



**PERENCANAAN BIAYA PADA PEMBANGUNAN SALURAN DRAINASE
BOX CULVERT DENGAN PENAMBAHAN KONSEP RESAPAN
BIOPORI**

(Studi Kasus Pada Perumahan Rembangan Hill Residence)

SKRIPSI

Oleh:

Teguh Bayu Wijaya

101910301095

PROGRAM STUDI STRATA I (S1)

JURUSAN TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS JEMBER

2017



**PERENCANAAN BIAYA PADA PEMBANGUNAN SALURAN DRAINASE
BOX CULVERT DENGAN PENAMBAHAN KONSEP RESAPAN
BIOPORI**

(Studi Kasus Pada Perumahan Rembangan Hill Residence)

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu
syarat untuk menyelesaikan Program Studi Teknik (S1)
dan mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh

Teguh Bayu Wijaya

101910301095

PROGRAM STUDI STRATA I (S1)

JURUSAN TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS JEMBER

2017

PERSEMBAHAN

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah yang Engkau berikan sehingga saya bisa menjalani kehidupan dengan kebahagiaan dan menyelesaikan Tugas Akhir ini., Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Ayah saya Drs. H. Mujib dan Ibu saya Drs. Setyaningsih tercinta, yang selalu mencurahkan kasih sayang-cinta kasih, doa, motivasi dan harapan serta dukungan moral maupun materi sampai sekarang ini;
2. Ibu dosen pembimbing utama saya Wiwik Yunarni Widiarti S.T., M.T. dan dosen pembimbing anggota saya Ibu Dr. RR. Dewi Junita Koesoemawati S.T., M.T. yang selalu membimbing saya dalam hal pengerjaan skripsi ini hingga selesai.
3. Kakak saya Irwan Setiyo Prayogo, Aang Dwi dan Adik saya Tulus Satrio Prasojjo yang selalu meluangkan waktu serta tiada hentinya memberi semangat untuk membantu dalam segala hal dalam kehidupan saya.
4. Teman wanita terdekat saya Laely Ifqi Amalia S.kep yang selalu memberi motivasi dalam hal pengerjaan skripsi ini dan selalu menemani saya saat suka maupun duka.
5. Dulur-dulur terdekat saya Elekto (Dani Fianto), Rofan Rahman Khadafi, Deny tri Achmadi, Eunike Eka Kristiani, Norma Aulia Narulita, Muhammad Iqbal Fathoni, Fachmi Dwiyan, Reza Admana Putra, Chaidir Iskandar, Heven Izzanatullah, Raden Denisio Edwin Rikarda, Heri Mboiz (Heriyono), dan Korep (Haris S.) yang tak pernah hentinya memberi semangat, masukan serta meluangkan waktu untuk dihabiskan bersama;
6. Teman-teman Teknik Sipil Universitas Jember angkatan 2010 yang tidak dapat disebut satu per satu . terima kasih atas kebersamaan yang tak akan pernah terlupakan;
7. Almamater Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.

MOTTO

Fear is a force that sharpens your senses.
Being afraid is a state of paralysis in which you can't do anything
(Marcus Luttrell)

Don't think there are no second chances.
Life always offers you a SECOND CHANCE...
It's called TOMORROW
(Nicholas Sparks)

There ain't nothing I can't do.
No sky too high, no sea too rough, no muff too tough.
(Shane Patton)

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Teguh Bayu Wijaya

NIM : 101910301095

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul :
”Perencanaan Biaya Pada Pembangunan Saluran Drainase Box Culvert Dengan Penambahan Konsep Resapan Biopori (Studi Kasus Pada Perumahan Rembangan Hill Residence)” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi .

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 19 Juli 2017

Yang Menyatakan,

Teguh Bayu Wijaya

NIM 101910301095

SKRIPSI

**PERENCANAAN BIAYA PADA PEMBANGUNAN SALURAN DRAINASE
BOX CULVERT DENGAN PENAMBAHAN KONSEP RESAPAN
BIOPORI**

(Studi Kasus Pada Perumahan Rembangan Hill Residence)

Oleh

Teguh Bayu Wijaya

NIM. 101910301095

Pembimbing:

Dosen Pembimbing Utama : Wiwik Yunarni W., S.T., M.T.

Dosen Pembimbing Anggota : Dr. Rr. Dewi Junita K., S.T., M.T.

PENGESAHAN

**PERENCANAAN BIAYA PADA PEMBANGUNAN SALURAN DRAINASE
BOX CULVERT DENGAN PENAMBAHAN KONSEP RESAPAN
BIOPORI**

(Studi Kasus Pada Perumahan Rembangan Hill Residence)

Oleh

Teguh Bayu Wijaya

NIM. 101910301095

Mengetahui:

Fakultas Teknik
Universitas Jember,
Dekan

Jurusan Teknik Sipil,
Ketua

Dr. Ir. Entin Hidayah, M. UM.

NIP. 196612151995032001

Ir Hernu Suyoso, M.T.

NIP. 195511121987021001

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Perencanaan Biaya Pada Pembangunan Saluran Drainase Box Culvert Dengan Penambahan Konsep Resapan Biopori (Studi Kasus Pada Perumahan Rembangan Hill Residence)” telah diuji dan disahkan pada :

Hari : Senin

Tanggal : 17 Juli 2017

Tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

Tim Penguji,

Pembimbing Utama

Pembimbing Anggota

Wiwik Yunarni W., S.T., M.T.

NIP. 197006131998022001

Dr. Rr. Dewi Junita K., S.T., M.T.

NIP. 197106101999031002

Penguji I

Penguji II

Dr. Yeny Dhokhikah, S.T., M.T.

NIP. 197301271999032002

Syamsul Arifin, S.T., M.T.

NIP. 196907091998021001

Mengesahkan,

Dekan Fakultas Teknik

Dr. Ir. Entin Hidayah, M. UM.

NIP. 196612151995032001

RINGKASAN

Perencanaan Biaya pada Pembangunan Saluran Drainase Box Culvert dengan Penambahan Konsep Resapan Biopori (Studi Kasus pada Perumahan Rembangan Hill Residence); Teguh Bayu Wijaya, 101910301095; 2017: 51 halaman; Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember

Jember adalah salah satu wilayah dengan jumlah penduduk yang cukup tinggi, khususnya pada daerah perkotaan. Menurut data dari pemerintah kabupaten, Jember mempunyai luas wilayah 3.293,34 km² dan data terakhir menunjukkan bahwa Jember mempunyai jumlah penduduk 2.407.115 jiwa dengan presentase 43,6% berada di daerah perkotaan dan sisanya di daerah pedesaan. Dengan kondisi seperti ini maka para kontraktor berinisiatif mengatasi permasalahan tempat tinggal penduduk perkotaan dengan cara membuat area perumahan. Salah satu area perumahan yang sedang dibangun adalah perumahan Rembangan Hill Residence. Namun pada umumnya perumahan mempunyai lahan hijau yg relatif kecil atau sempit sehingga membuat daya serap tanah terhadap air hujan berkurang. Salah satu penanganan masalah tersebut adalah dengan membangun sistem drainase serta pemberian resapan yang sesuai dengan kondisi lahan sekitar.

Ada berbagai jenis drainase yang dapat dipilih dan jika ditinjau dalam proses instalasinya, *box culvert* adalah yang paling tepat. Karena tidak membutuhkan banyak metode kerja dibanding dengan jenis drainase lainnya. Resapan yang paling tepat untuk diterapkan di area perumahan ialah resapan biopori, karena biopori dapat membantu memperbaiki ekosistem tanah serta menyerap air hujan saat hujan turun. Bagaimanapun juga kontraktor mempunyai keterbatasan biaya maupun sumber daya untuk membangun drainase *box culvert* dengan penambahan konsep resapan biopori. Oleh karena itu diperlukan perencanaan biaya yang tepat agar biaya yang digunakan menjadi efektif dan efisien.

Pada penelitian ini dilakukan penghitungan biaya yang diperlukan untuk membangun drainase *box culvert* di perumahan Rembangan Hill Residence dengan panjang total saluran 536 meter dan diharapkan bisa menjadi referensi bagi para pembaca untuk menghitung biaya yang diperlukan untuk membangun drainase *box culvert* dengan penambahan konsep resapan biopori pada suatu area perumahan tertentu. Sesuai pengolahan data primer dan data sekunder yang diperoleh tentang kondisi perumahan Rembangan Hill Residence dapat disimpulkan bahwa biaya yang diperlukan untuk membangun drainase *box culvert* dengan penambahan konsep resapan biopori pada Rembangan Hill Residence sebesar Rp. 812.832.200,00 dengan panjang saluran 536 meter. Sedangkan biaya yang diperlukan untuk membuat lubang resapan biopori sebanyak 848 lubang dengan tiap lubang berdiameter (D) 10 cm dan kedalaman lubang 100 cm adalah sebesar Rp. 18.910.400,00. Untuk penelitian selanjutnya direkomendasikan melakukan perhitungan pembangunan drainase *box culvert* dengan penambahan konsep resapan biopori seluruh perumahan dengan tambahan biaya perawatan berkala, baik pada drainase maupun pada resapan bioporinya.

SUMMARY

Jember is one of the regency with high population, especially in urban areas. According to data from the Jember government, Jember has an area about 3,293.34 km² and the latest data showing that Jember has a populations about 2,407,115 peoples with percentage of 43.6% in urban areas and the rest life in rural areas. Under this conditions, contractors make initiative to overcome the problems of urban residents by creating the residential area. One of the residence areas being built is Rembangan Hill Residence. Howefer the residence usually has small green land, or narrow so as to make the absorpion from soil against rain water for reduced. One of the handling of the problems are establishing a drainage system as well as providing the recharge in accordance with the condition of the surrounding land.

There are different types drainages, if reviewed from the process of the installations culvert box is the most appropriate. Because culverd box does not require a lot of work methods as like as others. Addition, appropriate to be applied in residential areas is biopore infiltration, because biopore can help the soil ecosystems to absorb rainwater. Therefore, contractors have limited costs and resources for building culvert box drainage with the addition biopore absorption concept. Therefore, appropriate cost planning is required to make effectively and efficiently.

According to the primary data proces and secondary data obtained about the conditions of Rembangan Hill Residence, it can be concluded that the cost required to build a drainage culvert box with the addition of the concept of biopore recharge on Rembangan Hill Residence are about Rp. 812.832.200,00 with the total length of drainage is 536 meters. While the cost required to make the biopore holes infiltration as much as 848 holes, and the each of holes has diameter about (D) 10 cm and hole the depth of holes about 100 cm is Rp. 18.910.400,00. For further research is recommended to calculate the development of culvert drainage box with the addition of biopore absorption concept through

out the residence with additional periodic maintenance costs, both on drainage and in biopore absorption.



PRAKATA

Puji syukur kehadirat Allah Swt. atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Perencanaan Biaya Pada Pembangunan Saluran Drainase Box Culvert Dengan Penambahan Konsep Resapan Biopori (Studi Kasus Pada Perumahan Rembangan Hill Residence)”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr. Ir. Entin Hidayah, M.U.M. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember;
2. Ir. Hernu Suyoso, M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember;
3. Wiwik Yunarni W., S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Utama, Dr. Rr. Dewi Junita K., S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Anggota, Dr. Yeni Dhokikah, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji I, Syamsul Arifin S.T., M.T., selaku Dosen Penguji II;
4. Januar Fery Irawan, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing selama penulis menjadi mahasiswa;
5. Rekan-rekanku semua yang selalu membantu dalam memecahkan setiap masalah.
6. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

Jember, 19 Juli 2017

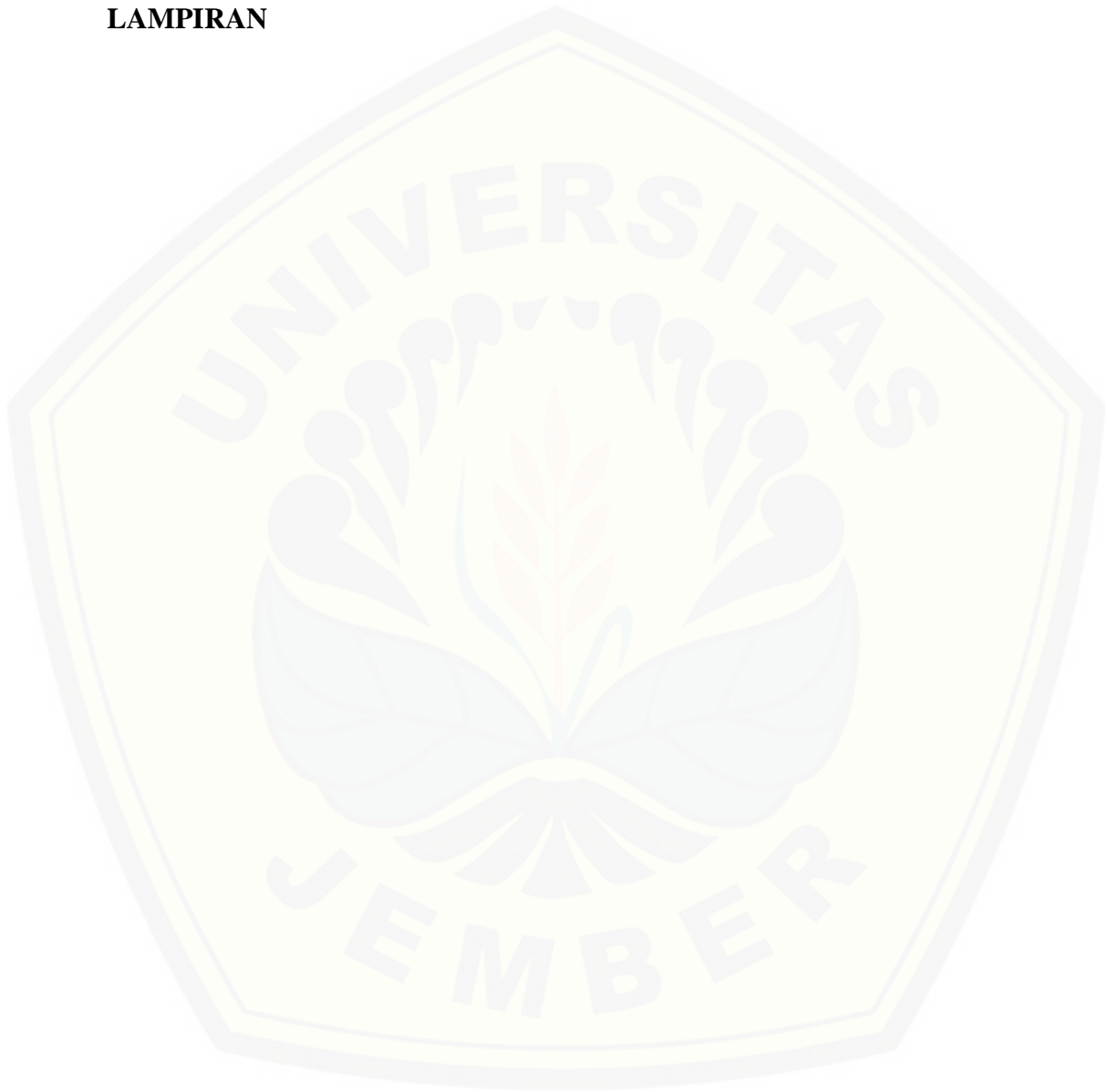
Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
PERSEMBAHAN	iii
MOTTO	iv
PERNYATAAN	v
PEMBIMBINGAN	vi
HALAMAN PENGESAHAN	vii
RINGKASAN	ix
SUMMARY	ix
PRAKATA	xiii
DAFTAR ISI	xiv
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR GAMBAR	xviii
DAFTAR LAMPIRAN	xix
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	2
1.5 Batasan Masalah	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Pengertian Perencanaan	4
2.1.1 Perencanaan	4
2.2 Pengertian Biaya	4
2.3 Komposisi Biaya Proyek	5
2.3.1 Rencana Anggaran Biaya	6
2.4 Analisa Harga Satuan Metode SNI	7
2.5 Pengertian dan Fungsi Drainase	7

2.5.1 Saluran Drainase Box Culvert	9
2.6 Debit Hujan	9
2.7 Analisis Hidrologi	10
2.7.1. Analisis Hidrolika.....	17
2.7.2. Analisis Topografi	21
2.7.3. Analisis Data Penunjang.....	21
2.8 Pengertian Biopori.....	21
2.8.1. Lubang Resapan Biopori	22
2.8.2. Langkah-langkah dan Tata Cara Pembuatan Biopori.....	22
2.8.3. Perhitungan Jumlah Lubang Biopori Dalam Suatu Kawasan	23
2.8.4. Manfaat Biopori.....	23
BAB 3. METODE PENELITIAN.....	25
3.1 Pengertian Metode Penelitian.....	25
3.2 Waktu Dan Tempat Pelaksanaan.....	25
3.3 Sistematika Penelitian	25
3.4 Jenis-Jenis Data	27
3.5 Diagram Alur Penelitian	28
BAB 4. PENGOLAHAN DATA DAN PEMBAHASAN.....	29
4.1 Pengumpulan Data	29
4.1.1. Pengumpulan Data Cross Section	30
4.1.2. Pengumpulan Data Curah Hujan	30
4.2 Pengolahan Data.....	30
4.2.1. Pengolahan Data Cross Section.....	31
4.2.2. Pengolahan Data Curah Hujan	31
4.3 Pembahasan	43
4.4 Perhitungan Jumlah Lubang Biopori.....	46
4.5 Perhitungan Rencana Anggaran Biaya Pembangunan Drainase Box Culvert Dengan Penambahan Resapan Biopori	49

BAB 5. PENUTUP	50
5.1 Kesimpulan	50
5.2 Saran.....	50
DAFTAR PUSTAKA	51
LAMPIRAN	

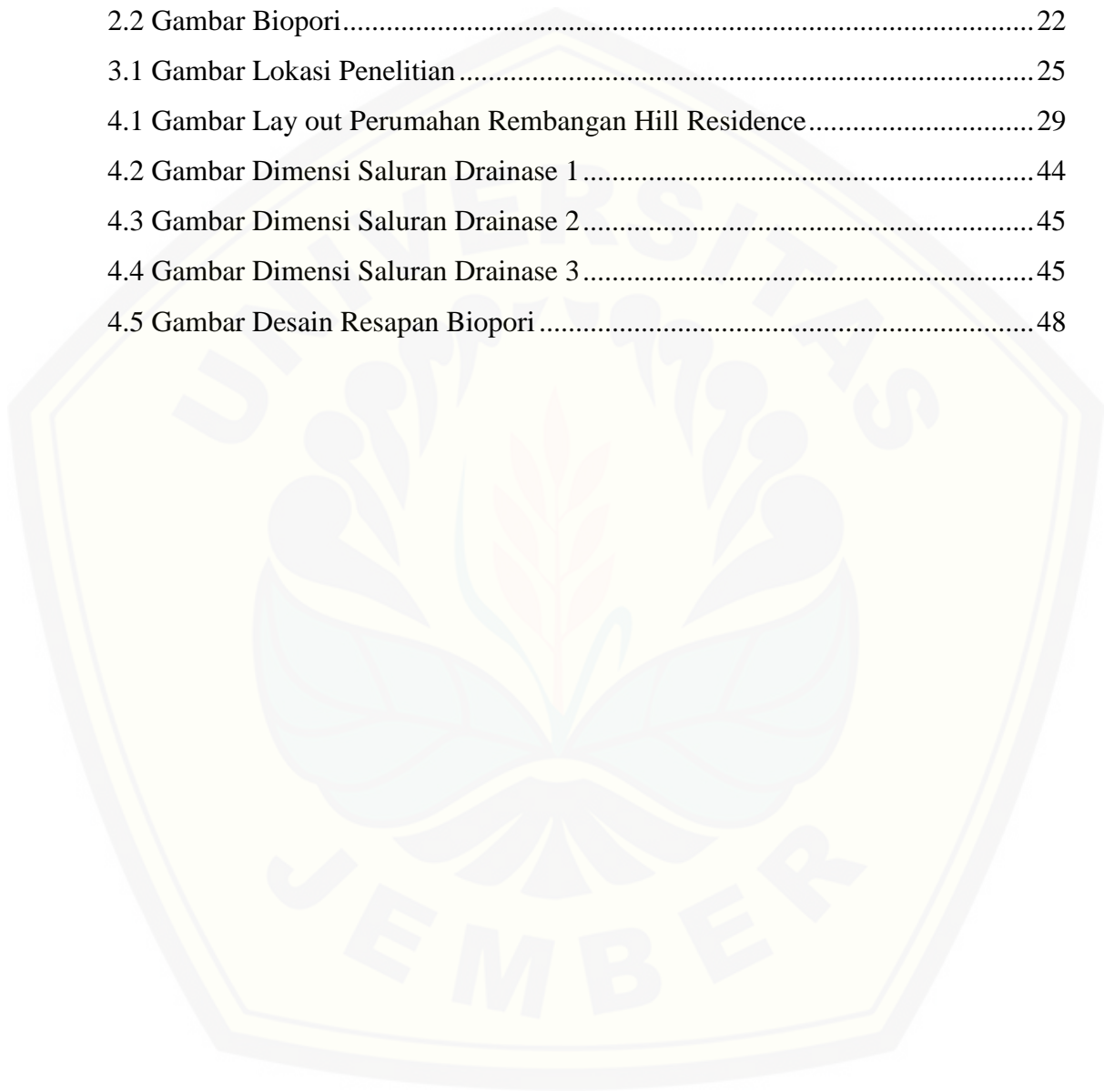


DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1	Tabel Kriteria Desain Hidrologi Sistem Drainase Perkotaan..... 10
2.2	Tabel Karakteristik Distribusi Frekuensi 10
2.3	Tabel Nilai Kritis Do Uji Smirnov Kolmogorov 11
2.4	Tabel Nilai Variabel Reduksi Gauss 12
2.5	Tabel Kt Distribusi Log Person III..... 13
2.6	Tabel Koefisien Aliran Untuk Metode Rasional..... 17
2.7	Tabel Koefisien Maning..... 19
4.1	Tabel Data Curah Hujan Stasiun Pencatat Kasmaran dan Sembah..... 30
4.2	Tabel Rekapitulasi Hujan Maksimum..... 31
4.3	Tabel Perhitungan Parameter Statistik 32
4.4	Tabel Nilai-nilai Pada Persamaan Distribusi Log Normal 33
4.5	Tabel Hasil Perhitungan Data Curah Hujan Dengan Distribusi Log Normal 34
4.6	Tabel Perhitungan Uji Smirnov Kolmogorov 35
4.7	Tabel Hasil Perhitungan Intensitas Curah Hujan Pada Kawasan Drainase 1..... 36
4.8	Tabel Nilai Koefisien Aliran Seluruh Kawasan Perumahan 36
4.9	Tabel Perhitungan Debit Hujan Pada Kawasan Drainase 1 37
4.10	Tabel Koefisien Manning Pada Drainase 1..... 37
4.11	Tabel Hasil Perhitungan Intensitas Curah Hujan Pada Kawasan Drainase 2..... 38
4.12	Tabel Nilai Koefisien Aliran Seluruh Kawasan Perumahan 39
4.13	Tabel Perhitungan Debit Hujan Pada Kawasan Drainase 2 39
4.14	Tabel Koefisien Manning Pada Drainase 2..... 40
4.15	Tabel Hasil Perhitungan Intensitas Curah Hujan Pada Kawasan Drainase 3..... 41
4.16	Tabel Nilai Koefisien Aliran Seluruh Kawasan Perumahan 41
4.17	Tabel Perhitungan Debit Hujan Pada Kawasan Drainase 3 42
4.18	Tabel Koefisien Manning Pada Drainase 3..... 42
4.19	Tabel Laju Resapan Tanah..... 46
4.20	Tabel Rencana Anggaran Biaya..... 49

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Gambar Box Culvert	9
2.2 Gambar Biopori.....	22
3.1 Gambar Lokasi Penelitian.....	25
4.1 Gambar Lay out Perumahan Rembangan Hill Residence.....	29
4.2 Gambar Dimensi Saluran Drainase 1	44
4.3 Gambar Dimensi Saluran Drainase 2.....	45
4.4 Gambar Dimensi Saluran Drainase 3	45
4.5 Gambar Desain Resapan Biopori	48



DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Analisa Harga Satuan Pekerjaan Pemasangan Drainase Box Culvert Dengan Penambahan Konsep Resapan Biopori
- Lampiran 2 Dokumen Lelang Paket Pekerjaan Penyediaan Sarana dan Prasarana Air Bersih Desa Mulyorejo Cv. Catur Megatama
- Lampiran 3 Daftar Harga Satuan Upah dan Bahan Tahun 2016 Cv. Catur Megatama
- Lampiran 4 Daftar Harga Box Culvert Yang disediakan Oleh Indonusa Precast
- Lampiran 5 Data Curah Hujan
- Lampiran 6 Gambar Potongan Melintang Tiap Saluran Drainase 1,2, dan 3
- Lampiran 7 Gambar Potongan Memanjang Saluran 1, 2, dan 3 Ditambah Resapan Biopori.
- Lampiran 8 Gambar Lay Out Perumahan Rembangan Hill Residence
- Lampiran 9 Gambar Detail Biopori
- Lampiran 10 Foto Pengukuran Daya Resap Tanah di Area Perumahan Rembangan Hill Residence, Foto Drainase, dan Foto Lokasi Penelitian
- Lampiran 11 Surat Pernyataan Dari PT. Sembilan Bintang Lestari Tentang Kesanggupan Pemberian Data dan Pemberian Ijin Penelitian
- Lampiran 12 SNI 03-3424-1994 Mengenai Perencanaan Saluran Drainase Jalan Perkotaan.

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jember adalah salah satu wilayah dengan jumlah penduduk yang cukup tinggi, khususnya pada daerah perkotaan. Menurut data dari pemerintah kabupaten setempat, Jember mempunyai luas wilayah 3.293,34 km² dan data terakhir menunjukkan bahwa Jember mempunyai jumlah penduduk 2.407.115 jiwa dengan presentase 43,6% berada di daerah perkotaan dan sisanya di daerah pedesaan.

Seperti pada umumnya kondisi area perkotaan yang relatif lebih sempit dibanding area pedesaan, membuat para kontraktor berinisiatif mengatasi masalah tentang keterbatasan tempat tinggal penduduk Jember area perkotaan dengan cara membangun perumahan. Hal ini dinilai lebih efisien untuk menghemat jumlah lahan untuk kebutuhan tempat tinggal para penduduk perkotaan. Sesuai dengan jumlah penduduk yang tinggi maka kebutuhan air pun akan semakin tinggi pula. Kondisi ini perlu ditanggulangi dengan pembuatan system pemanfaatan air yang tepat, yaitu dengan membuat saluran drainase yang sesuai dengan kondisi area perumahan dan resapan air yang sesuai agar pemanfaatan air lebih maksimal.

Sejauh ini sudah banyak berbagai jenis drainase dan resapan yang di buat sesuai kebutuhan. Jika di tinjau dari bahan pembuatan, salah satunya adalah drainase beton *box culvert* atau lebih dikenal dengan sebutan gorong-gorong dan resapan sendiri yang dapat dipilih jika ditinjau dari keadaan luas lahan sekitar adalah resapan biopori. Biopori dinilai lebih cocok diterapkan dalam perumahan yang mempunyai lahan hijau sempit dan biaya pembuatannya pun dinilai lebih ekonomis dibanding resapan-resapan lain.

Salah satu perumahan yang dirasa perlu menggunakan drainase beton *box culvert* dan perlu diberi resapan biopori adalah perumahan *Rembangan Hill Residence*. Hal ini dikarenakan perumahan *Rembangan Hill Residence* tidak mempunyai system pengolahan air dengan konsep resapan sebelumnya, selain itu minimnya lahan kosong dan adanya beberapa titik genangan pada area perumahan saat hujan lebat turun membuat resapan biopori menjadi pilihan tepat sebagai alternatif pemanfaatan air.

Namun kita menyadari bahwa sumber daya yang dimiliki suatu perusahaan atau kontraktor untuk melaksanakan proses pembuatan drainase *box culvert* dengan konsep penambahan resapan biopori pada perumahan *Rembangan Hill Residence* adalah terbatas. Adanya keterbatasan sumber daya membuat perusahaan atau kontraktor menggunakan sumber daya yang terbatas tersebut dengan lebih efektif dan efisien. Dengan dasar di atas, penulis tertarik untuk menganalisis lebih lanjut mengenai studi tentang “Perencanaan Biaya Pada Pembangunan Saluran Drainase *Box Culvert* Dengan Penambahan Konsep Resapan Biopori Studi Kasus Pada Perumahan *Rembangan Hill Residence*”.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah penelitian ini adalah bagaimana merencanakan biaya pembuatan saluran drainase *box culvert* pada daerah perumahan *Rembangan Hill Residence* dengan penambahan konsep resapan biopori.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini sebagai berikut.

1. Merencanakan biaya pembuatan saluran drainase beton *box culvert* pada perumahan *Rembangan Hill Residence*.
2. Menghitung jumlah lubang resapan biopori yang akan di buat pada perumahan *Rembangan Hill Residence*.
3. Menghitung biaya yang diperlukan untuk membuat lubang resapan biopori.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini mempunyai manfaat sebagai berikut.

1. Mengetahui dimensi saluran drainase beton *box culvert* yang diperlukan di area *Rembangan Hill Residence*.
2. Mengetahui jumlah lubang resapan yang diteliti sesuai dengan data luas wilayah dan intensitas hujan daerah tertentu.
3. Mengetahui jumlah biaya yang diperlukan untuk membangun saluran drainase *box culvert* ditambah dengan konsep resapan biopori.

4. Sebagai referensi untuk mengatasi kesulitan air bersih dan masalah kesuburan tanah.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Penelitian ini hanya merencanakan drainase dua saluran utama pada jalan masuk ke area perumahan hingga saluran pembuangan.
2. Tidak menghitung jumlah lubang resapan biopori untuk seluruh area perumahan, hanya pada area yang sudah terbangun drainasenya saja.
3. Tidak menghitung biaya pembangunan drainase *box culvert* dengan penambahan konsep resapan biopori untuk seluruh area perumahan.
4. Hanya menghitung biaya pembangunan drainase *box culvert* tidak dengan biaya pembuatan strukturalnya.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Perencanaan

2.1.1 Perencanaan

Perencanaan adalah proses pemilihan dan penutupan tujuan, strategi, metode, anggaran dan standart (tolak ukur) keberhasilan suatu kegiatan. Pengertian ini menunjukkan bahwa perencanaan merupakan proses atau rangkaian beberapa kegiatan yang saling berhubungan dalam memilih salah satu di antara beberapa alternative tentang tujuan yang ingin dicapai oleh sebuah organisasi/perusahaan. Kemudian memilih strategi dan metode tersebut, diiringi dengan memilih dan menetapkan kriteria tolak ukur untuk menilai tingkat keberhasilan organisasi/perusahaan dalam pencapaian tujuannya dengan mengimplementasikan strategi dan metode yang telah dipilih sebelumnya (Nawawi, 2003). Berdasarkan pengertian tersebut dapat ditarik kesimpulan bahwa perencanaan adalah :

1. Kegiatan yang harus didasarkan pada fakta, data dan keterangan kongkrit.
2. Perencanaan adalah suatu pekerjaan mental yang memerlukan pemikiran, imajinasi dan kesanggupan melihat ke masa yang akan datang.
3. Perencanaan mengenai masa yang akan datang dan menyangkut tindakan-tindakan apa yang dapat dilakukan terhadap hambatan yang mengganggu kelancaran usaha.

2.2. Pengertian Biaya

Perencanaan biaya untuk suatu proyek adalah prakiraan keuangan yang merupakan dasar pengendalian biaya proyek serta aliran kas proyek drainase beton *box culvert* pada perumahan *Rembangan Hill Residence* dengan penambahan konsep resapan biopori. Pengembangan dari hal ini adalah fungsi dan estimasi biaya, anggaran, aliran kas, pengendalian biaya, dan profil proyek (Chandra, et al., 2003).

Estimasi biaya konstruksi memberikan indikasi utama yang spesifik dari total biaya proyek konstruksi. Estimasi biaya difunakan untuk mencapai untuk

mencapai suatu harga kontrak sesuai persetujuan antara pemilik proyek dengan kontraktor, menentukan anggaran, dan sekaligus mengendalikan biaya proyek.

Anggaran merupakan perencanaan finansial dari suatu kontrak secara keseluruhan dan digunakan untuk menghitung aliran kas yang cair dalam setiap periode kontrak. Gagasan dari pengendalian biaya dan waktu berdasarkan pada perbandingan antara kinerja yang direncanakan dengan kinerja yang actual. Informasi biaya aktual dari suatu proyek harus layak, pembengkakan biaya harus dideteksi, kecenderungan dapat dianalisa dan manajemen dapat mempertanyakan apabila ada biaya saat ini atau biaya penyelesaian keluar kontrol.

2.3. Komposisi Biaya Proyek

Dikenal beberapa komponen biaya bagi kegiatan proyek (Soeharto, 1990), yang terdiri atas :

1. Biaya pembelian material dan peralatan.

Material dan peralatan ini dapat terdiri dari peralatan utama, peralatan konstruksi, material curah dan lain-lain yang perlu dibeli untuk mendirikan proyek. Tersedia berbagai cara untuk mendapat angka perkiraan biaya pembelian material dan peralatan, yang terpenting diantaranya adalah :

- a. Perkiraan jumlah material yang diperlukan dikalikan dengan harga satuan per unitnya. Hal ini dikerjakan untuk pembelian material curah seperti pipa, semen, kabel, dan lain-lain.
- b. Kombinasi dari buku petunjuk, katalog, gambar engineering / engineering drawing dan catatan pembelian pada waktu lalu. Misalnya untuk pembelian peralatan proyek.
- c. Berdasarkan atas harga penawaran pabrik / bengkel pembuatan peralatan / barang.

Cara pada item “c” memberikan angka paling akurat. Untuk ini diperlukan adanya spesifikasi, kriteria dan gambar-gambar engineering yang cukup lengkap. Harga material dan peralatan sangat bergantung dari mutu

atau spesifikasi yang dikehendaki. Oleh karena itu perlu dikaji secara seksama sebelum memutuskan untuk membeli.

2. Biaya Upah Tenaga Kerja

Satuan upah tenaga kerja dinyatakan dalam rupiah per jam-orang, rupiah per hari-orang, rupiah per minggu-orang, dan lain-lain. Biaya upah tenaga kerja dikelompokkan menjadi bermacam-macam golongan seperti pengalaman, ketrampilan, latihan, pendidikan, tingkat kesulitan kerja, dan lain-lain. Dikenal berbagai cara untuk memperkirakan besar biaya upah buruh, diantaranya:

- a) Memakai petunjuk dan data-data dari buku (*teks*). Untuk ini diperlukan perincian macam-macam pekerjaan spesifik yang akan dilakukan.
- b) Metode *man-loading*, yaitu suatu cara memperkirakan besar biaya tenaga kerja untuk merampungkan suatu kegiatan tertentu yang didasarkan atas pengkajian yang sistematis dari lingkup kegiatan, peralatan yang akan dipakai dan lokasi kegiatan yang akan dikerjakan. Kemudian diperkirakan jumlah dan susunan / campuran (*man power mix*) yang diperlukan dan dikalikan dengan satuan biaya yang bersangkutan.

Metode pada poin (b) memberikan hasil yang lebih akurat dibandingkan dengan metode poin (a), tetapi diperlukan juga usaha yang lebih besar.

3. Biaya transport tenaga kerja, material, dan peralatan, biaya latihan (*training*), biaya penggandaan.
4. Biaya Administrasi dan Overhead
Biaya ini meliputi pengeluaran untuk administrasi, pajak perusahaan, uang jaminan (*warranty*), membayar lisensi, membayar asuransi, menyewa kantor dan biaya penggunaan tenaga listrik dan air.

2.3.1. Rencana Anggaran Biaya

Adapun rencana anggaran biaya mempunyai pengertian sebagai berikut :

Rencana : Himpunan planning termasuk detail dan tata cara pelaksanaan

pembuatan sebuah bangunan.

Anggaran : Perhitungan biaya berdasarkan gambar bestek (gambar rencana) pada suatu bangunan.

Biaya : Besarnya pengeluaran yang ada hubungannya dengan borongan yang tercantum dalam persyaratan yang ada.

Anggaran biaya merupakan harga bangunan yang dihitung dengan teliti, cermat dan memenuhi syarat. Anggaran biaya pada bangunan yang sama akan berbeda-beda di masing-masing daerah, disebabkan karena perbedaan harga bahan dan upah tenaga kerja (Niron, 1992). Biaya atau anggaran adalah jumlah dari masing-masing hal perkiraan volume dengan harga satuan pekerjaan yang bersangkutan. Secara umum dapat disimpulkan sebagai berikut :

$$RAB = \sum Volume \times Harga \text{ Satuan Pekerjaan} \dots\dots\dots(2.1)$$

2.4. Analisis Harga Satuan Metode SNI

Prinsip pada metode SNI yaitu perhitungan suatu pekerjaan berlaku untuk seluruh Indonesia, berdasarkan harga satuan bahan, harga satuan kerja dan harga satuan alat sesuai dengan kondisi setempat. Spesifikasi dan cara pengerjaan setiap jenis pekerjaan disesuaikan dengan standar spesifikasi teknis pekerjaan yang telah dibakukan. Kemudian dalam pelaksanaan perhitungan satuan pekerjaan harus didasarkan pada gambar teknis dan rencana kerja serta syarat-syarat yang berlaku (RKS). Perhitungan indeks bahan telah ditambahkan toleransi sebesar 15% - 20%, dimana didalamnya termasuk angka susut yang besarnya tergantung pada jenis bahan dan komposisi. Jam kerja efektif untuk para pekerja diperhitungkan 5 jam per hari.

2.5. Pengertian dan Fungsi Drainase

Drainase adalah ilmu yang mempelajari tentang sebuah sistem yang dibuat untuk menanggulangi persoalan kelebihan air yang berada di atas permukaan tanah. Kelebihan air dapat disebabkan intensitas hujan yang tinggi atau akibat durasi hujan yang tinggi (SNI 03-3424. 1994).

Drainase perkotaan adalah ilmu yang diterapkan mengkhususkan pengkajian pada kawasan perkotaan yang erat kaitannya dengan kondisi lingkungan sosial di kawasan kota. Drainase kota / terapan merupakan sitem pengirangan dan pengaliran air dari wilayah perkotaan yang meliputi:

1. Pemukiman
2. Kawasan Industri
3. Kampus dan Sekolah
4. Rumah Sakit & Fasilitas Umum
5. Lapangan Olah Raga
6. Lapangan Parkir
7. Pelabuhan Udara, dll.

Dalam merencanakan drainase permukaan jalan dilakukan perhitungan debit aliran (Q) perhitungan dimensi serta kemiringan selokan dan gorong-gorong, rumus-rumus, tabel, grafik serta contoh perhitungannya (SNI 03-3424,1994). Adapun tujuan dan fungsi drainase adalah sebagai berikut;

1. Meningkatkan kesehatan lingkungan pemukiman
2. Pengendalian kelebihan air pemukiman dapat dilakukan secara aman, lancar dan efisien serta sejauh mungkin dapat mendukung kelestarian lingkungan.
3. Mengurangi atau menghilangkan genangan-genangan air yang menyebabkan bersarangnya nyamuk malaria dan penyakit-penyakit lain.
4. Memperpanjang umur ekonomis sarana-sarana fisik, antara lain : jalan, kawasan pemukiman, dan kawasan perdagangan dari kerusakan serta gangguan kegiatan akibat tidak berfungsinya sarana drainase.
5. Mengeringkan bagian wilayah kota yang permukaan lahannya rendah dari genangan sehingga tidak menimbulkan dampak negative berupa kerusakan infrastruktur kota dan harta benda milik masyarakat.
6. Mengalirkan kelebihan air permukaan ke badan air permukaan ke badan air terdekat secepatnya agar tidak membanjiri/menggenangi kota yang dapat merusak selain harta benda masyarakat juga infrastruktur perkotaan.
7. Mengendalikan sebagian air permukaan akibat hujan yang dapat dimanfaatkan untuk persediaan air dan kehidupan akuatik.

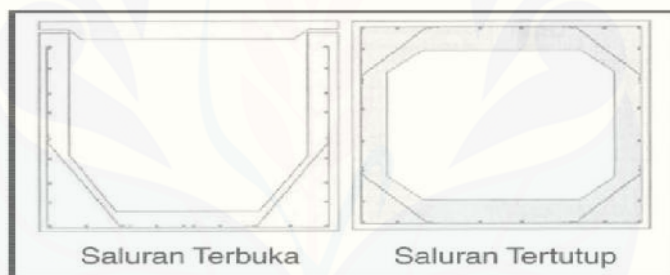
8. Meresapkan air permukaan untuk menjaga kelestarian air tanah.

2.5.1. Saluran Drainase *Box Culvert*

Saluran *box culvert* adalah saluran drainase dari beton bertulang yang berbentuk kotak, memiliki sambungan pada setiap segmennya sehingga bersifat kedap air. Ukuran yang besar bisa digunakan sebagai jembatan.

Box Culvert sudah menjadi tren dalam berbagai pembangunan drainase di perkotaan karena mempunyai banyak keunggulan, diantaranya:

1. Lebih ringan dalam pemasangan (instal), karena ada 2 komponen yang terpisah, sehingga biaya alat instal dapat ditekan.
2. Pemasangan lebih mudah dan lebih cepat.
3. Terdapat *Quick Lay Joint System* (plat besi join) yang membuat struktur akan lebih kokoh dan kuat terhadap kemungkinan adanya penurunan setempat dari pondasi.
4. Mudah dipindahkan dari satu titik ke titik lain.



Gambar 2.1 Saluran *Box Culvert*

Sumber: [google/saluran drainase box culvert/gambar.com](https://www.google.com/search?q=saluran+drainase+box+culvert/gambar.com)

2.6. Debit Hujan

Perhitungan debit hujan untuk saluran drainase di daerah perkotaan dapat dilakukan dengan menggunakan rumus rasional atau hidrograf satuan. Dalam perencanaan saluran drainase dapat dipakai standar yang telah ditetapkan, baik periode ulang dan cara analisis yang dipakai, tinggi jagaan, struktur saluran, dan lain-lain.

Tabel 2.1 Kriteria Desain Hidrologi Sistem Drainase Perkotaan

Luas DAS (ha)	Periode ulang (tahun)	Metode perhitungan debit hujan
< 10	2	Rasional
10 – 100	2– 5	Rasional
101 – 500	5 – 20	Rasional
> 500	10– 25	Hidrograf satuan

(Sumber: Suripin, 2004)

2.7. Analisis Hidrologi

Adalah analisis data-data hidrologi tentang curah hujan dari tahun ke tahun yang digunakan untuk mengetahui beberapa hal, antara lain :

1. Analisis frekuensi curah hujan

Analisis frekuensi adalah suatu analisa data hidrologi dengan menggunakan statistika yang bertujuan untuk memprediksi suatu besaran hujan atau debit dengan masa ulang tertentu. Dalam statistik dikenal beberapa parameter yang berkaitan dengan analisis data (Triadmojo, 2008), yang meliputi :

a) Rata-rata

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum x_i \quad \dots\dots\dots (2.2)$$

b) Simpangan Baku

$$s = \sqrt{\left[\frac{1}{n-1} \sum (x_i - \bar{x})^2 \right]} \quad \dots\dots\dots (2.3)$$

c) Koefisien skewnes

$$C_s = \frac{n \sum (x_i - \bar{x})^3}{(n-1)(n-2)s^3} \quad \dots\dots\dots (2.4)$$

d) Koefisien kurtosis

$$C_k = \frac{n^2 \sum (x_i - \bar{x})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)s^4} \quad \dots\dots\dots (2.5)$$

e) Koefisien variasi

$$C_v = \frac{s}{\bar{x}} \quad \dots\dots\dots (2.6)$$

Tabel 2.2 Karakteristik Distribusi Frekuensi

Jenis distribusi frekuensi	Syarat distribusi
Distribusi Normal	Cs = 0 dan Ck = 3
Distribusi Log Normal	Cs >0 dan Ck >3
Distribusi Gumbel	Cs = 1,139 dan Ck =5,402
Distribusi Log-Person III	Cs antara 0 – 0,9

(Sumber: Soewarno, 1995)

Untuk menilai besarnya penyimpangan maka dibuat batas kepercayaan dari hasil perhitungan X_T dengan uji Smirnov-Kolmogorov. Uji Smirnov-Kolmogorov

sering juga disebut juga uji kecocokan non parametik, karena pengujiannya tidak menggunakan fungsi distribusi tertentu. Prosedur pelaksanaannya adalah sebagai berikut:

- Urutkan data (dari besar ke kecil atau sebaliknya) dan tentukan besarnya peluang dari masing-masing data tersebut.

$$\begin{aligned} X_1 &= P(X_1) \\ X_2 &= P(X_2) \\ X_3 &= P(X_3) \text{ dan seterusnya} \end{aligned}$$

- Urutkan nilai masing-masing peluang teoritis dari hasil penggambaran data (persamaan distribusinya).

$$\begin{aligned} X_1 &= P'(X_1) \\ X_2 &= P'(X_2) \\ X_3 &= P'(X_3) \text{ dan seterusnya} \end{aligned}$$

- Dari kedua nilai peluang tersebut, tentukan selisih terbesarnya antar peluang pengamatan dengan peluang teoritis.

$$D \text{ maksimum} = P(X_n) - P'(X_n) \dots\dots\dots (2.7)$$

- Berdasarkan Tabel 2.3 nilai kritis (*Smirnov-Kolmogorov test*) tentukan harga D_0 .

Tabel 2.3 Nilai kritis D_0 untuk uji Smirnov-Kolmogorov

N	Derajat kepercayaan (α)			
	0,20	0,10	0,05	0,01
5	0,45	0,51	0,56	0,67
10	0,32	0,37	0,41	0,49
15	0,27	0,30	0,34	0,40
20	0,23	0,26	0,29	0,36
25	0,21	0,24	0,27	0,32
30	0,19	0,22	0,24	0,29
35	0,18	0,20	0,23	0,27
40	0,17	0,19	0,21	0,25
45	0,16	0,18	0,20	0,24
50	0,15	0,17	0,19	0,23
N>50	$\frac{1,07}{N^{0,5}}$	$\frac{1,22}{N^{0,5}}$	$\frac{1,36}{N^{0,5}}$	$\frac{1,63}{N^{0,5}}$

(Sumber: Bonnier, (1980) dalam Suripin, (2004))

Apabila nilai $D_{maksimum}$ lebih kecil dari D_o , maka distribusi teoritis yang digunakan untuk menentukan persamaan distribusi dapat diterima. Apabila $D_{maksimum}$ lebih besar dari D_o , maka secara teoritis pula distribusi yang digunakan tidak dapat diterima. Adapun distribusi yang umum digunakan dalam bidang hidrologi, antara lain:

I. Distribusi Normal

Distribusi Normal adalah simetris terhadap sumbu vertikal dan berbentuk lonceng yang disebut juga distribusi *gauss*. Sri Harto (1993), memberikan sifat-sifat distribusi normal, yaitu nilai koefisien kemencengan (*skewness*) $C_s = 0$ dan nilai koefisien kurtosis $C_k = 3$ (Sri Harto, 1993). Rumus yang umum digunakan adalah sebagai berikut :

$$X_T = X + K_T \cdot s \dots\dots\dots (2.8)$$

Dimana :

X_T = perkiraan nilai yang diharapkan periode T-tahun

X = nilai rata-rata sampel

s = deviasi standar

K_T = Faktor frekuensi

Tabel 2.4 Nilai Variabel Reduksi Gauss

No	Periode Ulang	Peluang	KT
1	1,001	0,999	-3,05
2	1,005	0,995	-2,58
3	1,010	0,990	-2,33
4	1,050	0,950	-1,64
5	1,110	0,900	-1,28
6	1,250	0,800	-0,84
7	1,330	0,750	-0,67
8	1,430	0,700	-0,52
9	1,670	0,600	-0,25
10	2,000	0,500	0
11	2,500	0,400	0,25
12	3,330	0,300	0,52
13	4,000	0,250	0,67
14	5,000	2,00	0,84
15	10,000	0,100	1,28
16	20,000	0,050	1,64
17	50,000	0,020	2,05

No	Periode Ulang	Peluang	KT
18	100,000	0,010	2,33
18	200,000	0,005	2,58
20	500,000	0,002	2,88
21	1000,000	0,001	3,09

(Sumber: Bonnier, (1980) dalam Suripin,(2004))

II. Distribusi Log Normal

Jika variabel acak $y = \log x$ terdistribusi secara normal, maka x dikatakan mengikuti distribusi Log Normal, dalam model matematik dapat dinyatakan dengan persamaan (Singh, 1992).

$$Y_T = Y + K_T S \dots\dots\dots (2.9)$$

Dimana :

Y_T = perkiraan nilai yang terjadi pada T-tahunan

Y = nilai rata-rata sampel

K_T = standart deviasi

Tabel 2.5 Nilai K_T untuk Distribusi Log-Person III

Koef.	1,0101	1,2500	2	5	10	25	50	100
G	Persentase peluang terlampaui							
	99	80	50	20	10	4	2	1
3,0	-0,667	-0,636	-0,396	0,420	1,180	2,278	3,152	4,051
2,8	-0,714	-0,666	-0,384	0,460	1,210	2,275	3,114	3,973
2,6	-0,769	-0,696	-0,368	0,499	1,238	2,267	3,071	2,889
2,4	-0,832	-0,725	-0,351	0,537	1,262	2,256	3,023	3,800
2,2	-0,905	-0,752	-0,330	0,574	1,284	2,240	2,970	3,705
2,0	-0,990	-0,777	-0,307	0,609	1,302	2,219	2,892	3,605
1,8	-1,087	-0,799	-0,282	0,643	1,318	2,193	2,848	3,499
1,6	-1,197	-0,817	-0,254	0,675	1,329	2,163	2,780	3,388
1,4	-1,318	-0,832	-0,225	0,705	1,337	2,128	2,706	3,271
1,2	-1,449	-0,844	-0,195	0,732	1,340	2,087	2,626	3,149
1,0	-1,588	-0,852	-0,164	0,758	1,340	2,043	2,542	3,022
0,8	-1,733	-0,856	-0,132	0,780	1,336	1,993	2,453	2,891
0,6	-1,880	-0,857	-0,099	0,800	1,328	1,939	2,359	2,755
0,4	-2,029	-0,855	-0,066	0,816	1,317	1,880	2,261	2,615
0,2	-2,178	-0,850	-0,033	0,830	1,301	1,818	2,159	2,472
0,0	-2,326	-0,842	0,000	0,842	1,282	1,751	2,051	2,326
-0,2	-2,472	-0,830	0,033	0,850	1,258	1,680	1,945	2,178
-0,4	-2,615	-0,816	0,066	0,855	1,231	1,606	1,834	2,029
-0,6	-2,755	-0,800	0,099	0,857	1,200	1,528	1,720	1,880
-0,8	-2,891	-0,780	0,132	0,856	1,166	1,448	1,606	1,733
-1,0	-3,022	-0,758	0,164	0,852	1,128	1,366	1,492	1,588

Koef.	1,0101	1,2500	2	5	10	25	50	100
G			Persentase peluang terlampaui					
	99	80	50	20	10	4	2	1
-1,2	-2,149	-0,732	0,195	0,844	1,086	1,282	1,379	1,449
-1,4	-2,271	-0,705	0,225	0,832	1,041	1,198	1,270	1,318
-1,6	-2,388	-0,675	0,254	0,817	0,994	1,116	1,166	1,197
-1,8	-3,499	-0,643	0,282	0,799	0,945	1,035	1,069	1,087
-2,0	-3,605	-0,609	0,307	0,777	0,895	0,959	0,980	0,990
-2,2	-3,705	-0,574	0,330	0,752	0,844	0,888	0,900	0,905
-2,4	-3,800	-0,537	0,351	0,725	0,795	0,823	0,830	0,832
-2,6	-3,889	-0,490	0,368	0,696	0,747	0,764	0,768	0,769
-2,8	-3,973	-0,469	0,384	0,666	0,702	0,712	0,714	0,714
-3,0	-7,051	-0,420	0,396	0,636	0,660	0,666	0,666	0,667

(Sumber: Suripin, 2004)

III. Distribusi Gumbel

Rumus umum yang digunakan dalam metode Gumbel adalah sebagai berikut :

$$X = \bar{X} + s K \dots\dots\dots (2.10)$$

Dimana :

- \bar{X} = nilai rata-rata
- S = standart deviasi
- K = faktor frekuensi

IV. Distribusi Log Pearson III

Apabila tidak memenuhi ketiga distribusi di atas maka data tersebut dapat dihitung menggunakan distribusi Log Pearson III. Langkah-langkahnya adalah sebagai berikut :

- a. Ubah ke bentuk logaritmik, $X = \log x \dots\dots\dots (2.11)$
- b. Hitung harga rata-rata :

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum \log Xi \dots\dots\dots (2.12)$$

- c. Hitung simpangan baku

$$s = \sqrt{\left[\frac{1}{n-1} \sum (\log Xi - \log \bar{X})^2 \right]} \dots\dots\dots (2.13)$$

- d. Hitung koefisien kemencengan

$$C_s = \frac{n \sum (\log X_i - \log \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)s^3} \dots\dots\dots (2.14)$$

- e. Mencari nilai K berdasarkan nilai C_s
 f. Hitung logaritma hujan dengan periode ulang T

$$\mathbf{Log X_T = log x + K s} \dots\dots\dots (2.15)$$

- g. Intensitas Durasi Frekuensi (IDF)

Analisis Intensitas Durasi Frekuensi (IDF) adalah salah satu metode untuk memperkirakan debit aliran puncak berdasarkan hujan titik. Data yang digunakan adalah data hujan dengan intensitas tinggi yang terjadi dalam waktu singkat, seperti hujan 5 menitan, 10 menitan, 15 menitan sampai 120 menitan atau lebih. Untuk itu diperlukan data hujan dari stasiun pencatat hujan otomatis.

Analisis IDF dapat dilakukan untuk memperkirakan debit puncak di daerah tangkapan yang kecil, hujan deras dengan durasi singkat (intensitas hujan dengan durasi singkat adalah sangat tinggi) yang jatuh di berbagai titik pada seluruh daerah tangkapan hujan dapat terkonsentrasi di titik kontrol yang ditinjau dalam waktu yang bersamaan yang dapat menghasilkan debit puncak (Triatmodjo, 2008). Mononobe mengusulkan persamaan berikut untuk menurunkan kurva IDF sebagai berikut ;

$$I_t = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{\frac{2}{3}} \dots\dots\dots (2.16)$$

Dimana :

I_t = Intensitas curah hujan untuk lama hujan t (mm/jam)

t = Lamanya curah hujan (jam)

R_{24} = Curah hujan maksimum selama 24 jam (mm)

- h. Waktu Konsentrasi

Waktu konsentrasi adalah waktu yang diperlukan oleh air hujan yang jatuh untuk mengalir dari titik terjauh sampai ke tempat keluaran DAS

(titik kontrol) setelah tanah menjadi jenuh. Berikut rumus yang sering digunakan untuk memperkirakan waktu konsentrasi :

$$t_c = \left[\frac{0,87 \times L^2}{1000 \times S} \right]^{0,385} \dots \dots \dots (2.17)$$

dimana :

- t_c = waktu konsentrasi (jam)
 L = panjang saluran (Km)
 S = kemiringan saluran

i. Debit banjir rencana

Debit rencana dapat dihitung dari kedalaman hujan titik dalam penggunaan metode rasional untuk menentukan debit puncak pada perencanaan drainase dan jembatan (gorong-gorong). Metode rasional ini digunakan apabila tangkapan air kecil. (Triadmodjo, 2008). Beberapa asumsi dasar untuk menggunakan metode rasional adalah:

- Curah hujan terjadi dengan intensitas yang tetap dalam jangka waktu tertentu, setidaknya dengan waktu konsentrasi
- Limpasan langsung mencapai maksimum ketika durasi hujan dengan intensitas tetap sama dengan waktu konsentrasi
- Koefisien *run off* dianggap tetap selama durasi hujan
- Luas DAS tidak berubah selama durasi hujan.

Beberapa parameter hidrologi yang diperhitungkan adalah intensitas hujan, durasi hujan, frekuensi hujan, luas DAS, abtraksi (kehilangan air akibat evaporasi, intersepsi, infiltrasi dan tampungan permukaan) dan konsentrasi aliran. Metode aliran didasarkan pada persamaan berikut :

$$Q = 0.2778 C I A \dots \dots \dots (2.18)$$

Dimana :

- Q = Debit banjir maksimum (m^3/dtk)
 C = koefisien pengaliran
 I = Intensitas curah hujan (mm/jam)
 A = Luas daerah pengaliran (km^2)

Tabel 2.6 Koefisien Aliran Untuk Metode Rasional

Diskripsi lahan / karakter permukaan	Koefisien aliran , C
Business	
Perkotaan	0,70 – 0,95
Pinggirin	0,50 – 0,70
Perumahan	
Rumah tunggal	0,30 – 0,50
Multiunit, terpisah	0,40 – 0,60
Multiunit, tergabung	0,60 – 0,75
Perkampungan	0,25 – 0,40
Apartemen	0,50 – 0,70
Industri	
Ringan	0,50 – 0,80
Berat	0,60 – 0,90
Perkerasan	
Aspal dan beton	0,70 – 0,95
Batu bata, paving	0,50 – 0,70
Atap	0,75 – 0,95
Halaman, tanah berpasir	
Datar, 2%	0,05 – 0,10
Rata-rata, 2-7%	0,10 – 0,15
Curam, 7%	0,15 – 0,20
Halaman, tanah berat	
Datar, 2%	0,13 – 0,17
Rata-rata, 2-7%	0,18 – 0,22
Curam, 7%	0,25 – 0,35
Halaman kereta api	0,10 – 0,35
Taman tempat bermain	0,20 – 0,35
Taman, perkuburan	0,10 – 0,25
Hutan	
Datar, 0-5%	0,10 – 0,40
Bergelombang, 5-10%	0,25 – 0,50
Berbukit, 10-30%	0,30 – 0,60

(Sumber: McGuen, (1989) dalam Suripin, (2004))

2.7.1. Analisis Hidrolika

Adalah analisis tentang data-data hidromekanika yang berhubungan dengan gerak air atau mekanika aliran. Adapun data-data hidrolika antara lain:

a. Penghantar Aliran (*Flow Conveyance*)

Air mengalir dari hulu ke hilir (kecuali ada gaya yang menyebabkan aliran ke arah sebaliknya) hingga mencapai suatu elevasi permukaan air tertentu,

misalnya permukaan air di danau atau permukaan air di laut. Kecenderungan ini ditunjukkan oleh aliran di saluran alam yaitu sungai.

Perjalanan air dapat juga melalui bangunan-bangunan air yang dibuat oleh manusia, seperti saluran irigasi, pipa, gorong - gorong (*culvert*), dan saluran buatan yang lain atau kanal (*canal*). Walaupun pada umumnya perencanaan saluran ditujukan untuk karakteristik saluran buatan, namun konsep hidroliknya dapat juga diterapkan seperti pada saluran alam. Apabila saluran terbuka terhadap atmosfer, seperti sungai, kanal, gorong-gorong, maka alirannya disebut aliran saluran terbuka atau aliran permukaan bebas.

b. Elemen Geometri

Dalam analisis hidrolika saluran terbuka, data-data geometri sangat dibutuhkan karena merupakan bagian pokok dalam analisis tersebut. Elemen geometri mencakup luas penampang, lebar permukaan, keliling basah dan jari-jari hidrolik. Yang dimaksud dengan penampang saluran adalah penampang yang diambil tegak lurus arah aliran, sedang penampang yang diambil vertikal disebut penampang vertikal.

Saluran buatan biasanya direncanakan dengan penampang beraturan menurut bentuk geometri yang biasa digunakan, yaitu berbentuk trapesium, persegi panjang, segi tiga, lingkaran dan parabola. Keliling basah suatu penampang aliran didefinisikan sebagai bagian/porsi dari parameter penampang aliran yang bersentuhan (kontak) dengan batas benda padat yaitu dasar dan/atau dinding saluran, dalam hal aliran di dalam saluran terbuka batas tersebut adalah dasar dan dinding/tebing saluran.

Definisi dari jari jari hidrolik (R) adalah luas penampang dibagi keliling basah, oleh karena itu mempunyai satuan panjang. Kedalaman hidrolik dari suatu penampang aliran adalah luas penampang dibagi lebar permukaan.

$$R = \frac{A}{P} \dots\dots\dots (2.19)$$

Dimana :

- R = Jari-jari hidrolik (m)
- A = Luas penampang Basah (m²)
- P = Keliling basah (m)

Untuk mencari nilai kecepatan aliran dapat menggunakan rumus Manning yang dapat ditulis sebagai berikut:

$$V = \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}} \dots \dots \dots (2.20)$$

Dimana :

R = jari-jari hidraulik (m)

I = kemiringan dasar saluran

N = koefisien Manning

Nilai koefisien Manning dapat dicari dengan melihat Tabel 2.10 di bawah ini:

Tabel 2.7 Nilai Koefisien Manning

Bahan	Koefisien Manning
	N
Besi tuang dilapis	0,014
Kaca	0,010
Saluran beton	0,013
Bata dilapis mortar	0,015
Pasangan batu disemen	0,025
Saluran tanah bersih	0,022
Saluran tanah	0,030
Saluran dengan dasar batu dan tebing rumput	0,040
Saluran pada galian batu padas	0,040

(Sumber: B. Triatmodjo, 1993)

Untuk mencari debit aliran pada saluran dapat menggunakan rumus:

$$Q_{ext} = V \cdot A \dots \dots \dots (2.21)$$

Dengan :

Q_{ext} = debit aliran pada saluran (m^3/dt)

V = kecepatan aliran (m/dt)

A = luas penampang basah saluran (m^2)

Penampang melintang saluran yang paling ekonomis adalah saluran yang dapat melewati debit maksimum untuk luas penampang basah, kekasaran, dan kemiringan dasar tertentu.

c. Debit Aliran (*Discharge*)

Debit aliran adalah volume air yang mengalir melalui suatu penampang tiap satuan waktu dan simbol/notasi yang digunakan adalah Q .

$$Q = A \cdot V \dots\dots\dots(2.22)$$

Dimana :

$$Q = \text{debit aliran (m}^3/\text{detik)}$$

$$A = \text{luas penampang (m}^2\text{)}$$

$$V = \text{kecepatan (m/detik)}$$

Hukum ketetapan massa pada suatu aliran diantara dua penampang berlaku:

$$m_1 = m_2 \dots\dots\dots(2.23)$$

$$\rho_1 \cdot A_1 \cdot v_1 = \rho_2 \cdot A_2 \cdot v_2 \dots\dots\dots(2.24)$$

Untuk kerapatan tetap, $\rho_1 = \rho_2$, maka akan didapatkan persamaan:

$$A_1 \cdot v_1 = A_2 \cdot v_2 = Q \dots\dots\dots(2.25)$$

Dengan demikian dapat dinyatakan bahwa dalam suatu aliran, diantara dua penampangnya berlaku $Q_1 = Q_2$, dan disebut sebagai persamaan kontinuitas.

d. Kecepatan Aliran (*Velocity*)

Kecepatan aliran (v) dari suatu penampang aliran tidak sama di seluruh penampang aliran, tetapi bervariasi menurut tempatnya. Apabila cairan bersentuhan dengan batasnya (di dasar dan dinding saluran) kecepatan alirannya adalah nol. Dalam perhitungan biasanya digunakan harga rata-rata dari kecepatan di suatu penampang aliran.

$$V = Q/A \dots\dots\dots(2.26)$$

Dimana :

$$V = \text{Kecepatan rata-rata aliran (m/detik)}$$

$$Q = \text{Debit aliran (m}^3/\text{detik)}$$

$$A = \text{Luas penampang aliran (m}^2\text{)}$$

e. Desain saluran

Desain saluran berhubungan dengan bentuk saluran, dimensi saluran, kemiringan, luas penampang dan kualitas suatu saluran itu sendiri.

2.7.2. Analisis Topografi

Data topografi dapat berupa peta situasi dan topografi yang merupakan hasil pengukuran langsung di lapangan atau dari sumber lain. Peta situasi dan topografi adalah peta yang menyajikan informasi dari keadaan permukaan lahan atau daerah yang dipetakan, informasi dari keadaan permukaan fisik (detail) baik yang bersifat alamiah maupun buatan manusia serta keadaan relief (tinggi rendahnya) permukaan lahan atau areal daerah pengukuran tersebut.

2.7.3. Analisis Data Penunjang

Data penunjang adalah data-data lain yang diperlukan namun masih bersifat sekunder. Data-data tersebut dapat berupa data daerah genangan, rencana tata ruang kota, jumlah penduduk beserta penyebarannya, informasi situasi dan kondisi fisik baik yang ada maupun yang sedang direncanakan seperti :

- a. Sistem jaringan yang ada (drainase, irigasi, air minum, listrik, dan lain-lain).
- b. Batas-batas daerah pemilikan.
- c. Tingkat kebutuhan drainase yang diperlukan.

2.8. Pengertian Biopori

Banyak orang yang belum mengetahui arti, makna atau pengertian dari istilah biopori, tetapi ada juga yang sudah paham arti dari istilah tersebut, dan ada beberapa yang hanya sekedar tahu, tapi pemahamannya belum. Oleh karena itu, penulis akan memaparkan pengertian dari istilah biopori.

Biopori merupakan lubang-lubang kecil pada tanah yang terbentuk akibat aktivitas organisme dalam tanah seperti cacing atau pergerakan akar-akar dalam tanah. Lubang tersebut akan berisi udara dan menjadi jalur mengalirnya air. Jadi air hujan tidak langsung masuk ke saluran pembuangan air, tetapi meresap ke dalam tanah melalui lubang tersebut (Griya, 2008).

2.8.1. Lubang Resapan Biopori

Lubang biopori dapat didefinisikan sebagai lubang silindris yang dibuat secara vertikal ke dalam tanah dengan diameter 10 - 30 cm dan kedalaman sekitar 100 cm, atau dalam kasus tanah dengan permukaan air tanah dangkal, tidak sampai melebihi kedalaman muka air tanah dan diisi dengan sampah organik untuk memicu terbentuknya pori-pori berbentuk lubang (terowongan kecil) pada tanah yang dibuat oleh aktivitas fauna tanah atau akar tanaman.



Gambar 2.2 Biopori tanpa skala

(sumber : google.gambar./biopori.com)

2.8.2. Langkah – Langkah Serta Tata-Tata Cara Pembuatan Biopori

1. Cari lokasi yang tepat untuk membuat lubang LRB, yaitu pada daerah air hujan yang mengalir seperti taman, halaman parkir, dan lain sebagainya.
2. Tanah yang akan dilubangi disiram dengan air supaya mudah untuk dilubangi.
3. Letakkan mata bor tegak lurus dengan tanah untuk memulai pengeboran.
4. Lubangi tanah dengan bor biopori (bor biopori adalah bor untuk tanah mineral), dengan menekan bor kekanan sambil diputar kekanan hingga bor masuk ke dalam tanah.
5. Dan untuk memudahkan dalam pengeboran, lakukan penyiraman dengan air selama pengeboran.

6. Setiap kurang lebih 15 cm atau sedalam mata bor berhenti, tarik mata bor sambil tetap diputar kearah kanan, untuk membersihkan tanah yang berada didalam mata bor.
7. Bersihkan tanah dari dalam mata bor dengan menggunakan pisau atau alat tusuk lainnya, dimulai dengan menekan tanah dari sisi dalam mata bor sehingga tanah mudah dilepaskan.
8. Lakukan terus proses pelubangan tanah berulang-ulang hingga mencapai kedalaman kurang lebih 100 cm.
9. Apabila tanah berbatu atau kerikil, sehingga terhambatnya pengeboran, maka pengeboran dapat dihentikan hingga kedalaman yang bisa ditembus oleh mata bor saja, walaupun hanya mencapai kedalaman kurang lebih 50 cm.
10. Lalu isi dengan sampah organik.

2.8.3. Perhitungan Jumlah Lubang Biopori Dalam Suatu kawasan

Jumlah lubang yang perlu dibuat dapat dihitung dengan menggunakan persamaan;

$$\sum LRB = \frac{\text{Intensitas hujan(mm/jam)} \times \text{Luas bid kedap (m}^2\text{)}}{\text{Laju Peresapan Air per Lubang } \frac{\text{liter}}{\text{jam}}} \dots\dots (2.27)$$

2.8.4. Manfaat Biopori

Keunggulan dan manfaat biopori sebagai teknologi tepat guna dan ramah lingkungan untuk mengatasi banjir dengan cara :

1. Meningkatkan daya resapan air

Adanya lubang resapan biopori secara langsung akan menambah bidang resapan air, setidaknya sebesar luas kolom atau dinding lubang. Sebagai contoh bila lubang dibuat dengan diameter 10 cm dan dalam 100 cm maka luas bidang resapan akan bertambah sebanyak 3140 cm² atau hampir 1/3 m².

Dengan kata lain suatu permukaan tanah berbentuk lingkaran dengan diameter 10 cm, yang semula mempunyai bidang resapan 78,5 cm² setelah dibuat lubang resapan biopori dengan kedalaman 100 cm, luas bidang resapannya menjadi 3218 cm². Dengan adanya aktivitas fauna tanah pada lubang resapan maka biopori akan terbentuk dan senantiasa terpelihara keberadaannya. Oleh karena itu, bidang resapan ini akan selalu terjaga kemampuannya dalam

meresapkan air. Dengan demikian kombinasi antara luas bidang resapan dengan kehadiran biopori secara bersama-sama akan meningkatkan kemampuan dalam meresapkan air.

2. Mengubah sampah organik menjadi kompos

Lubang resapan biopori diaktifkan dengan memberikan sampah organik kedalamnya. Sampah ini akan dijadikan sebagai sumber energi bagi organisme tanah untuk melakukan kegiatannya melalui proses dekomposisi. Sampah yang telah didekomposisi ini dikenal sebagai kompos. Dengan melalui proses seperti itu maka lubang resapan biopori selain berfungsi sebagai bidang peresap air juga sekaligus berfungsi sebagai "pabrik" pembuat kompos. Kompos dapat dipanen pada setiap periode tertentu dan dapat dimanfaatkan sebagai pupuk organik pada berbagai jenis tanaman, seperti tanaman hias, sayuran, dan jenis tanaman lainnya. Bagi mereka yang senang dengan budidaya tanaman atau sayuran organik maka kompos dari LRB adalah alternatif yang dapat digunakan sebagai pupuk sayurannya.

3. Memanfaatkan peran aktivitas fauna tanah dan akar tanaman

Seperti disebutkan di atas, lubang resapan biopori (LRB) diaktifkan oleh organisme tanah, khususnya fauna tanah dan perakaran tanaman. Aktivitas mereka yang selanjutnya akan menciptakan rongga-rongga atau liang-liang di dalam tanah yang akan dijadikan saluran air untuk meresap ke dalam tubuh tanah. Dengan memanfaatkan aktivitas mereka maka rongga-rongga atau liang-liang tersebut akan senantiasa terpelihara dan terjaga keberadaannya sehingga kemampuan peresapannya akan tetap terjaga tanpa campur tangan langsung dari manusia untuk pemeliharannya. Hal ini tentunya akan sangat menghemat tenaga dan biaya

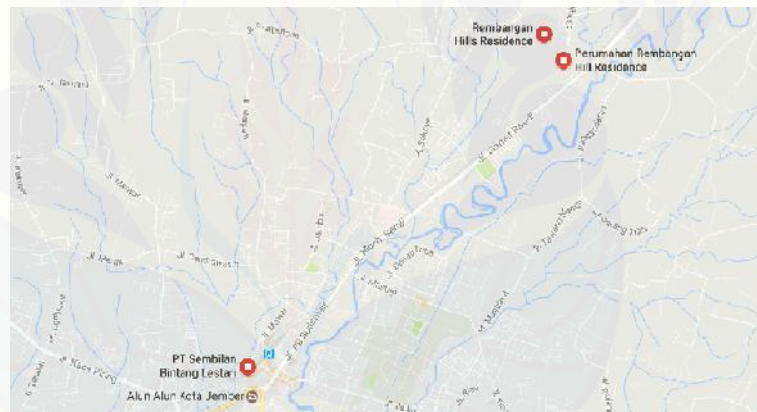
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Pengertian Metode Penelitian

Metode penelitian adalah suatu pembahasan yang berisi tentang penjelasan mengenai langkah-langkah sistematis penelitian yang dimulai dari pengolahan data hingga penarikan kesimpulan.

3.2. Waktu dan Tempat Pelaksanaan

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April sampai dengan Mei. Penelitian dengan tema Perencanaan Waktu dan Biaya Pada Pembangunan Saluran Drainase *Culvert Box* dengan Penambahan Konsep Resapan Biopori di perumahan Rembangan *Hill Residence*. Berikut maps atau peta lokasi penelitian ;



Gambar 3.1 Lokasi Rembangan Hill Residence dan PT Sembilan Bintang Lestari

3.3. Sistematisa Penelitian

Adalah tahap-tahap atau aturan yang digunakan sebagai acuan dalam membuat proposal penelitian. Dapat diartikan sebagai sebuah usulan yang dibuat secara ringkas yang menggambarkan apa saja aspek yang akan dilakukan dalam sebuah penelitian, kemudian dirancang dan disesuaikan dengan penelitian yang akan dilakukan.

i. Persiapan

Persiapan adalah awal mula perencanaan tentang langkah-langkah apa saja yang akan diambil saat penelitian. Berikut adalah langkah-langkah yang diambil dalam penelitian ini :

- Menentukan latar belakang penelitian
- Merumuskan masalah penelitian
- Menentukan tujuan penelitian
- Menentukan manfaat penelitian
- Menentukan batasan masalah penelitian
- Menentukan lokasi dan waktu penelitian
- Meninjau lokasi penelitian
- Meminta izin pada pihak terkait untuk melakukan penelitian.

ii. Pengumpulan Data

Pengumpulan data merupakan kegiatan mencari data dilapangan yang akan digunakan untuk menjawab permasalahan penelitian. Adapun tindakan-tindakan yang dilakukan dalam pengumpulan data, antara lain :

a. Identifikasi lokasi penelitian

Identifikasi lokasi penelitian adalah proses meninjau dan mengevaluasi lokasi dilakukannya penelitian.

b. Permintaan data ke kantor PT

Meminta data-data yang dibutuhkan untuk menentukan biaya dan waktu pembuatan drainase.

c. Wawancara pada pihak terkait

Wawancara pada pihak terkait untuk mendapatkan data-data yang dibutuhkan

d. Dokumentasi

Dokumentasi berisi foto-foto lokasi dan proses pencarian data, baik saat wawancara maupun meminta data pada PT Sembilan Bintang Lestari.

3.4. Jenis-jenis Data

1. Data Primer

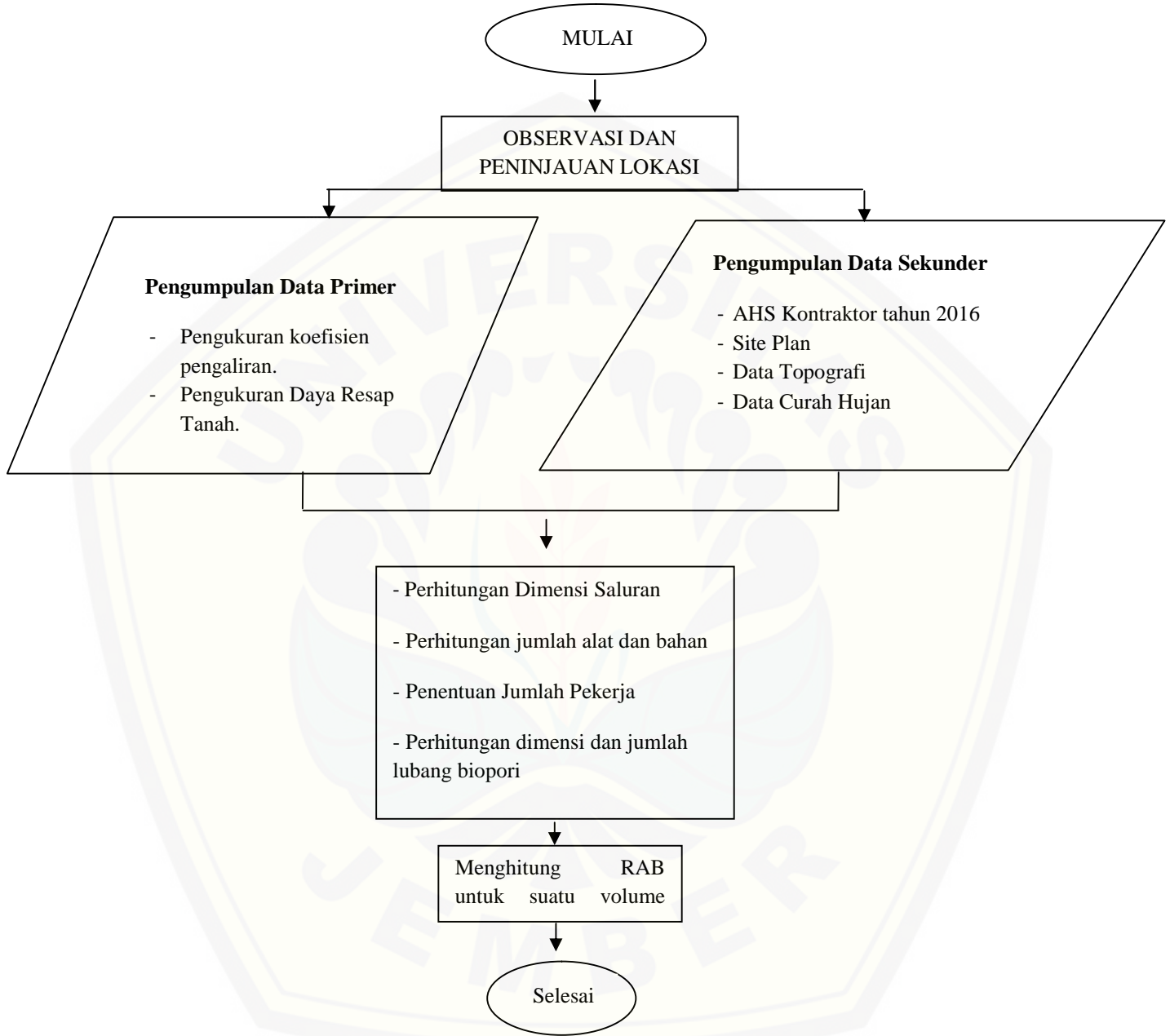
Sumber data penelitian yang diperoleh secara langsung dari sumber aslinya yang berupa wawancara, jajak pendapat dari individu atau kelompok (orang) maupun hasil observasi dari suatu obyek, kejadian atau hasil pengujian (benda). Dalam penelitian ini data primer di dapat dengan kegiatan wawancara.

2. Data Sekunder

Sumber data penelitian yang diperoleh melalui media perantara atau secara tidak langsung yang berupa buku, catatan, bukti yang telah ada, atau arsip baik yang dipublikasikan maupun yang tidak dipublikasikan secara umum. Dengan kata lain, peneliti membutuhkan pengumpulan data dengan cara berkunjung ke perpustakaan, pusat kajian, pusat arsip atau membaca banyak buku yang berhubungan dengan penelitiannya. Dalam penelitian ini data sekunder diperoleh dari buku, Dinas Pengairan dan PT. Sembilan Bintang Lestari.

3.5. Diagram Alur Penelitian (*Flowchart*)

1. Diagram perencanaan biaya



BAB 5. PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan perhitungan dimensi drainase, perhitungan jumlah lubang resapan biopori dan perhitungan anggaran biaya yang di butuhkan untuk realisasi di lapangan dapat disimpulkan :

1. Perencanaan anggaran biaya pembangunan drainase box culvert dengan penambahan konsep resapan biopori membutuhkan data analisa SNI mengenai tata cara harga satuan pekerjaan untuk bangunan gedung dan perumahan, serta harga bahan dan upah pekerja. Perhitungan anggaran biaya diawali dengan menghitung volume pekerjaan pada tiap saluran drainase. Dari data perhitungan dapat diketahui bahwa pekerjaan drainase box culvert sepanjang 536 meter membutuhkan biaya pembangunan sebesar Rp. 812832200,00
2. Sesuai pengolahan data dapat diketahui bahwa jumlah lubang yang diperlukan untuk perumahan Rembangan *Hill Residence* adalah sebanyak 848 lubang dengan diameter (D) tiap lubang sebesar 10 cm dan tinggi (t) atau kedalaman 100 cm.
3. Dari data perhitungan rancangan anggaran biaya atau RAB dapat diketahui bahwa biaya yang diperlukan untuk membuat lubang resapan biopori sebanyak 848 lubang di perumahan Rembangan *Hill Residence* diperlukan biaya sekitar Rp. 18910400,00

5.2. Saran

Untuk penelitian selanjutnya direkomendasikan melakukan perhitungan pembangunan drainase box culvert dengan penambahan konsep resapan biopori seluruh perumahan dengan tambahan biaya perawatan berkala, baik pada drainase maupun pada resapan bioporinya.

DAFTAR PUSTAKA

- Biopori, TIM IPB. 2007. *Biopori Teknologi Tepat Guna Ramah Lingkungan-Alat dan Pemesanan Alat*. Bogor: IPB
- Chandra, et al. 2003. *Perencanaan Biaya Proyek*. Bandung
- Chow, V. T. 1997. *Hidrolika Saluran Terbuka*. Jakarta: Erlangga
- Griya. 2008. *Mengenal dan Memanfaatkan Lubang Biopori*. (Online). (<http://kumpulan.info.com>, diakses 23 Februari 2017).
- Herf, Jhon. 2008. *Biopori Sebagai Peranan Air yang Mengatasi Banjir dan Sampah*. (Online). ([Http://jhon herf.wordpress.com](http://jhon.herf.wordpress.com), diakses 21 Maret 2017). Jember
- Hilwatullisan. 2017. *Jurnal Lisan Biopori*. Palembang: Politeknik Negeri Sriwijaya
- Ibrahim. 2007. *Pengendalian Biaya Proyek Konstruksi*. Bandung: ITB
- Indonusa. 2016. *Daftar Harga Box Culvert*. (Online). (www.Indonusa.com, diakses 20 Maret 2017). Jember
- Jemberkab. 2015. *Bps Kab Jember-Logo biru*. (Online). ([Http://bps kabjember.com](http://bps.kabjember.com), diakses 4 Februari 2017). Jember
- Nawawi, H. 2003. *Manajemen Perencanaan Sumber Daya Manusia*. Jakarta: UGM
- Niron. 1992. *Rencana Anggaran Biaya Proyek*. Jakarta: Asona
- Robert J. Kodoatie. 2005. *Pengantar Manajemen Infrastruktur*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar
- SNI 03-3424. 1994. *Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan*. Jakarta
- Soeharto. 1990. *Komposisi Biaya Proyek*. Jakarta: Erlangga
- Suandy E. 2001. *Manajemen Perencanaan Pajak*. Jakarta : Salemba
- Suripin. 2004. *Sistrem Saluran Drainase Perkotaan Berkelanjutan*. Yogyakarta: Andi
- Triadmodjo, B. 2008. *Pengolahan Data Curah Hujan*. Jakarta.
- Wordpres73. 2015. *Tata Cara Pemasangan Box Culvert*. (Online). ([Http://Wordpres73/Tata Cara Pemasangan Box Culvert.com](http://Wordpres73/Tata Cara Pemasangan Box Culvert.com), diakses 2 April 2017). Jember