mudah menyerap kedalam tanah dan juga dapat menambah estetika dan keindahan halaman atau jalan serta lingkungan sekitarnya.

Berdasarkan hal-hal tersebut maka dianggap perlu melakukan penelitian yang berjenis eksperimental laboratorium untuk menganalisis infiltrasi yang

terjadi pada tanah yang dipasang *Grass Block*, khususnya infiltrasi yang memiliki variable-variable sesuai dengan keadaan nyata, penulis mengambil judul penelitian yaitu **"Analisis Infiltrasi Pada *Grass Block* dengan Variasi Kecepatan Aliran dan Intensitas Curah Hujan"**

B. Rumusan Masalah

Banyaknya faktor-faktor yang mempengaruhi infiltrasi menjadi alasan untuk meneliti seberapa besar faktor tersebut mempengaruhi besarnya infiltrasi. Beberapa faktor tersebut antara lain jenis tanah, jenis rumput, kemiringan tanah, intensitas curah hujan dan kecepatan aliran air.

Dari latar belakang dan judul yang diambil, maka rumusan masalah dalam penelitian tugas akhir ini sebagai berikut:

1. Bagaimana hubungan antara intensitas curah hujan dengan nilai infiltrasi pada *Grass Block.*
2. Bagaimana hubungan antara kecepatan aliran air dengan nilai infiltrasi pada *Grass Block.*

C. Tujuan dan Manfaat

1. Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah, maka tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah :

1. Menganalisis hubungan antara kecepatan aliran air terhadap infiltrasi pada *Grass Block.*
2. Menganalisis hubungan antara intensitas curah hujan terhadap infiltrasi pada *Grass Block.*

2. Manfaat

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagi Masyarakat

Dapat menjadi referensi bagi masyarakat untuk mengetahui struktur tanah sistem bioretensi yang bermanfaat untuk dapat mengurangi terjadinya limpasan air hujan yang berlebih yang dapat mengakibatkan banjir dan keke*ring*an akibat dari kurangnya persedian air dalam tanah.

2. Bagi Pemerintah

Memberikan gambaran tentang laju resapan air atau laju infiltrasi air yang dapat menjadi dasar dalam meminimalisir terjadinya banjir pada daerah tersebut.

3. Bagi Pendidikan

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi penelitian lainnya dan juga menjadi pemicu untuk penelitian tentang laju resapan air tanah agar dapat meminimalisir bencana alam kedepannya baik itu kekurangan air tanah maupun terjadinya banjir.

D. Ruang Lingkup

Dalam penelitian ini diberikan batasan-batasan agar lebih terarah. Adapun batasan-batasan yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Lokasi penelitian ini dilakukan di Laboratorium Kualitas Air Teknik Lingkungan Universitas Hasanuddin Gowa dengan menggunakan prototype yang dibuat.
2. Data curah hujan yang digunakan dalam penelitian berdasarkan data curah hujan stasiun Bili-Bili tahun 2006 hingga tahun 2015.
3. Jenis tanah yang digunakan dalam penelitian adalah tanah dengan kategori Lempung dari sekitar lokasi kampus Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin, di Kabupaten Gowa, Sulawesi Selatan.
4. Jenis rumput yang digunakan dalam penelitian adalah rumput peking.
5. Besar kecepatan aliran air yang akan digunakan adalah 3 liter per menit, 7 liter per menit, dan 10 liter per menit

6. Besar dimensi lubang pada *Grass Block* yang digunakan adalah 5x5 cm dan 10x10 cm.
7. Transportasi sedimen tanah selama penelitian dilakukan akan diabaikan. Tugas akhir ini membahas masalah infiltrasi yang terjadi pada tanah yang terpasang *Grass Block*

E. Metode Penelitian

Dalam penelitian ini metode-metode penelitian yang digunakan selama penelitian adalah :

1. Studi literatur yaitu mempelajari berbagai referensi dari berbagai sumber baik buku, jurnal, Tugas Akhir maupun internet sebagai penunjang dalam menyelesaikan pembahasan masalah.
2. Jenis penelitian ini adalah eksperimental laboratorium yaitu metode penelitian yang digunakan untuk mencari pengaruh perlakuan tertentu terhadap yang lain dalam kondisi yang dikendalikan dan dengan menggunakan rancangan alat *prototype runoff simulator.*
3. Metode Kuantitatif merupakan salah satu jenis penelitian yang lebih sistematis, spesifik, terstruktur dan juga terencana dengan baik dari awal hingga mendapatkan sebuah kesimpulan. Penelitian kuantitatif lebih menekankan pada penggunaan angka-angka yang membuatnya menjadi lebih mendetail dan lebih jelas. Selain itu penggunaan tabel, grafik, dan juga diagram sangat memudahkan untuk dibaca.

F. Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan Tugas Akhir ini, yaitu sebagai berikut :

BAB I : PENDAHULUAN

Bab ini terdiri atas latar belakang, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, metodologi penelitian dan sistematika penulisan

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini terdiri dari kajian pustaka dari penelitian dan dasar teori yang diambil dari buku serta jurnal yang digunakan sebagai pedoman dalam penelitian ini.

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisi bagan alir metode penelitian, jenis penelitian, populasi dan sampel, waktu dan tempat penelitian, peralatan penelitian, teknik pengumpulan data, metode penyajian data dan analisis data, serta gambaran umum lokasi penelitian

BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi tentang hasil dan pembahasan dari penelitian yang merupakan inti dari penulisan ini, yang membahas secara rinci tentang hasil pemeriksaan tanah, pengukuran intensitas curah hujan pengukuran aliran permukaan, perhitungan total tampungan dan perhitungan kapasitas infiltrasi

BAB V : PENUTUP

Bab ini terdiri dari kesimpulan yang berisi tentang gambaran akhir dari pembahasan dan penyelesaian masalah yang diangkat sedangkan saran dibuat berdasarkan dari pengalaman penulis untuk ditujukan kepada pembaca atau mahasiswa yang ingin mengembangkan penelitian ini dan untuk pengembangan lokasi dimasa yang akan datang.

DAFTAR PUSTAKA

Berisi tentang buku-buku dan jurnal serta sumber-sumber lain yang dijadkan referensi dalam peneltian dan penulisan tugas akhir ini.

LAMPIRAN

Berisi tentang lampiran-lampiran yang berhubungan dengan penelitian.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Permeabilitas Tanah

Tanah adalah kumpulan partikel padat dengan rongga yang saling berhubungan. Rongga ini memungkinkan suatu cairan dapat mengalir didalam partikel melalui rongga dari tempat yang lebih tinggi menuju tempat yang lebih rendah. Komposisi ini akan memungkinkan adanya aliran cairan di dalam tanah ataupun kemampuan tanah untuk melewatkan air. Sifat tanah yang dapat melewatkan air pada berbagai laju aliran tertentu dinamakan permeabilitas tanah. Sifat ini berasal dari sifat alami tanah meskipun dapat dipengaruhi oleh faktor-faktor lain. Sehingga tanah yang berbeda akan memiliki permeabilitas yang berbeda (Das, 1995 dalam Siregar, 2013).

Salah satu sifat tanah yang penting adalah kemampuan tanah untuk melalukan air yang mengalir melalui rongga yang disebabkan oleh gaya gravitasi dan kapilaritas tanah. Di dalam tanah, air jarang dalam kondisi keadaan diam, arah dan kecepatan pergerakannya mempunyai arti yang fundamental untuk berbagai proses yang terjadi di biosfer (Baver, Gardner and Gardner, 1972 dalam Abidin, 2012). Koefisien permeabilitas tanah bergantung pada berbagai faktor yaitu: (Maro'ah, 2011)

1. Viskositas cairan, semakin tinggi viskositasnya, koefisien permeabilitas tanahnya akan semakin kecil.
2. Distribusi ukuran pori semakin merata distribusi ukuran porinya, koefesien permeabilitasnya cenderung semakin kecil.
3. Distibusi ukuran butiran, semakin merata distribusi ukuran butirannya, koefesien permeabilitasnya cenderung semakin kecil.
4. Rasio kekosongan (*void*), semakin besar rasio kekosongannya, koefisien permeabilitas tanahnya akan semakin besar.

5. Kekasaran partikel mineral, semakin kasar partikel mineralnya, koefisien permeabilitas tanahnya akan semakin tinggi.
6. Derajat kejenuhan tanah, semakin jenuh tanahnya, koefisien permeabilitas tanahnya akan semakin tinggi.

B. Hukum Darcy

Dalam menghitung pemindahan air dalam tanah pada kondisi jenuh dikenal suatu hukum yaitu hukum Darcy yang biasa juga digunakan untuk menghitung permeabilitas tanah. Pada kenyataannya hukun Darcy menggunakan hantaran hidrolik dan gradient hidrolik sebagai parameter. Hukum Darcy ini melukiskan aliran air kondisi jenuh secara kuantitatif. Hukum Darcy menunjukkan bahwa kecepatan aliran berbanding lurus dengan gradient hidrolik. Keterhantaran hidrolik (K) adalah konstanta yang menegaskan hubungan yang sebanding antara kecepatan aliran dengan gradient hidrolik. Ukuran-ukuran yang menentukan kecepatan aliran dapat bervariasi. Dalam hukum Darcy, keterhantaran hidrolik jenuh adalah konstanta yang menunjukkan hubungan linier antara dua variable J dan I. Hukum Darcy dan kecepatan aliran air secara kuantitatif dapat dirumuskan (Lubis, 2007):

$$\boxed{q = J = -Ki} \quad \text{..... (1)}$$

$$\boxed{J = \frac{Q}{At}} \quad \text{..... (2)}$$

Keterangan:

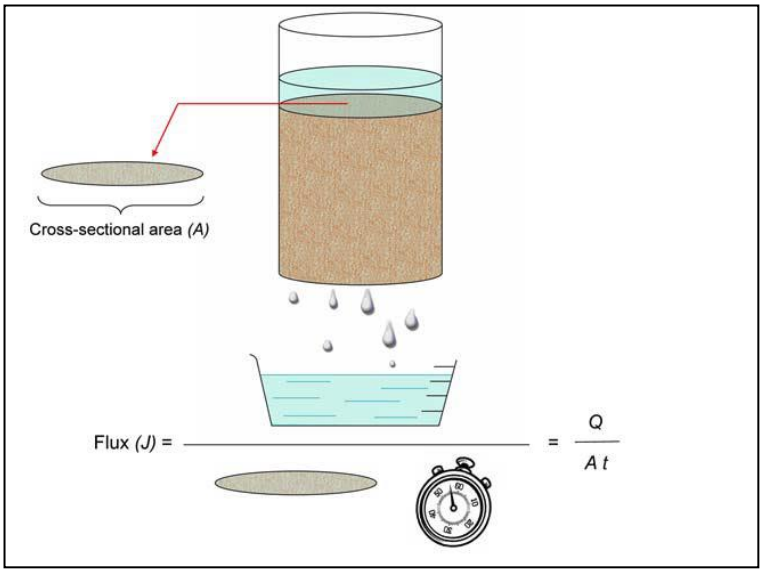
J = kecepatan aliran air

K = keterhantaran hidrolik

i = gradient hidrolik

Q = pemindahan air melalui irisan melintang (A) (Gambar1)

t = waktu



Gambar 1. Kecepatan aliran air (J) adalah jumlah air (Q) yang melewati irisan melintang (A) per satuan waktu (t)

Kecepatan aliran air dapat didefinisikan sebagai pengaliran air dari sebuah pipa. Kecepatan aliran air adalah banyaknya air yang keluar melalui pipa air, dibagi dengan luas irisan melintang dari pipa.

Gradien hidrolik adalah perbedaan pusat total hidrolik per satuan jarak. Gradien hidrolik melukiskan efektifitas kekuatan pada pemindahan air dan dapat dirumuskan sebagai berikut (Lubis, 2007):

$$\boxed{i = \frac{\Delta H}{l}} \quad \text{.....} \quad (3)$$

Keterangan:

ΔH = perbedaan total potensial air antara titik dalam tanah

l = jarak antara titik (cm)

C. Infiltrasi

Infiltrasi adalah proses meresapnya atau masuknya aliran air yang berada dipermukaan tanah yang biasanya berasal dari hujan dan sungai kedalam tanah. Infiltrasi adalah aliran yang masuk kedalam tanah yang diakibatkan gaya kapiler

dan gravitasi (Asdak, 2002). Penting untuk diketahui karena akan berpengaruh terhadap limpasan permukaan (*Surface Runoff*), banjir, erosi, ketersediaan air untuk tanaman, air tanah, dan ketersediaan aliran sungai di musim kemarau.

Infiltrasi adalah proses meresapnya air dari permukaan tanah melalui pori-pori tanah. Berdasarkan siklus hidrologi, air hujan yang jatuh ke permukaan tanah sebagian akan masuk ke dalam tanah, sebagian akan mengisi cekungan permukaan dan sisanya merupakan overland flow. Sedangkan yang dimaksud dengan daya infiltrasi (Fp) adalah laju infiltrasi (*Infiltration Rate*) maksimum yang memungkinkan, yang ditentukan oleh kondisi permukaan termasuk lapisan atas tanah. Besarnya daya infiltrasi dinyatakan dalam mm/hari atau mm/jam. Laju infiltrasi (Fa) adalah laju infiltrasi yang sebenarnya terjadi yang terpengaruhi oleh kapasitas infiltrasi dan intensitas air hujan (Maro'ah, 2011).

Infiltrasi merupakan pergerakan air dari permukaan tanah yang tidak kedap air masuk ke dalam tanah disebabkan oleh adanya gaya gravitasi dan gaya kapiler tanah. Penentuan besarnya infiltrasi dapat dilakukan dengan melalui tiga cara, yaitu: (Munaljid, 2015).

1. Menentukan perbedaan volume air hujan buatan dengan volume air larian pada percobaan labolatorium menggunakan simulasi hujan buatan (metode simulasi labolatorium).
2. Menggunakan alat *ring* infiltrometer (metode pengukuran lapangan).
3. Teknik pemisahan hidrograf aliran dari data aliran air hujan (metode separasi hidrograf).

Infiltrasi adalah suatu bagian dari Siklus hidrologi merupakan proses kontinyu dimana air bergerak dari bumi ke atmosfer dan kemudian kembali ke bumi lagi. Infiltrasi juga dikenal sebagai peristiwa masuknya aliran air kedalam tanah secara vertical, sedangkan banyaknya volume air yang masuk melalui permukaan tanah dikenal dengan laju infiltrasi. Nilai laju infiltrasi sangat bergantung dengan kapasitas infiltrasi (*Infiltration Capacity*) tanah (Suripin, 2003).

Menurut Ersin Seyhan (1977) dalam Aidatul (2015) laju infiltrasi nyata adalah laju air ke permukaan tanah pada setiap waktu dengan gaya-gaya kombinasi

gravitasi, viskositas dan kapilaritas. Laju maksimum presipitasi dapat diserap oleh tanah pada kondisi tertentu disebut kapasitas infiltrasi.

Infiltrasi berubah-ubah sesuai dengan intensitas curah hujan dan setelah mencapai batas tertentu, banyaknya infiltrasi akan tetap sesuai dengan daya absorbsi maksimum dari tanah bersangkutan. Kecepatan infiltrasi yang berubah-ubah sesuai dengan intensitas curah hujan disebut laju infiltrasi. Laju infiltrasi maksimum yang terjadi pada suatu kondisi tertentu disebut Kapasitas Infiltrasi.

D. Laju Infiltrasi

Besarnya laju infiltrasi bergantung dengan kandungan air didalam tanah. Infiltrasi terjadi saat air jatuh ke permukaan tanah yang ke*ring*. Permukaan tanah menjadi basah namun bagian bawah tanah masih relatif ke*ring* maka dengan demikian terjadilah perbedaan gaya kapiler permukaan dan yang dibawahnya. Untuk menentukan klas inflitrasi, dipakai klasifikasi menurut *U.S Soil Conservation* (Aidatul, 2015).

Tabel 1 Klasifikasi Laju Infiltrasi

Kelas	Klasifikasi	Laju Infiltrasi (cm/jam)
0	Sangat Lambat	< 1
1	Lambat	1 – 5
2	Agak Lambat	5 – 20
3	Sedang	20 – 63
4	Agak Cepat	63 – 127
5	Cepat	127 – 254
6	Sangat Cepat	254 >

Sumber: U.S Soil Convervation dalam Aidatul (2015)

Pengetahuan tentang infiltrasi dan laju infiltrasi serta faktor-faktor yang mempengaruhinya digunakan sebagai acuan untuk pelaksanaan manajemen air dan tata guna lahan efektif (Asdak, 2002).

E. Proses Terjadinya Infiltrasi

Dalam proses terjadinya infiltrasi yaitu ketika air hujan menyentuh permukaan tanah, sebagian atau seluruh air hujan tersebut masuk kedalam tanah melalui pori-pori permukaan tanah. Proses masuknya air hujan kedalam tanah ini disebabkan oleh tarikan gaya grafitasi dan kapiler tanah. Laju infiltrasi yang dipengaruhi oleh gaya grafitasi dibatasi oleh besarnya diameter pori-pori tanah. Dibawah pengaruh gaya gravitasi, air hujan mengalir tegak lurus kedalam tanah melalui profil tanah. Pada sisi yang lain, gaya kapiler bersifat mengelirkan air tersebut tegak lurus keatas, kebawah, dan kearah horizontal. Gaya kapiler tanah ini bekerja nyata pada tanah dengan pori-pori yang relatif kecil. Pada tanah dengan pori-pori besar, gaya ini dapat diabaikan pengaruhnya, dan air mengalir ke tanah yang lebih dalam oleh pengaruh gaya grafitasi. Dalam perjalanannya tersebut, air juga mengalami penyebaran kearah lateral akibat tarikan gaya kapiler tanah, terutama ke arah tanah dengan pori-pori yang lebih sempit.

Proses infiltrasi yang demikian, melibatkan tiga proses yang tidak saling tergantung:

1. Proses masuknya air hujan melalui pori-pori permukaan tanah
2. Tertampungnya air hujan tersebut di dalam tanah
3. Proses mengalirnya air tersebut ketempat lain (bawah, samping, dan atas).

Infiltrasi (peresapan) merupakan perjalanan air melalui permukaan tanah dan menembus masuk kedalamnya. Tanah dapat ditembusi air karena adanya celah yang tak kapilar melalui mana aliran air grafitas mengalir kebawah menuju air tanah, dengan mengikuti suatu jalan berhambatan paling lemah. Gaya-gaya kapilar mengalihkan air grafitas secara terus menerus kedalam rongga-rongga pori kapilar, sehingga jumlah air grafitas yang melalui horizon-horizon yang lebih rendah secara berangsur-angsur berkurang. Hal ini menyebabkan bertambahnya tahanan pada aliran grafitas di lapisan permukaan dan berkurangnya laju infiltrasi pada saat hujan meningkat. Air hujan yang jatuh ketanah akan masuk kedalam tanah dengan adanya gaya grafitasi, viskositas dan gaya kapilar dan disebut juga sebagai proses infiltrasi.

Laju infiltrasi aktrual tergantung dari karakteristik tanah dan jumlah air yang tersedia dipermukaan tanah untuk membuat tanah lembab.

F. Model Laju Infiltrasi

1. Model Horton

Terdapat beberapa metode pengukuran laju infiltrasi yang salah satunya adalah metode Horton. Menurut Horton, kapasitas infiltrasi berkurang dengan sei*ring* bertambahnya waktu hingga mendekati nilai yang konstan. Horton menyatakan pandangannya bahwa penurunan kapasitas infiltrasi lebih dikontrol oleh faktor yang beroperasi di permukaan tanah dibanding dengan proses aliran di dalam tanah. Metode infiltrasi Horton memiliki tiga parameter yang menentukan infiltrasi ke tanah yaitu parameter K, infiltrasi awal (f_0), dan infiltrasi konstan (f_c) (Aidatul, 2015).

a. Laju Infiltrasi Awal (f_0)

   Laju infiltrasi awal (f_0) adalah laju infltrasi awal dihitung mulai dari awal masuknya air ke dalam lapisan tanah atau laju infiltrasi pada saat t = 0. Besarnya harga f_0 tergantung dari jenis tanah dan lapisan permukaannya. Satuan laju infiltrasi awal (f_0) yaitu cm/jam.

b. Laju Infiltrasi Akhir (f_c)

   Laju Infiltrasi Akhir (f_c) yaitu kapasitas infiltrasi pada saat t besar. Besarnya harga f_c tergantung dari jenis tanah dan lapisan permukaannya. Sebagai contoh untuk tanah gundul berpasir akan mempunyai harga f_c yang lebih tinggi dibandingkan dengan tanah gundul jenis lempung. Satuan laju infiltrasi akhir (f_c) yaitu cm/jam.

c. Konstanta K

   Harga K tergantung dari texture permukaan tanah. Bila dilapisi dengan tumbuhan dikatakan K lebih kecil dibanding *texture* permukaan tanah yang agak halus. Permukaan tanah yang gundul mempunyai harga K yang lebih besar.

Laju infiltrasi menggunakan model Horton dapat dihitung menggunakan rumus:

$$f = f_c + (f_0 + f_c)e^{-Kt} \quad \text{..... (4)}$$

$$K = \frac{f_0 - f_c}{f_c} \quad \text{..... (5)}$$

Keterangan:

f = laju infiltrasi nyata (cm/jam)

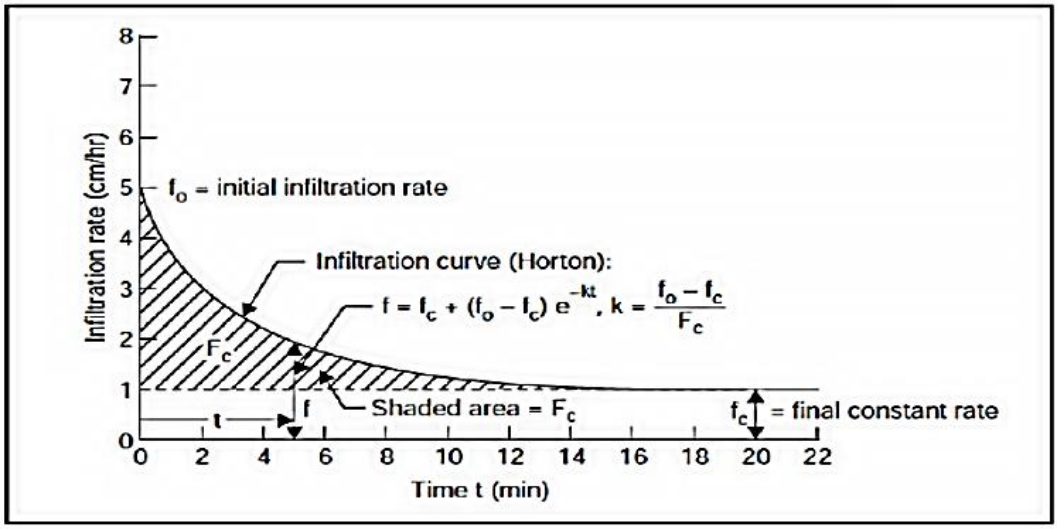
f_0 = laju infiltrasi tetap (cm/jam)

f_c = laju infiltrasi awal (cm/jam)

e = 2,718

K = konstanta geofisik

t = waktu dari awal hujan (menit)



Gambar 2. Kurva Infiltrasi Menurut Horton

Sumber: Aidatul (2015)

Jumlah air yang terinfiltrasi pada suatu periode tergantung pada laju infiltrasi dan fungsi waktu. Apabila laju infiltrasi pada suatu saat adalah f(t), maka infiltrasi kumulatif atau jumlah air yang terinfiltrasi adalah f(t). Persamaan (II.4) menunjukkan bahwa jumlah air yang terinfiltrasi f(t) merupakan intergral dari laju infiltrasi. Laju infiltrasi merupakan turunan dari infiltrasi kumulatif f(t). Dengan

kata lain, laju infiltrasi f(t) adalah sama dengan kemiringan kurva f(t) pada waktu (t) dengan satuan mm/jam (Aidatul, 2015).

2. Model Kostiakov

Model Kostiakov menggunakan pendekatan fungsi power dengan cara tidak memasukkan kadar air awal dan kadar air akhir (saat laju infiltrasi tetap) sebagai komponen fungsi. Fungsi infiltrasi dan laju infiltrasi disajikan pada persamaan (Sutono, 2016).

$$\boxed{f = Bt^{-n}} \quad \text{.....} \quad (6)$$

Keterangan:

f = laju infiltrasi (mm/menit)

t = waktu (menit)

n = konstanta

B = konstanta (m.jam^{n-1})

Dimana B dan n adalah konstanta. Konstanta B dan n tergantung pada karakteristik tanah dan kadar air tanah awal. Konstanta ini tidak bisa ditentukan sebelumnya dan biasanya ditentukan dengan penarikan sebuah garis lurus pada kertas grafik untuk data empirik atau dengan menggunakan metode pangkat terkecil. Karena kesederhanaannya, metode ini se*ring* digunakan pada irigasi permukaan (Sutono, 2016).

G. Kapasitas Infiltrasi

Kapasitas infiltrasi tanah adalah kemampuan tanah untuk melewatkan air dari permukaan tanah ke dalam tanah secara vertical. Infiltrasi kedalam tanah pada mulanya tidak jenuh, karena pengaruh hisapan matrik dan gravitasi. Infiltrasi yang efektif akan menurunkan run off, sebaliknya infiltrasi yang tidak efektif akan memperbesar (Arsyad, 2006).

Setiap permukaan air tanah mempunyai daya serap yang kemampuannya berbeda-beda dilihat dari kondisi tanah dan lapisan penutup permukaannya. Kapasitas infiltrasi ini dinotasikan sebagai f. Faktor yang mempengaruhi kapasitas infiltrasi adalah ketinggian lapisan air di atas permukaan tanah, jenis tanah, banyaknya moisture tanah yang sudah ada dalam lapisan tanah, keadaan permukaan tanah, dan penutup tanah (Sutono, 2016).

Kapasitas infiltrasi terjadi ketika intensitas hujan melebihi kemampuan tanah dalam menyerap kelembaban tanah. Sebaliknya, apabila intensitas hujan lebih kecil dari pada kapasitas infiltrasi, maka laju infiltrasi sama dengan laju curah hujan. Kapasitas infiltrasi dapat digambarkan dengan menggunakan kurva kapasitas infiltrasi dan menggunakan diagram intensitas curah hujan. Untuk menentukan bentuk kurva kapasitas infiltrasi harus diketahui:

1. Kapasitas infiltrasi pada permulaan hujan.
2. Variasi kurva kapasitas infiltrasi selama periode hujan juga intensitas hujan lebih kecil dari kapasitas infiltrasi.
3. Besarnya perubahan dan kapasitas infiltrasi selama hujan berhenti.
4. Variasi musiman kapasitas infiltrasi.
5. Besarnya perkiraan yang diperlukan untuk detensi permukaan.

H. Pengukuran Kapasitas Infiltrasi

Pengukuran infiltrasi dimaksudkan untuk memperoleh gambaran tentang besaran dan laju infiltrasi serta variasinya sebagai fungsi waktu. Cara pengukuran yang dapat dilakukan adalah Menggunakan alat *ring* infiltrometer (metode pengukuran lapangan)

Alat ini merupaan silinder berdiameter antar 25-30 cm dengan panjang kurang lebih 50 cm. Alat ini dilengkapi dengan tangki cadangan air. Ada dua tipe alat inflometer yang dapat digunakan yaitu *single ring* infiltrometer dan *double ring* infiltrometer. Pada gambar 3 dapat dilihat gambar *single ring* infiltrometer dan gambar *double ring* infiltrometer pada gambar 4.

Gambar 3. *Single Ring* Infiltrometer

Gambar 4. *Double Ring* Infiltrometer
Sumber: Kumar (2014)

Metode pengukuran dengan alat infiltrometer adalah dengan menuangkan air secara artifisial pada tanah yang kapasitas infiltrasinya hendak ditentukan dan kemudian mengamati dan menganalisa infiltrasi yang sesungguhnya. Metode ini tidak berarti dalam menentukan nilai kapasitas infiltrasi yang hendak digunakan kembali untuk menghitung limpasan permukaan dari daerah pengaliran yang sama. Hal ini disebabkan oleh adanya kenyataan bahwa hasil-hasil yang diperoleh dengan menggunakan infiltrometer itu adalah lebih bersifat kualitatif daripada kuantitatif.

I. Faktor Mempengaruhi Laju Infiltrasi

Laju infiltrasi sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti kedalaman genangan dan tebal lapis jenuh, kelembaban tanah, pemadatan oleh hujan, tanaman penutup, intensitas hujan, dan sifat-sifat fisik tanah (Sutono, 2016) Faktor-faktor tersebut menyebabkan laju infiltrasi disuatu tempat berbeda dengan lokasi yang lain. Sedangkan menurut Yair dan Leave (1991) dalam Aidatul 2015, beberapa faktor yang mempengaruhi laju infiltrasi adalah tutupan lahan, kemiringan lereng, dan perbedaan kepadatan tanah.

1. Kedalaman genangan dan tebal lapis jenuh dapat diketahui saat mulainya terjadi hujan. Air hujan meresap ke dalam permukaan tanah dengan cepat sehingga terjadi laju infiltrasi. Sehingga semakin dalam genangan dan semakin tebal lapisan jenuh maka laju infiltrasi akan semakin berkurang.
2. Kelembaban tanah terjadi ketika tanah ke*ring* dijatuhi air maka permukaan atas dari tanah tersebut akan menjadi basah sedangkan bagian bawahnya masih relatif ke*ring* Dengan bertambahnya waktu dan air hujan dari permukaan atas turun ke bagian bawahnya maka tanah tersebut menjadi basah dan lembab. Semakin lembab kondisi suatu tanah, maka laju infiltrasi semakin berkurang karena tanah tersebut semakin dekat dengan keadaan jenuh.
3. Pemadatan oleh hujan terjadi ketika hujan jatuh di atas tanah, butir tanah mengalami pemadatan oleh butiran air hujan. Pemadatan tersebut mengurangi pori-pori tanah yang berbutir halus (seperti lempung), sehingga dapat mengurangi kapasitas infiltrasi. Untuk tanah pasir, pengaruh tersebut sangat kecil.
4. Banyaknya tanaman penutup yang menutupi permukaan tanah seperti rumput dapat meningkatkan laju infiltrasi tanah tersebut. Dengan adanya tanaman penutup, air hujan tidak dapat memadatkan tanah dan akan membentuk lapisan humus yang menjadi tempat hidup serangga yang membantu masuknya air ke dalam tanah
5. Topografi adalah keadaan permukaan tanah atau kontur tanah. Topografi juga mempengaruhi infiltrasi air. Pada permukaan tanah yang memiliki kemiringan besar, aliran air kurang memiliki waktu yang digunakan untuk infiltrasi. Hal ini menyebabkan sebagian besar air adalah aliran permukaan. Dan sebaliknya, pada

permukaan tanah yang datar air akan menggenang sehingga memiliki waktu yang banyak untuk memasuki tanah yang mengakibatkan laju infiltrasi cukup besar.

6. Intensitas hujan juga berpegaruh terhadap kapasitas infiltrasi. Bila intensitas hujan (I) lebih kecil daripada kapasitas infiltrasi maka laju infiltrasi nyata sama dengan intensitas hujan. Dan sebaliknya juka intensitas hujan besar maka laju infiltrasi nyata sama dengan kapasitas infiltrasi.
7. Jenis tanah berbutir kasar kecepatan infiltrasi tanah yang terjadi besar dikarenakan adanya pori-pori dengan ukuran yang relative besar serta kecenderungan untuk tidak membentuk agregat, sedang pada tanah berbutir halus memiliki ukuran pori yang lebih kecil tetapi mempunyai kecenderungan membentuk agregat dengan ukuran lebih besar sehingga kecepatan infiltrasi lebih kecil.

J. Intensitas Hujan

Intensitas hujan adalah tinggi dan kedalaman air hujan per satuan waktu (Suripin, 2003 dalam Agustianto, 2014). Intensitas hujan menyatakan besarnya curah hujan dalam jangka pendek yang memberikan gambaran deras hujan perjam.

Untuk mengolah data curah hujan menjadi intensitas curah hujan digunakan cara statistik dari data pengamatan durasi hujan yang terjadi. Jika tidak ditemukan data curah hujan untuk setiap durasi hujan, maka diperlukan pendekatan secara empiris dengan berpedoman pada durasi 60 menit (1 jam) dan pada curah hujan harian maksimum yang terjadi setiap tahun. Cara lain yang digunakan adalah dengan mengambil pola intensitas hujan untuk kota lain yang memiliki kondisi curah hujan yang hampir sama. Untuk mengetahui intensitas curah hujan dapat digunakan beberapa metode (Agustianto, 2014). Dalam penelitian ini, intensitas curah hujan yang digunakan adalah intensitas curah hujan buatan yang dihasilkan oleh alat simulator hujan (*Rainfall Simulator*).

1. Metode Van Breen

Penurunan yang dilakukan Van Breen berdasarkan atas anggapan bahwa durasi hujan terkonsentrasi selama 4 jam dengan hujan efektif sebesar 90% hujan total dalam 24 jam

$$\boxed{\mathrm{I} = \frac{90\%\, R_{24}}{4}} \quad \text{..... (7)}$$

2. Metode Bell Tanimoto

Intensitas hujan (mm/jam) berdasarkan metode Bell Tanimoto dihitung dengan menggunakan persamaan

$$\boxed{I_T^t = \frac{60}{t} R_T^t} \quad \text{..... (8)}$$

3. Hasper dan Der Weduwen

Intensitas hujan (mm/jam) berdasarkan metode Hasper dan Der Weduwen dihitung dengan menggunakan persamaan

$$\boxed{I_T^t = \frac{R^t}{t_T}} \quad \text{..... (9)}$$

4. Metode Mononobe

Intensitas hujan (mm/jam) berdasarkan metode Mononobe dihitung dengan menggunakan persamaan

$$I = \frac{R_{24}}{24}\left(\frac{24}{t}\right)^{\frac{2}{3}} \quad \text{..... (10)}$$

Keterangan:

I = intensitas hujan (mm/jam)

R_{24} = curah hujan harian maksimum (mm/hari)

t = durasi hujan (jam)

K. Limpasan (*Runoff*)

Secara alamiah sebagian air hujan yang jatuh ke permukaan tanah akan meresap kedalam tanah dan selebihnya akan mengalir menjadi limpasan permukaan. Kondisi daerah di tempat hujan itu turun akan sangat berpengaruh terhadap bagian dari air hujan yang akan meresap ke dalam tanah dan akan membentuk limpasan permukaan. Karakteristik daerah yang berpengaruh terhadap bagian air hujan antara lain adalah topografi, jenis tanah, dan penggunaan lahan atau penutup lahan.

Limpasan permukaan (*Surface Runoff*) adalah kelebihan air dari kecepatan infiltrasi dan tampungan permukaan. Volume air ini yaitu aliran langsung (*Direct Runoff*). Dan aliran dalam tanah (*Groundwater Flow*) adalah jumlah volume aliran air tanah dari tiap lapisan air tanah di akhir tiap interval waktu (Agustianto, 2014).

Besarnya volume aliran ini tergantung pada intensitas hujan yang berlangsung, Semakin besar intensitas hujan maka akan semakin besar pula volume aliran pada suatu saluran (Agustianto, 2014).

L. Hubungan Infiltrasi dengan Limpasan Permukaan

Untuk mempelajari limpasan curah hujan, maka yang perlu diperhatikan adalah hujan permulaan *(initial rain*), interval pemberian netto (*net supply interval*) dan sisa curah hujan yang diklarifikasi sesuai keadaan curahnya.

1. Hujan Permulaan (*Initial Rain*)

Hujan permulaan adalah curah hujan sebelum terjadi limpasan permukaan. Proses curahnya adalah sebagai berikut:

Hujan permulaan biasanya dibagi dalam bagian yang tidak dapat mencapai permukaan tanah karena dihalang-halangi oleh tumbuh-tumbuhan, gedung-gedung dan lain-lain, bagian yang diabsorbsi dalam tanah setelah tiba di permukaan tanah dan bagian yang mengalir ke berbagai lekukan dan megisinya sampai jenuh. Bagian pertama yang tidak mencapai permukaan tanah disebut curah hujan intersepsi yang sedikit jika dibandingkan dengan jumlah curah hujan itu. Bagian itu biasanya tidak diperhatikan kecuali untuk penyelidikan hujan ringan (*light rain*).

Bagian kedua yang meresap kedalam tanah (dari bagian curah hujan yang tiba dipermukaan tanah) disebut infiltrasi. Bagian ini berubah-ubah, tergantung dari intensitas curah hujan hingga mencapai kapasitas curah hujan.

Bagian terakhir disebut tampungan depresi *(depression strorage*) yang tergantung dari bentuk, volume dan banyaknya lekukan dipermukaan tanah. Curah hujan yang tertampung ini akhirnya menguap, diabsorbsi oleh tumbuh-tumbuhan atau infiltrasi kedalam tanah. Jadi hujan permulaan ini tidak terjadi limpasan permukaan sehingga tidak termasuk dalam keseluruhan limpasan permukaan.

2. Hujan Sisa (*Residual Rain*)

Bagian akhir curah hujan yang intensitasnya kurang dari kapasitas infiltrasi disebut hujan sisa. Bagian terbesar dari bagian ini tidak mengalir di atas permukaan tanah, tetapi menginfiltrasi kedalam tanah.

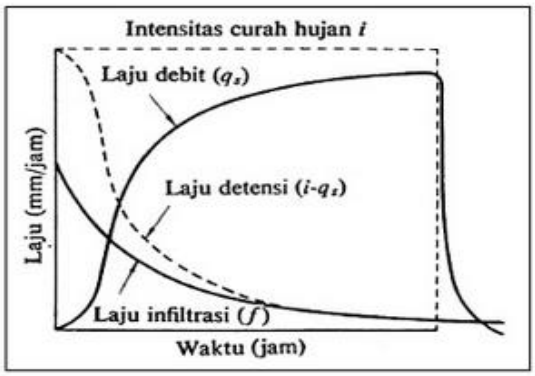
Infiltrasi yang terjadi sesudah selang pemberian netto tersebut di bawah ini beserta infiltrasi hujan sisa disebut infiltrasi sisa (*residual infiltration*). Jadi infiltrasi sisa ini terdiri dari infiltrasi genangan permukaan yang terjadi di permukaan tanah sesudah selang pemberian netto berakhir dan infiltrasi hujan sisa.

3. Interval Pemberian Netto (*Net Supply Interval*)

Interval pemberian netto ini terletak di tengah-tengah antara hujan permulaan dan hujan sisa. Hal ini terjadi bilamana intensitas curah hujan yang melebihi kapasitas infiltrasi berlangasung sesudah tampungan dalam lekukan-lekukan itu

penuh. Pada ketika itu, selisih antara curah hujan dan kapasitas infiltrasi (i-f) menjadi curah hujan lebih (*excess-rainfall* = r_e) yang mengalir di atas permukaan tanah. Akan tetapi sebagian dari curah hujan lebih tetap tinggal di atas permukaan tanah sebagai bagian yang meningkatkan dalamnya luapan sesudah pengisian lekukan-lekukan dan merupakan variable (ΔS) dari detensi permukaan *(surface detention).* Curah hujan lebih adalah jumlah dari variabel (ΔS) dan limpasan permukaan (q) : (ΔS) + q =.. dimana proses limpasan permukaan biasanya adalah sebagai berikut:

a. Pada bagian akhir hujan permulaan, air yang mengisi lekukan-lekukan menambah dalamnya luapan dan mulai meluap
b. Air luapan ini lambat laun bertambah besar, mempersatukan aliran-aliran yang kecil dan mengalir di permukaan tanah ke sungai. Aliran pada tingkatan ini disebut aliran pelimpahan permukaan *(ovelandflow*)
c. Air yang mencapai sungai itu mengalir ke hilir, mempersatukan aliran-aliran dari samping. Air ini disebut limpasan permukaan.



Gambar 5. Kurva hubungan laju infiltrasi dengan limpasan

Limpasan permukaan itu hanya terjadi oleh curah hujan dengan curah hujan lebih. Hubungan ini diperlihatkan pada Gambar 5. Misalkan *i* adalah intensitas curah hujan, *q* adalah laju limpasan (*rate of runoff*) dan *fc* adalah laju infiltrasi, maka kurva laju banyaknya sisa *(residual amount rate*) adalah selisih antara intensitas curah hujan dan laju limpasan (*i*-*q*).

Jika curah hujan itu berlangsung terus sampai limpasannya mendekati laju yang tetap (*constant rate*), maka kurva *(i-q)* sama dengan kurva *fc*. Bagian antara kedua kurva itu adalah variasi detensi permukaan ΔS.

M. Klasifikasi Tanah

Tanah terdiri atas horison-horison yang terletak di atas batuan induk yang terbentuk dari interaksi berbagai faktor pembentuk tanah seperti iklim, organisme, bahan induk dan relief yang terjadi sepanjang waktu. Proses yang berbeda dalam pembentukan tanah akan menghasilkan tanah yang berbeda pula yang dapat diamati dari sifat morfologi tanah.

Sistem klasifikasi tanah yang digunakan untuk mengelompokkan tanah berdasarkan kesamaan dan kemiripan sifat yang dimiliki yaitu sistem soil taxonomy USDA dari kategori ordo hingga family sehingga sifat-sifat tanah yang penting untuk pertanian atau engineer*ing* dapat diketahui secara lebih pasti dan terperinci. (Rajamuddin dan Sanusi, 2014).

Ada beberapa sistem klasifikasi tanah yang ada, antara lain; Sistem Klasifikasi Tanah Unified *(Unified Soil Classification = USC)* dan *American Association of State Highway and Transportation Officials* (AASHTO). Sistem USC adalah sistem yang paling banyak digunakan dan secara internasional, sedang sistem AASHTO pada umumnya hanya dipakai beberapa Departemen Transportasi di negara-negara bagian Amerika Serikat.

N. Klasifikasi Tanah USCS (*Unified Soil Classification System)*

Klasifikasi tanah berdasarkan USCS merupakan klasifikasi tanah ini yang paling banyak dipakai untuk pekerjaan teknik fondasi seperti bendungan, bangunan dan konstruksi yang sejenis. Sistem ini biasa digunakan untuk desain lapangan udara dan untuk spesifikasi pekerjaan tanah untuk jalan. Klasifikasi berdasarkan Unified sytem (Das, 1988), tanah dikelompokkan menjadi:

1. Tanah berbutir kasar (Coarse-grained-soil) yaitu tanah kerikil dan pasir dimana kurang dari 50% berat total contoh tanahnya lolos dari sa*ring*an No.200. Simbol dari kelompok ini dimulai dengan 10 huruf awal G atau S. G adalah untuk kerikil (gravel) dan S untuk pasir (sand) atau tanah berpasir. Selain itu juga dinyatakan gradasi tanah dengan simbol W untuk tanah bergradasi baik dan P untuk tanah bergradasi buruk.
2. Tanah berbutir halus (fine-grained-soil) yaitu tanah dimana lebih dari 50% berat total contoh tanahnya lolos dari sa*ring*an No.200. Simbol dari kelompok ini dimulai dengan huruf awal M untuk lanau (silt) anorganik, C untuk lempung (clay) anorganik, dan O untuk lanau organik dan lempung organik. Simbol PT digunakan untuk tanah gambut (peat), muck, dan tanah-tanah lain dengan kadar organik yang tinggi. Plastisitas dinyatakan dengan L untuk plastisitas rendah dan H untuk plastisitas tinggi.

Menurut Browles, J.E., (1986), sistem klasifikasi tanah unified dikelompokkan seperti yang terdapat pada Tabel 2 berikut.

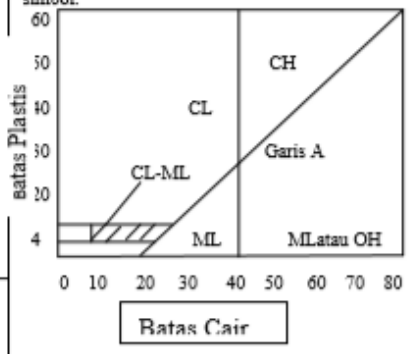
Tabel 2. Simbol kelompok jenis tanah

Jenis Tanah	Prefiks	Sub Kelompok	Sufiks
Kerikil	G	Gradasi Baik	W
Pasir	S	Gradasi Buruk Berlanau Berlempung	P M C
Lanau	M		
Lempung	C	WL < 50%	L
Organis	O	WL > 50%	H
Gambut	Pt		

Sumber: Bowles, J. E., 1986

Contoh: Kerikil yang bergradasi baik adalah GW, pasir yang bergradasi buruk adalah SP, pasir berlempung adalah SC, lempung dengan batas cair > 50% adalah CH dan sebagainya. Sitem USC mendefinisikan tanah berbutir kasar apabila <50% butiran tertahan pada sa*ring*an No. 200 dan butir halus jika >50% lolos pada

sa*ring*an No. 200. Sistem klasifikasi USCS secara jelas dan terinci dapat dilihat pada gambar 6 berikut ini:

Divisi Utama			Simbol	Nama Umum		Kriteria Klasifikasi	
Tanah berbutir kasar ≥ 50% butiran tertahan saringan No. 200	Kerikil 50% ≥ fraksi kasar tertahan saringan No. 4	Kerikilbersih (hanyakerikil)	GW	Kerikilbergradasi-baik dan campurankerikil-pasir, sedikitatau sama sekalitidakmengandungbutiranhalus	Klasifikasiberdasarkanprosentasebutiranhalus ;Kurangdari 5% lolos saringan no 200: GM, GP, SW, SP. Lebihdari 12% lolos saringanno 200 : GM, GC, SM, SC. 5% - 12% lolos saringan No.200 : Batasanklasifikasi yang mempunyai simbol dobel	$Cu = \frac{D_{60}}{D_{10}} > 4$ $Cc = \frac{(D_{30})^2}{D10 \times D60}$ Antara 1 dan 3	
			GP	Kerikilbergradasi-buruk dan campurankerikil-pasir, sedikitatau sama sekalitidakmengandungbutiranhalus		Tidak memenuhi kedua kriteria untuk GW	
		Kerikildengan Butirnahalus	GM	Kerikilberlanau, campurankerikil-pasir-lanau		Batas-batas *Atterberg* di bawahgaris A atau PI < 4	Bila batas *Atterberg*beradadi daeraharsirdaridiagramplastisitas, makadipakaidobel simbol
			GC	Kerikilberlempung, campurankerikil-pasir-lempung		Batas-batas *Atterberg* di bawahgaris A atau PI > 7	
	Pasir ≥ 50% fraksikasar lolos saringan No. 4	Pasirbersih (hanyapasir)	SW	Pasirbergradasi-baik , pasirberkerikil, sedikitatau sama sekalitidakmengandungbutiranhalus		$Cu = \frac{D_{60}}{D_{10}} > 6$ $Cc = \frac{(D_{30})^2}{D10 \times D60}$ Antara 1 dan 3	
			SP	Pasirbergradasi-buruk, pasirberkerikil, sedikitatau sama sekalitidakmengandungbutiranhalus		Tidakmemenuhikeduakriteriauntuk SW	
		Pasir dengabutiran halus	SM	Pasirberlanau, campuranpasir-lanau		Batas-batas *Atterberg* di bawahgaris A atau PI < 4	Bila batas *Atterberg*beradadi daeraharsirdaridiagramplastisitas, makadipakaidobel simbol
			SC	Pasirberlempung, campuranpasir-lempung		Batas-batas *Atterberg* di bawahgaris A atau PI > 7	
Tanah berbutir halus 50% atau lebih lolos ayakan No. 200		Lanau dan lempung batas cair ≤ 50%	ML	Lanauanorganik, pasirhalussekali, serbukbatuan, pasirhalusberlanauatauberlempung		DiagramPlastisitas: Untukmengklasifikasikadarbutiranhalus yang terkandungdalamtanahberbutirhalus dan kasar. Batas *Atterberg* yang termasukdalamdaerah yang di arsirberartibatasanklasifikasinyamenggunakandua simbol.	
			CL	Lempunganorganikdenganplastisitasrendahsampaidengansedanglempungberkerikil, lempungberpasir, lempungberlanau, lempung "kurus" (*lean clays*)			
			OL	Lanau-organik dan lempung berlanau organik dengan plastisitas rendah			
		Lanau dan lempung batas cair ≥ 50%	MH	Lanauanorganikataupasirhalusdiatomae, ataulanaudiatomae, lanau yang elastis		Garis A : PI = 0.73 (LL-20)	
			CH	Lempung anorganik dengan plastisitas tinggi, lempung "gemuk" (*fat clays*)			
			OH	Lempung organik dengan plastisitas sedang sampai dengan tinggi			
Tanah-tanah dengan kandungan organik sangat tinggi			PT	*Peat* (gambut), *muck*, dan tanah-tanah lain dengan kandungan organik tinggi		Manual untuk identifikasi secara visual dapat dilihat di ASTM Designation D-2488	

Sumber: Hardiyatmo (1996)

Gambar 6. Bagan Klasifikasi Tanah Berdasarkan USCS

O. Klasifikasi Tanah AASHTO (*American Association of State Highway and Transportation Officials)*

Sistem klasifikasi AASHTO awalnya membagi tanah kedalam 8 kelompok, A-1 sampai A-8 termasuk subkelompok. Sistem yang direvisi (Proc. 25 *the Annual Meeting of Highway Research Board*, 1945) mempertahankan delapan kelompok dasar tanah tadi tapi menambahkan dua subkelompok dalam A-1, empat kelompok dalam A-2, dan dua subkelompok dalam A-7. Kelompok A-8 tidak diperlihatkan tetapi merupakan gambut atau rawang yang ditentukan berdasarkan klasifikasi visual. Tanah-tanah dalam tiap kelompoknya dievaluasi terhadap indeks kelompoknya yang dihitung dengan rumus-rumus empiris. Pengujian yang dilakukan hanya analisis sa*ring*an dan batas-batas Atterberg (Bowles, 1984).

AASHTO Soil Classification System

General Classification	Granular materials (35% or less of Total Sample passing No. 200)							Silty-Clay materials (more than 35% passing No. 200)			
Group Classification	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7
	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				A-7-5 A-7-6
Sieve Analysis % Passing No. 10 No. 40 No.200	50 max. 30 max. 15 max.	50 max. 25 max.	51 min. 10 max	35 max.	35 max.	35 max.	35 max.	36 min.	36 min.	36 min.	36 min.
Characteristic of Fraction passing No. 40 Liquid Limit Plasticity index	• 6 max.		• NP	40 max 10 max	41 min 10 max	40 max 11 min	41 min 11 min	40 max 10 max	41 min 10 max	40 max 11 min	41 min 11 min
Usual types of significant constituent materials	Stone fragments, gravel, and sand		Fine sand	Silty or clayey gravel and sand				Silty Soils		Clayey Soils	
General subgrade rating	Excellent to good							Fair to poor			

Plasticity index of A-7-5 subgrade is equal to or less than LL minus 30

Plasticity index of A-7-6 subgrade is grater than LL minus 30

Sumber: Soil Classification System.

Gambar 7. Bagan Klasifikasi Tanah Berdasarkan AASHTO

Kelompok tanah berbutir kasar, A-1, A-2 dan A-3, didefinisikan sebagai berikut:

1. A-1 adalah kelompok tanah yang terdiri dari kerikil dan pasir kasar dengan sedikit atau tanpa butir halus, dengan atau tanpa sifat-sifat plastis.
2. A-2 Sebagai kelompok batas antara kelompok tanah berbutir kasar dengan tanah berbutir halus. Kelompok A-2 ini terdiri dari campuran kerikil/pasir kasar dengantanah berbutir halus yang cukup banyak (< 35%).
3. A-3 Adalah kelompok tanah yang terdiri dari pasir halus dengan sedikit sekali mengandung butir-butir halus yang lolos sa*ring*an No. 200 dan bersifat tidak plastis.

Kelompok tanah berbutir halus, A-4, A-5, A-6 dan A-7, didefinisikan sebagai berikut:

1. A-4 Adalah kelompok tanah lanau berplastisitas rendah.
2. A-5 Adalah kelompok tanah lanau yang mengandung lebih banyak parikel- partikel halus yang bersifat plastis. Sifat plastis tanah lebih besar dari kelompok A-4.
3. A-6 Adalah kelompok tanah lempung yang masih mengandung butir-butir pasir dan kerikil, tetapi sifat perubahan volume cukup besar.
4. A-7 Adalah kelompok tanah lempung yang lebih bersifat plastis. Tanah inimempunyai sifat perubahan volume besar.

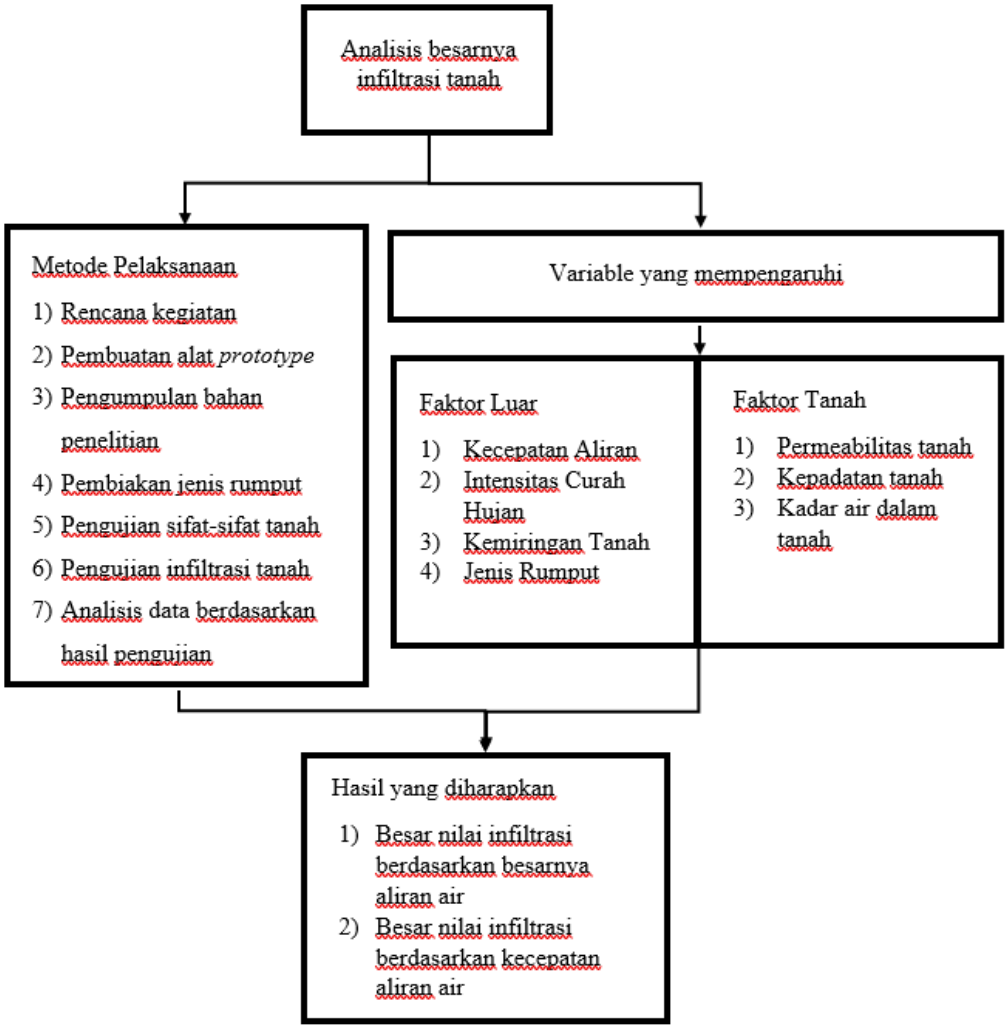
P. *Grass Block*

Grass Block salah satu bahan yang digunakan dalam perkerasan jalan, area parkir, taman, dan sebagainya. *Grass Block* memiliki fungsi yang mirip dengan *Paving Block*. Perbedaan antara *Grass Block* dan *Paving Block* adalah *Grass Block* memiliki rongga yang dapat ditanami rumput. Hal ini mempermudah air hujan untuk masuk kedalam tanah.

Terdapat beberapa jenis rumput yang dapat digunakan pada sebuah *Grass Block* seperti rumput gajah mini, rumput jepang, dan berbagai rumput hias lainnya. Rongga-rongga dalam *Grass Block* memungkinkan air masuk kedalam tanah lebih

banyak dibandingkan dengan *Paving Block.* Pada umumnya *Grass Block* banyak digunakan oleh lahan pedestrian, taman-taman, halaman perumahan, dan tempat parkir. *Grass Block* tidak hanya berfungsi untuk mempermudah infiltrasi air ke dalam tanah namun juga memperindah estetika halaman dan jalan. Pemakaian *Grass Block* adalah cara bagus dalam perkerasan jalan, halaman, dan taman yang memiliki rongga rumput yang dapat mempermudah infiltrasi air.

Q. Kerangka Pemikiran



Gambar 8. Kerangka Pemikiran