

BAB II

STUDI LITERATUR

2.1 Air

Air adalah senyawa yang penting bagi semua bentuk kehidupan yang diketahui sampai saat ini di bumi, tetapi tidak pada planet lain. Air menutupi hampir 71 % permukaan bumi. Terdapat 1,4 triliun Km^3 tersedia di bumi Dalam hal ini 97 % air adalah air laut atau air asin, 2 % air ada pada gunung-gunung es pada kutub utara dan selatan, dan 1 % air yang dapat digunakan untuk kebutuhan manusia (Dalam kehidupan manusia berguna dalam segala aspek seperti, kebutuhan konsumsi, kebutuhan ekonomi, dan lain sebagainya). Peningkatan manusia di bumi menjadikan kebutuhan akan air bersih juga ikut meningkat. Hal ini dapat meningkatkan kesadaran dengan perlunya mencari sumber daya air lain.

2.1.1 Kebutuhan Air Baku

Kebutuhan air baku dihitung berdasarkan jumlah penduduk, tingkat pertumbuhan, kebutuhan air perkapita dan proyeksi waktu air yang digunakan (Yulistianto 2008). Sehingga penggolongan kebutuhan akan air baku diperlukan agar dapat memprioritaskan kebutuhan air. Dalam penggolongan air baku sudah ditetapkan oleh Depertemen pemukiman dan prasarana wilayah tahun 2002 dan 2003.

Tabel 2. 1 Daftar Kebutuhan Air Baku Berdasarkan Jenis Kota

Jumlah Penduduk	Jenis Kota	Jumlah Kebutuhan Air ($\frac{\text{liter}}{\text{orang}}/\text{hari}$)
➤ 1.000.000	Metropolitan	150
500.000 – 1.000.000	Besar	120 – 150
100.000 – 500.000	Besar	100 – 120
20.000 – 100.000	Sedang	90 – 100
3000 – 20.000	Kecil	60 – 100

(sumber: SNI 19-6728. 1-2002)

2.1.2 Kebutuhan Air Sesuai Aktivitas

Aktivitas air yang digunakan masyarakat pada umumnya adalah kebutuhan domestik (memasak, mandi, air minum, dll) dan non domestik (menyiram tanaman, mencuci, dll). Dalam penggunaan ini telah di buat persentase pemakaian air per hari, untuk selengkapnya dapat melihat tabel dibawah ini.

Tabel 2. 2 Persentase Pemanfaatan Air Per Orang Per Hari

Jenis Kegiatan	Persentase Penggunaan Air (%)
Toilet	41
mandi	37
Pemanfaatan air dapur	6
Air minum	5
Mencuci pakaian	4
Kebersihan rumah	3
Menyiram tanaman	3
Membersihkan perabot rumah tangga	1

(Sumber: Fair Et Al: 1971)

2.2 Banjir

Banjir adalah peristiwa bencana alam yang terjadi ketika aliran air yang berlebihan merendam daratan. Banjir diakibatkan oleh volume air di suatu badan seperti sungai atau danau yang meluap melebihi kapasitasnya (<https://id.wikipedia.org/wiki/Banjir>).

2.2.1 Jenis-Jenis Banjir

Dalam pembahasan ini banjir terbagi menjadi beberapa bagian. Bagian yang dimaksud adalah sumber permasalahannya (<https://duniapendidikan.co.id/pengertian-banjir/>)

1. Banjir air, disebabkan oleh meluapnya air yang tidak tertampung oleh tempat penampungan seperti sungai, danau, irigasi, drainase, dan waduk.
2. Banjir rob, Banjir rob adalah banjir yang disebabkan oleh pasangny air laut. Untuk banjir rob terjadi akibat kenaikan muka air laut dan gerhana bulan. wilayah yang sering terjadi banjir adalah wilayah yang dekat dengan bibir pantai
3. Banjir bandang, disebabkan oleh meluapnya air yang datang secara tiba-tiba dengan aliran air yang deras. Penyebab terjadinya banjir bandang adalah hujan deras yang turun dalam waktu yang lama dan jebolnya dinding penahan saluran air.
4. Banjir lumpur, tergenangnya permukaan tanah dengan lumpur. Hal ini sering terjadi bersamaan dengan banjir air yang membawa sedimentasi-sedimentasi pada saluran air.

2.2.2 Penyebab Banjir

Banjir dapat disebabkan oleh perbuatan alam ataupun perbuatan manusia. Dengan iklim saat ini yang berubah-ubah dapat mempengaruhi penyebab banjir itu sendiri. Untuk penyebab banjir diantaranya yaitu,

1. Penebangan hutan secara liar

Pohon adalah makhluk hidup yang memanfaatkan air dalam melakukan fotosintesis, sehingga pohon-pohon berperan untuk menyerap air yang ideal agar kawasan hilir aliran tidak tergenang banjir.

2. Daerah dataran rendah

Air memiliki sifat yaitu selalu mengalir dari area yang tinggi ke area yang lebih rendah. akibatnya adalah air yang terbawa oleh DAS akan tertampung pada area yang lebih rendah. jika tidak ada penanganan lebih lanjut maka air tersebut akan meluap ke permukaan dan mengakibatkan banjir

3. Curah hujan yang tinggi

Setiap kawasan memiliki kemampuan untuk menyerap air tergantung pada kondisi kawasan tersebut. Namun bila volume air yang dialirkan secara lebih besar dari volume penyerapan ke dalam tanah maka air tersebut akan menggenangi kawasan tersebut hingga air nya dapat terserap kembali ke tanah

4. Membuang sampah di bantaran sungai

Air akan terus mengalir dari hulu ke hilir mengikuti alur DAS dengan bantuan gaya gravitasi. namun sampah yang terus dibuang pada bantaran sungai dapat mengendap dan membuat air DAS tidak mengalir dengan baik. Jika terjadi hujan maka air tersebut akan melimpah keluar DAS dan mengakibatkan banjir

5. Pemanfaatan lahan yang sembarangan

Lahan yang tersedia dapat menjadi area tangkapan air, sehingga air hujan yang turun dapat langsung terserap tanah. Pemanfaatan lahan yang

berlebihan mengakibatkan air sulit untuk menyerap kedalam tanah dan mengakibatkan genangan

2.3 Rainwater Harvesting

Air hujan merupakan salah satu sumber air potensial yang kadang sering diabaikan. Untuk potensi ini sering kali hanya dibuang percuma menjadi genangan air di sekitar kita, sedangkan air hujan dapat dikumpulkan dan digunakan setelahnya (Fisher 1983). Untuk itulah dibutuhkan manajemen air agar dapat terciptanya keseimbangan sumber daya air, salah satunya adalah menggugurkan sistem rainwater harvesting (Pratiwi 2017). Penelitian sebelumnya telah menunjukkan bahwa penggunaan air hujan dapat menyediakan keuntungan baik dalam ekonomis maupun lingkungan. Setelah air hujan yang telah dikumpulkan dapat digunakan sebagai kebutuhan domestik dan juga bermanfaat untuk mengurangi penggunaan air tanah (Juliana 2017).

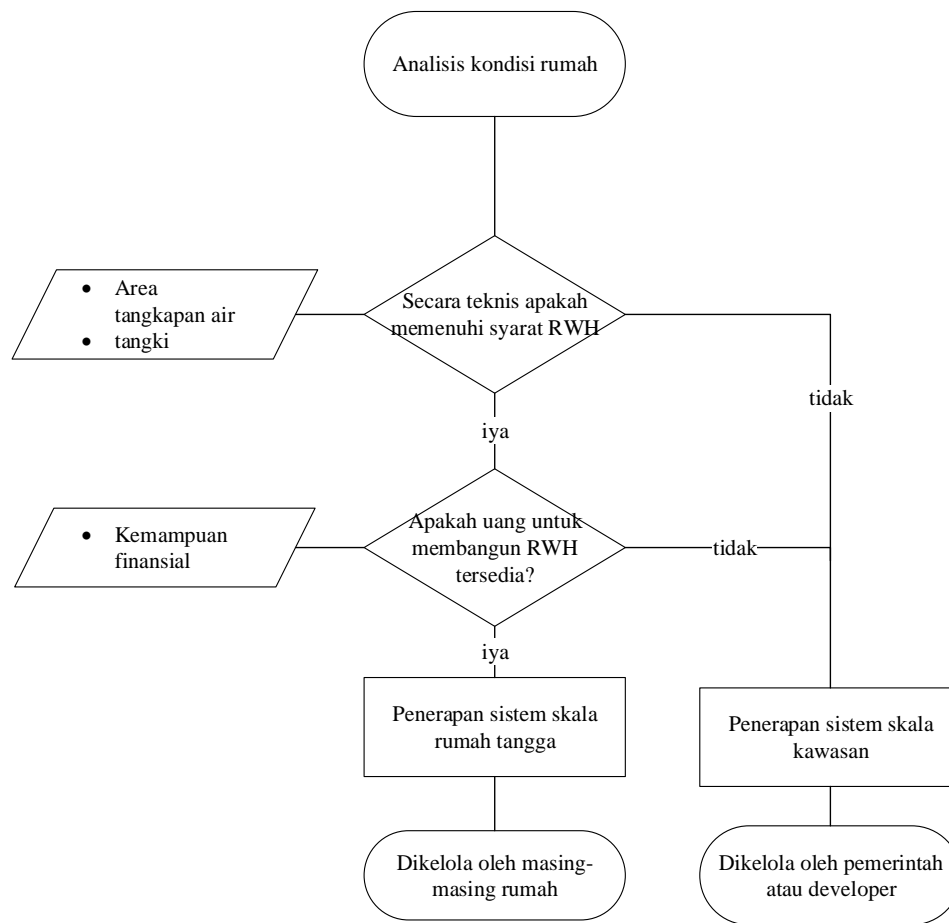
Rainwater harvesting system sendiri adalah kegiatan untuk menampung air hujan secara lokal ataupun kawasan dan menyimpannya melalui teknologi, untuk penggunaan pada waktu yang akan datang untuk memenuhi tuntutan kebutuhan manusia atau kegiatan manusia. Atau definisi pemanen air hujan (rainwater harvesting) adalah pengumpulan, penyimpanan, dan pendistribusian air hujan dari atap, untuk penggunaan di dalam dan diluar rumah maupun bisnis

Menurut peraturan menteri negara lingkungan hidup No.12 tahun 2009 pasal 1 ayat 1: pemanfaatan air hujan adalah kegiatan mengumpulkan menggunakan dan/atau meresapkan air hujan kedalam tanah. sedangkan pada pasal 3 disebutkan kolam pengumpul air hujan adalah kolam atau wadah yang

dipergunakan untuk menampung air hujan yang jatuh di atap bangunan (rumah, gedung, perkantoran, dan industri) yang disalurkan melalui talang. Dalam rainwater harvesting terbagi menjadi tiga skala yaitu skala kecil, menengah, dan besar. Skala kecil pada umumnya hanya menentukan untuk satu rumah atau bangunan sebagai bahan penelitian. Untuk skala menengah menentukan bahan penelitian dari luasan lumayan luas seperti pertanian, perumahan, perkantoran, industri, dll. Dan skala besar digunakan untuk bahan penelitian yang sangat luas seperti perkotaan (Huang, 2007). Menurut pedoman penampung air hujan yang dikeluarkan oleh Kementerian PUPR tahun 2014, dalam merancang sistem Rainwater Harvesting perlu memenuhi syarat-syarat, seperti

1. Lokasi tempat pembangunan Rainwater Harvesting harus memiliki curah hujan kumulatif minimal sebesar 1.300 mm per tahun
2. Air hujan pertama pada musim kemarau tidak boleh langsung ditampung.
3. Adanya partisipasi masyarakat setempat dalam pelaksanaan pembangunan, pengoperasian, dan pemeliharaan.
4. Tangki penampungan air hujan (RWH) dapat digunakan secara individu maupun kelompok masyarakat.
5. Pembangunan rainwater harvesting harus dilaksanakan oleh orang yang berpengalaman.

Dalam PERMEN PU no 11 tahun 2014 mengenai pengelolaan air hujan dalam pengelolaan harus memiliki beberapa syarat. Dimana syarat-syarat ini akan ditampilkan pada bagan alir dibawah ini Dari hasil bagan alir dibawah maka diketahui bahwa dalam mengelola air hujan dapat dilakukan oleh dua pihak pengelola, yaitu



Gambar 2. 1 Bagan Alir Syarat Pengelolaan Air Hujan (PERMEN PU NO 11 Tahun 2014)

1. Apabila semua syarat terpenuhi maka dapat dikelola oleh masing-masing rumah
2. Apabila ada syarat yang tidak dipenuhi maka dapat dikelola oleh pemerintah atau developer

Pemanen air hujan terdiri dari tiga elemen dasar yaitu, area koleksi, sistem alat angkut, dan fasilitas penampungan. Tempat penampungan dalam banyak kasus adalah atap rumah, bangunan ataupun tanah lapang. Luas efektif atap, bahan yang digunakan dalam membangun atap, dan jenis tanah

mempengaruhi efesinsi pengumpulan dan kualitas air. Contohnya adalah kualitas air yang terjatuh di atap berbahan asbes akan lebih bagus dari pada atap yang terbuat dari seng.



Gambar 2. 2 Gambar atap rumah berbahan asbes

Untuk sistem pengangkutan pada umumnya menggunakan pipa atau talang yang mengalirkan air hujan yang jatuh diatas atap kedalam tangki air atau penyimpanan lain. Baik atap maupun tempat pengaliran harus terbuat dari bahan kimia lembam seperti, kaca, kayu, plastik, alumunium, atau fiberglass, untuk menghindari efek buruk dari kualitas air hujan yang tertampung.



Gambar 2. 3 Contoh Gambar Pipa Pengkut Air Hujan

Air yang dibawa akan ditampung pada tempat penyimpanan seperti tangki dan tadah, yang juga harus terbuat dari bahan-bahan yang inert. Bahan yang cocok untuk digunakan untuk tempat penyimpanan antara lain, Beton bertulang, fiberglass dan stainless steel. Tangki penyimpanan dapat dibangun dalam kesatuan bangunan utama ataupun dapat juga dibangun sebagai unit terpisah yang letaknya agak jauh dari bangunan utama.

Dalam merancang tangki Rainwater Harvesting System terdapat enam faktor seperti, Suplai air hujan yang akan diterima, desain, kebutuhan, ketersediaan air saat musim kemarau, area tangkapan yang akan digunakan, estetika, biaya yang dibutuhkan, dampak lingkungan (Huang 2007).



Gambar 2. 4 Rainwater Harvesting Dengan Tangki Di Dalam Tanah

Selain elemen utama yang dibutuhkan diatas terdapat juga elemen tambahan pada Rainwater Harvesting antara lain adalah penyaringan, penyaluran dan perawatan (treatment). Penyaringan bertujuan untuk membersihkan air dari kotoran-kotoran yang terbawa oleh area tangkapan air sebelum masuk kedalam

tangki. Dimana penyaringan dapat menggunakan bahan, bahan disekitar kita seperti pasir, sabut, arang, kain, dll.



Gambar 2. 5 Contoh gambar filter air

Fungsi penyaluran adalah untuk mengalirkan air yang berada dalam tangki atau tempat pengumpulan ke lingkungan sekitar. Untuk elemen ini dapat menggunakan dua tipe penyaluran seperti, pompa untuk tangki dalam tanah dan/atau gaya gravitasi untuk tangki yang berada di atas tanah. (Che-Ani 2009)



Gambar 2. 6 Salah satu alat penyaluran yaitu pompa air

Jika air hujan yang telah tertampung akan digunakan untuk kebutuhan konsumsi, maka membutuhkan elemen perawatan (treatment). Menurut IEC

(Indonesia Environmental Energy Center) tahapan penyaringan harus melewati empat tahapan, yaitu

- Tahap kougulasi (cougulation)

Tahap kougulasi sendiri air yang berasal dari tangki penyimpanan akan ditambahkan dengan zat kimia seperti tawas (alum) atau salt iron. Serta dapat juga dengan cara rapid mixing. Ini bertujuan untuk menghancurkan partikel koloid (zat yang menyebabkan air tangkapan keruh)

- Tahap flokulasi (flokulation)

Pada tahap ini bertujuan untuk menggumpalkan partikel koloid tadi menjadi ukuran yang sedikit lebih besar sehingga partikel tersebut dapat terendap dengan sendirinya. Pada proses ini menggunakan teknik slow mixing

- Tahap pengendapan (sedimentation)

Pada tahap ini partikel kolid tadi secara alami akan turun ke bawah permukaan karena massa partikel koloid yang lebih besar dari pada massa air sendiri. Setelah melewati tahapan ini dapat dilanjutkan ke tahap berikutnya

- Tahap penyaringan (filtration)

Pada tahap ini air yang telah melewati tahapan sebelumnya akan disaring kembali. Bertujuan untuk memisahkan air dengan kotoran yang tidak tergumpal pada tahapan sebelumnya. Pada tahap ini air akan disaring menggunakan bahan seperti pasir dan krikil silika.



Gambar 2. 7 Contoh gambar filter air

Dalam merancang rainwater harvesting dibutuhkan data-data yang berkaitan dengan air seperti air yang akan tertampung dan air yang akan digunakan. Ini dilakukan untuk menjadi bahan pertimbangan tanki penampungan air. Untuk itu data yang perlu diketahui adalah:

1. Peta topografi

Data topografi adalah representasi grafis dari bagian permukaan bumi yang ditarik ke skala menggunakan warna, simbol, dan label untuk mewakili fitur yang ditemukan pada permukaan bumi. Representasi yang ideal akan terwujud jika setiap fitur dari daerah yang dipetakan dapat ditunjukkan dalam bentuk yang benar. Untuk dapat dimengerti, peta harus diwakili dengan tanda konvensional dan simbol (https://id.wikipedia.org/wiki/Peta_topografi). Data topografi digunakan untuk mengetahui lingkungan disekitar lokasi bahan penulisan dan menjadi panduan untuk lokasi penempatan tangki penampungan.

2. Data curah hujan

Data curah hujan adalah data jumlah air jatuh dalam periode tertentu yang pengukurannya menggunakan satuan tinggi di atas permukaan tanah horizontal yang diasumsikan tidak terjadi penyerapan runoff ataupun evaporasi. Data curah hujan dibagi menjadi tiga satuan waktu yaitu harian, bulanan, dan tahunan. Untuk perancangan rainwater harvesting merekomendasikan penggunaan data curah hujan harian untuk hasil yang lebih spesifik (Imteaz A.L, 2012).

Apabila area yang akan diteliti adalah wilayah yang kering maka curah hujan harian dapat diganti dengan data curah hujan perbulan. Setelah mendapatkan data curah hujan harian maka dapat lanjut ke langkah selanjutnya yaitu menghitung curah hujan harian masing-masing bulan. Pada tahap ini dilakukan agar mengetahui jumlah air yang tersedia serta mengetahui jumlah air yang dapat ditampung di musim penghujan dan musim kemarau sehingga dapat digunakan untuk pertimbangan dalam merancang tanki penampung. Untuk data curah hujan ini dapat juga digunakan untuk mengetahui kapasitas air yang dapat tertampung dalam sistem drainase pada lokasi penelitian.

3. Data penggunaan air per kapita

Data penggunaan air per kapita dapat ditentukan dengan cara wawancara masing-masing rumah agar mengetahui air yang digunakan seperti memasak, mandi, mencuci, serta biaya yang dikeluarkan dalam satu bulan (Phang wei lang, 2013). Ini dilakukan untuk pertimbangan dalam desain tanki air hujan dan biaya yang mampu dikeluarkan dari masing-masing kapita.

2.3.1 Merancang Rainwater Harvesting

Setelah data-data diperoleh maka dapat dilakukan perhitungan dalam merancang tanki penampungan air yang akan digunakan. Setelah mengkaji lebih lanjut dari masing-masing jurnal maka dapat disimpulkan bahwa rumus yang digunakan adalah sebagai berikut

$$ER = A \cdot R_t \cdot C$$

(2.1)

Dimana:

ER = Aliran air permukaan efektif

A = Luas permukaan tangkapan air (m^2)

R_t = curah hujan maksimum (mm)

C = Koefisien reduksi

Dimana ER adalah aliran air permukaan efektif (Effetive runoff) digunakan untuk mengetahui air yang dapat diterima pada luas daerah tangkapan. A adalah luas area yang tangkapan (m^2), untuk luasan area dapat digunakan data topografi yang sudah diperoleh sebelumnya. R_t adalah curah hujan harian (mm), untuk data curah hujan harian maksimum dapat didapatkan dari stasiun hujan terdekat (BMKG). C adalah koefisien ratio tangkapan air pada area yang akan diteliti. Koefisien ini bergantung pada desain rainwater harvesting dan pemanfaatan air hujan untuk memenuhi kebutuhan air. nilai C sendiri pada kawasan perumahan adalah 75%-90% bila digunakan untuk kebutuhan *indoor* dan 50% bila digunakan untuk *outdoor* (Anie Yulistianti, 2011).

Setelah didapatkan aliran air permukaan efektif maka selanjutnya adalah merancang tangki pengumpul air hujan. Untuk itu hal yang dilakukan dengan cara mengkalikan aliran air permukaan efektif persatuan waktu (Campisano & Modica, 2015)

$$Q = ER \cdot t$$

(2.2)

Dimana:

Q = Debit air yang akan ditampung (m^3/s)

ER = Aliran air permukaan efektif

t = Waktu (s)

setelah didapatkan debit yang akan ditampung, maka selanjutnya adalah menentukan penggunaan selama satuan waktu (D_t). (D_t) digunakan untuk mengetahui pemakaian air per kapita sehingga dapat menjadi patokan dalam desain tangki yang efektif. untuk menentukan D_t rumusnya adalah sebagai berikut (Okaye 2015)

$$V_k = W_d \cdot n \cdot N_t$$

(2.3)

Dimana:

V_k = Penggunaan air dalam satuan waktu

W_d = Penggunaan air per hari per kapita ($m^3/day/capita$)

n = Jumlah pengguna dalam satu rumah

N_t = Jumlah hari pada bulan t (days)

Serta ada juga pertimbangan ukuran maksimum tangki (S_{max}) yaitu pertimbangan luasan lahan yang dapat dibangun tangki agar tidak mengganggu estetika dari desain rumah itu sendiri. Untuk penerapan maksimum tangki (S_{max}) dapat dilakukan dengan mengamati rumah agar mengetahui ruang yang tersedia untuk merancang tangki. Sehingga desain pada tangki harus kurang dari ukuran maksimum tanki. Apabila terjadi air limpasan atau *overflow* pada tangki pengumpul, maka air akan dilimpaskan ke sumur resapan rencana, sehingga dapat mengetahui efektivitas Rainwater Harvesting dalam mengurangi air limpasan pada saluran drainase.

Dalam perhitungan saluran drainase ini akan menggunakan referensi lain yaitu perencanaan penampungan air hujan yang diterbitkan oleh Kementerian Perencanaan umum dan Perumahan Rakyat (PUPR). Untuk menghitung kapasitas tangki yang akan digunakan, dalam merancang kapasitas tangki dibagi menjadi 2 kasus, yaitu

1. Musim kemarau yang terjadi secara terus menerus
2. Musim kemarau yang terjadi secara tidak tetap

Apabila area penelitian ini terjadi secara terus menerus maka kapasitas tangki adalah kumulatif dari kebutuhan air yang digunakan. Apabila musim kemarau tidak secara terus menerus hanya membutuhkan nilai terbesar dari kebutuhan air yang digunakan. Dalam sistem ini juga dibutuhkan perhitungan kebutuhan talang serta pipa pembawa yang digunakan untuk menampung air hujan yang telah terjatuh di area atap rumah dan dibawa ke tangki penampungan. Untuk menghitung kapasitas

dari saluran talang yang akan digunakan adalah menggunakan rumus hidrolika biasa dengan persamaan sebagai berikut.

$$Q = \frac{A}{n} R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}} \quad (2.4)$$

Dimana

Q = debit kapasitas saluran (m³/s)

A = luas penampang (m²)

R = jari-jari hidrolik (m)

S = kemiringan saluran

Selanjutnya adalah menghitung kebutuhan talang air yang akan digunakan. Penggunaan talang air bertujuan untuk mengumpulkan, menampung air hujan sementara, dan mengalirkan air hujan ke pipa pembawa atau pipa tegak yang kemudian ditampung pada tangki penampungan air hujan. Dalam menghitung kapasitas talang air agar optimal menurut Pedoman penampungan air hujan adalah dengan mengkalikan intensitas hujan dengan luas penangkap air hujan dibagi waktu terjadinya hujan. Untuk persamaan ini akan ditampilkan dibawah ini.

$$Q = \frac{I \cdot A_{atap}}{T}$$

Dimana

Q = Kapasitas tangki penampungan (m³/s)

I = Intensitas hujan (mm/jam)

A = luas atap (m²)

T = durasi hujan (s)

Namun untuk persamaan ini telah diatur pada SNI 03-7065 tahun 2005 mengenai plumbing memberikan batasan untuk masing-masing jenis talang dengan luas area tangkapan air yang dilayaninya. Untuk persyaratan ini akan ditampilkan pada tabel 2.3.

Tabel 2. 3 Batasan Luas Tangkapan Air Untuk Masing-Masing Jenis Talang Air

Ukuran Pipa	Kemiringan Talang Air			
	0.5 %	1 %	2 %	4 %
80	15	20	30	40
100	30	45	65	90
125	55	80	115	160
150	85	125	175	250
200	180	260	365	520

Sumber: SNI 03-7065 tahun 2015

setelah itu adalah merancang filter air yang akan digunakan untuk menyaring air yang terbawa oleh talang air ataupun pipa pembawa agar air tersebut tidak terkontaminasi dengan kotoran. Dalam filter air yang akan digunakan harus memiliki beberapa komponen beserta dimensinya diantaranya adalah sebagai berikut.

1. Pasir, untuk pasir yang digunakan dengan ketebalan sebesar 300 mm hingga 400 mm, ukuran diameter efektif 0.3-1.2 mm =, koefisien keseragaman 1.2-1.4 mm dan porositas sebesar 0.4
2. Kerikil dengan ketebalan 200-350 mm dengan diameter efektif adalah 10-40 mm

2.4 Pengertian Saluran Drainase

Drainase berasal dari kata kerja *to drain*, artinya mengeringkan. Sedangkan kata drainage artinya pengeringan, baik secara alami maupun buatan. Air hujan

yang tergenang tidak dapat mengalir secara lancar pada suatu daerah sehingga memerlukan sarana dan prasarana yang memadai, hal itu disebut dengan jaringan drainase atau sistem drainase.

Sistem drainase adalah rangkaian kegiatan yang membentuk upaya pengaliran air baik air permukaan (run off) maupun air tanah (underground water) dari suatu daerah atau kawasan (Dimitri 2015). Drainase merupakan salah satu cara-cara dalam mengatasi banjir pada daerah tertentu.

Hal yang harus dipahami pada saluran drainase dibagi menjadi 4 sistem, yaitu

- 1.) Urban storm drainage; hujan lebat dengan waktu yang sangat singkat akan menimbulkan genangan pada lokasi perumahan, pasar, jalan, daerah industri harus segera disalurkan atau dipindahkan. Untuk itu perhitungan debit yang khusus untuk merancang rencana saluran.
- 2.) Wastewater drainage; air limbah perumahan, daerah industri, pasar dan lain-lain. Untuk perhitungan debit akan sangat berlainan dengan drainase air hujan, yang menentukan adalah kapan puncak maksimum terjadinya pembuangan. Air buangan tidak boleh dibuang ke aliran sungai. Harus disalurkan pada suatu tempat pengolahan untuk memisahkan benda padat dan benda cair. Setelah dipisahkan maka dapat disalurkan ke aliran sungai. Apabila tidak dipisahkan terlebih dahulu, dapat berakibat buruk untuk lingkungan sekitar sungai.
- 3.) Land drainage; bertujuan untuk mengeringkan lahan agar dapat dimanfaatkan. Dalam menghitung debit pada drainase lahan mirip dengan perhitungan debit air hujan, yang menentukan adalah apakah derasnya

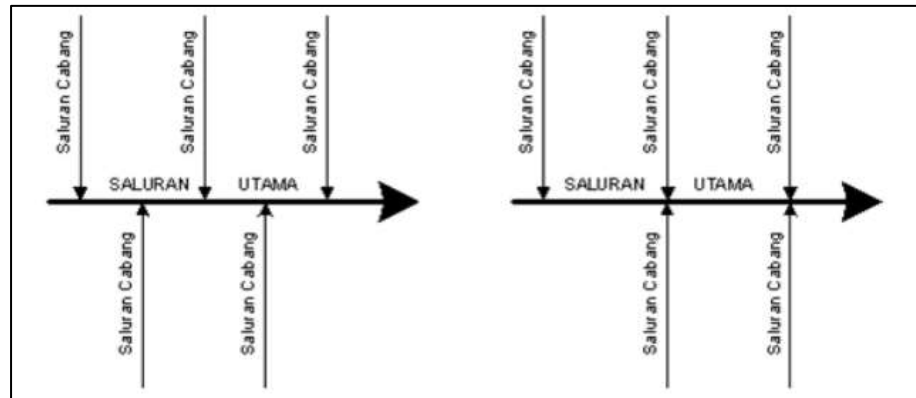
hujan. Untuk penerapan saluran lahan pada umumnya digunakan di area perkebunan yang permukaannya rendah, bandara, lapangan olahraga, dan lain sebagainya.

- 4.) Highway drainage berujuan untuk mengalirkan air hujan yang jatuh pada permukaan ke saluran pembuangan agar tidak terjadi genangan. Aliran air pada saluran jalan raya harus terencana pada perancangan jalan raya agar tidak terjadi genangan. Apabila terjadi genangan maka akan berdampak pada kualitas jalan raya tersebut. Untuk perhitungan debit pada saluran jalan raya dapat mencontoh pada pembuatan saluran drainase air hujan perkotaan.

2.4.1 Pola Saluran Drainase

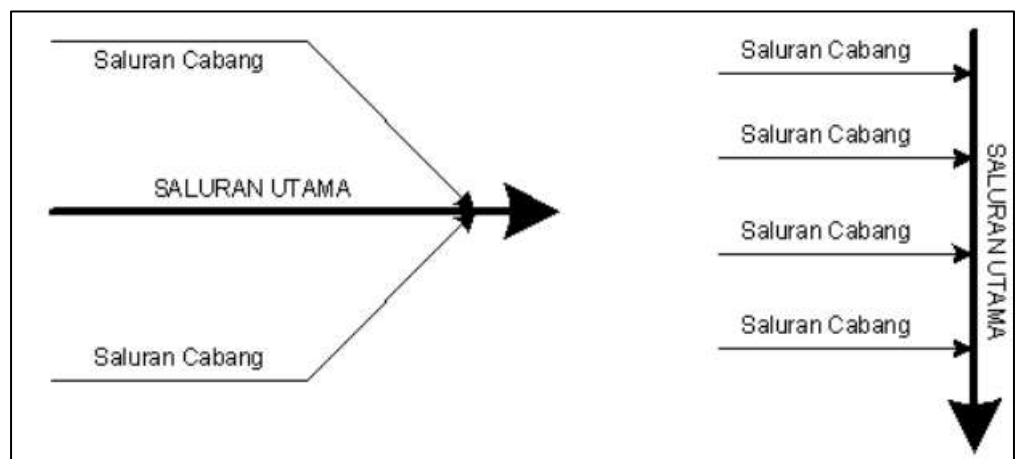
Pola saluran drainase bertujuan untuk mendapatkan desain saluran yang ekonomis namun dapat mengalirkan air secepatnya. Pola jaringan drainase ditentukan oleh beberapa faktor yaitu jenis pembuangan, jalur jalan, topografi, batasan wilayah, lokasi dan sifat pengelolaannya (Suripin 2002). Terdapat 5 pola saluran drainase perkotaan.

1. Pola siku dibuat pada daerah topografi sedikit lebih tinggi dari permukaan sungai. Saluran pembuangan atau sungai berada di tengah kota.



Gambar 2. 8 Pola Saluran Siku-Siku

2. Pola paralel, pada pola ini saluran utama sejajar dengan saluran cabang. Dengan saluran cabang yang cukup banyak dan pendek-pendek. Apabila terjadi perkembangan kota, maka saluran drainase dapat menyesuaikan.



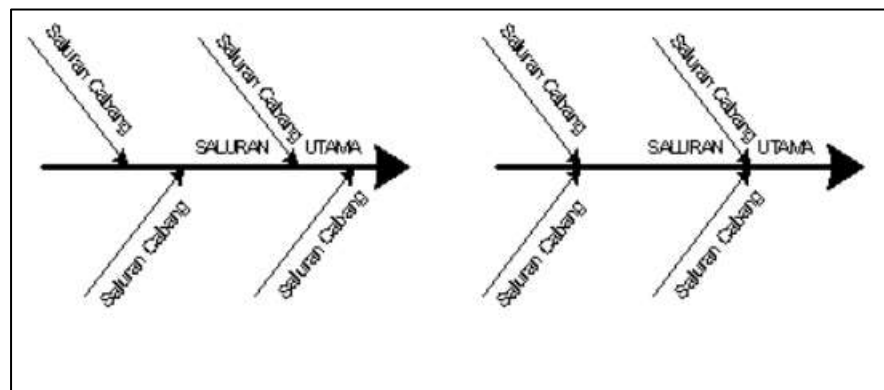
Gambar 2. 9 Pola Saluran Paralel

3. Grid iron, saluran ini digunakan apabila saluran pembuangan berada di pinggir kota. Saluran-saluran cabang akan dikumpul dahulu sebelum disalurkan ke saluran pembuangan.



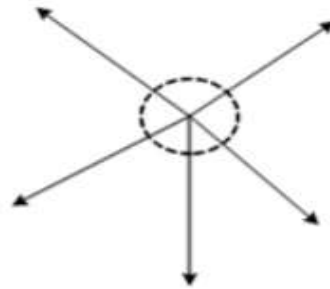
Gambar 2. 10 Pola Saluran Grid Iron

4. Pola alamiah, pada pola ini bentuk saluran mirip dengan pola saluran siku. Hanya yang membedakan adalah beban yang diberikan pada saluran alamiah lebih besar



Gambar 2. 11 Pola Saluran Alamiah

5. Radial, pada penggunaan saluran ini umumnya berada pada kawasan perbukitan dan pegunungan.



Gambar 2. 12 Pola Saluran Radial

2.5 Persiapan Evaluasi Saluran Drainase

Dalam menentukan saluran drainase yang telah tersedia maka perlu persiapan data yang valid. Hal ini bertujuan untuk mengetahui kapasitas pada saluran drainase pada lapangan dan penyebab terjadinya banjir pada area tersebut. Data yang diperlukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut,

1. Data curah hujan
2. Data peta topografi
3. Peta tata guna lahan
4. Data jaringan drainase
5. Data profil memanjang saluran
6. Data jumlah penduduk
7. Data pengamatan debit di lapangan

2.6 Analisa Dan Identifikasi Masalah Pada Saluran Drainase

Data yang telah didapatkan pada peta topografi dapat dilihat secara permasalahan umum seperti letak kawasan yang akan ditangani, tata letak sungai atau saluran akhir sebagai saluran pembuangan, tata ruang penggunaan wilayah, penyebab umum terjadinya genangan, dan kekurangan pada saluran yang ada.

Permasalahan drainase pada suatu perkotaan umumnya adalah akibat dari penggunaan dan pemanfaatan lahan yang menimbulkan banyak masalah antara lain,

1. Ketidakmampuan sistem saluran aliran alam atau sungai yang ada untuk menampung air hujan maupun air kotor sehingga setiap terjadi musim penghujan air yang tertangkap tidak dapat teralirkan dengan baik pada saluran alam atau sungai. Dan efek setelahnya adalah terjadinya genangan pada area tersebut dan terjadinya penghambatan pada aliran sungai.
2. Terjadinya genangan pada kawasan tersebut disebabkan oleh tidak adanya sistem saluran drainase yang berkoneksi dengan sistem pembuangan alam.
3. Terjadinya genangan disebabkan oleh aliran tertahan pada musim penghujan disebabkan oleh tingginya muka air sungai karena air tidak tertampung pada batas maksimal pada sungai,.
4. Penyebab air tidak dapat mengalir dan terjadinya genangan adalah karena penumpukan sampah pada saluran sungai yang ada. Mengakibatkan air akan meluap melawati aliran sungai dan terjadinya banjir.

2.7 Alternatif Penyelesaian Masalah

Apabila masalah yang terjadi telah teridentifikasi, maka ada beberapa opsional penyelesaian masalah pada saluran drainase tersebut antara lain adalah,

- Peningkatan kemampuan saluran drainase
- Mengadakan *retention basin*, sebagai penahan air sementara saat terjadinya pasang tinggi atau muka air sungai sudah naik. sehingga dapat jeda waktu untuk membuang air tanpa menimbulkan genangan.

- Pengalihan atau pembelokan aliran, sehingga air tidak melalui kawasan tersebut
- Pembangunan sistem polder dilengkapi dengan pompa, pada umumnya hal ini digunakan pada kota-kota pantai yang wilayahnya berada dibawah muka air laut.
- Menahan agar air tidak langsung dibuang ke saluran utama dengan sistem *ecodrainage*. Contohnya adalah pembuatan Rainwater Harvesting, pembuatan sumur resapan, dan lain-lain.

Dalam penulisan ini akan menerapkan *ecodrainage* sebagai salah satu solusi untuk menahan air yang jatuh diatas permukaan atap, sehingga saluran drainase akan fokus mengalirkan air yang tidak jatuh diatas permukaan atap sehingga kapasitas saluran berkerja dengan baik.

2.8 Analisis Hidrologi

Analisis hidrologi adalah pengolahan data curah hujan, data luas dan data bentuk daerah pengaliran (catchment area), data kemiringan lahan, dan data tata guna lahan. Dari data diatas dapat menentukan besarnya curah hujan rerata, koefisien pengaliran dan, waktu konsentrasi, intensitas hujan, dan debit banjir rencana. Sehingga data tersebut dapat melaksanakan proses evaluasi saluran yang ada.

2.8.1 Curah hujan

Curah hujan adalah jumlah air hujan yang jatuh pada periode waktu tertentu yang pengukuranya menggunakan satuan tinggi diatas permukaan tanah horizontal yang diasumsikan tidak terjadi infiltrasi, runoff, maupun evaporasi

(<https://foresteract.com/curah-hujan/>). Unsur yang mempengaruhi aliran air hujan di permukaan adalah

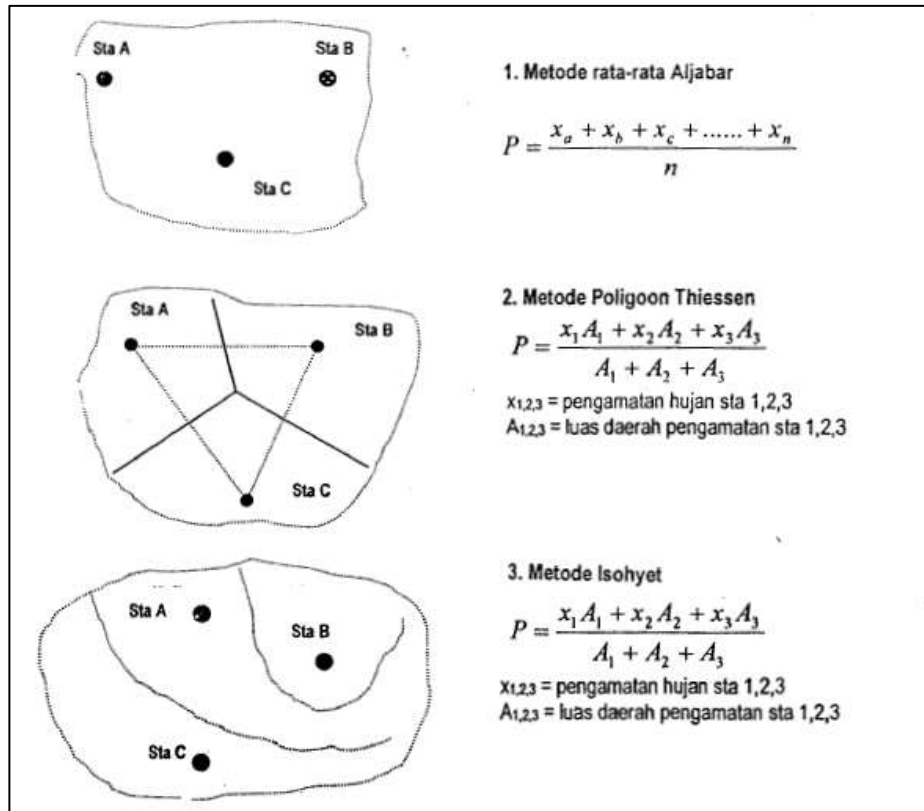
- Evaporasi
- Infiltrasi
- Pengisian cekungan

2.8.2 Pengisian Data Curah Hujan Yang Hilang

Data curah hujan yang diterima dari masing-masing stasiun hujan adakalanya tidak lengkap ataupun data yang hilang dan tidak relevan. Untuk permasalahan ini dapat menggunakan 3 cara yaitu,

- Metode rata-rata aljabar, dimana data curah hujan dari berbagai stasiun dijumlahkan secara aljabar dan dibagi banyaknya stasiun
- Metode poligon thessien, dimana data masing-masing stasiun dihubungkan sehingga mendapatkan titik tengah dan buat garis tegak lurus terhadap garis penghubung, garis tersebut adalah garis pembatas
- Metode isohayet, yaitu dengan mengamati stasiun hujan yang memiliki nilai curah hujan yang sama sehingga membentuk kontur yang menjadi garis pembatas

Untuk masing-masing memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing. Untuk gambar penjelasan dapat dilihat dibawah ini



Gambar 2. 13 Cara-Cara Menghitung Data Curah Hujan Yang Hilang

2.8.3 Frekuensi Curah Hujan Rencana

Analisis frekuensi curah hujan bertujuan untuk memperoleh data curah hujan dengan periode ulang beberapa tahun. Dalam penelitian ini akan menggunakan beberapa metode untuk memprediksi data curah hujan dengan periode ulang tertentu. (Dimitri 2015)

1. Metode distribusi normal

Metode distribusi normal atau metode distribusi Gauss adalah distribusi probabilitas dalam berbagai analisis statistika. Dalam menganalisis frekuensi hujan dengan distribusi normal dapat menggunakan rumus di bawah ini

$$X_{Tr} = \bar{X} + K_T \cdot S$$

(2.4)

dan

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

(2.5)

Dimana:

S = Standar deviasi

 \bar{X} = Curah hujan rata-rata x_i = Curah hujan stasiun i

n = Jumlah data

K_T = Faktor frekuensi, merupakan fungsi dari kala ulang dan tipe model matematika distribusi peluang yang digunakan untuk analisis peluang.

2. Distribusi Log Normal 2 Parameter

Untuk menggunakan perhitungan distribusi log normal 2 parameter, adalah

$$CV = \frac{S}{\bar{X}} \quad (2.6)$$

dan

$$X_{Tr} = \bar{X} + K_T \cdot S \quad (2.7)$$

Dimana

S = Standar deviasi

 \bar{X} = Curah Hujan Rata-Rata x_i = Curah Hujan Stasiun i

n = Jumlah Data

K_T = Nilai karakteristik distribusi Log normal 2 parameter nilainya bergantung pada koefisien variasi (CV)

3. Distribusi Log Normal 3 Parameter

Perhitungan distribusi Log normal 3 parameter bergantung pada koefisien Skewness (CS)

$$CS = \frac{n \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3}{(n-1) \cdot (n-2) \cdot S^3} \quad (2.8)$$

dan

$$X_{Tr} = \bar{X} + K_T \cdot S \quad (2.9)$$

Dimana

S = Standar deviasi

\bar{X} = Curah Hujan Rata-Rata

x_i = Curah Hujan Stasiun i

n = Jumlah Data

K_T = Nilai karakteristik distribusi Log normal 3 parameter nilainya bergantung pada koefisien Skewness (CV)

4. Distribusi Pearson Type III

Persamaan distribusi type III sebagai berikut:

$$X_{Tr} = \bar{X} + K_T \cdot S \quad (2.10)$$

dimana

S = Standar deviasi

\bar{X} = Curah Hujan Rata-Rata

x_i = Curah Hujan Stasiun i

n = Jumlah Data

K_T = Nilai karakteristik distribusi pearson type III, yang merupakan fungsi dari besarnya ditentukan pada tabel

5. Metode Distribusi Log Perason Type III

$$\text{Log } X_T = \overline{\log} X_i + K \cdot S_i \quad (2.11)$$

Dan

$$X_{Tr} = \bar{X} + K_T \cdot S \quad (2.12)$$

dimana

S = Standar deviasi

\bar{X} = Curah Hujan Rata-Rata

x_i = Curah Hujan Stasiun i

n = Jumlah Data

K_T = Faktor frekuensi

Sn = Faktor pengurangan deviasi standar

6. Metode Distribusi Gumbell

Metode distribusi Gumbell banyak digunakan dalam analisis frekuensi hujan yang mempunyai rumus sebagai berikut;

$$X_{Tr} = \bar{X} + \frac{Y_{tr}-Y_n}{S_n} \cdot S \quad (2.13)$$

Dimana

S = Standar deviasi

\bar{X} = Curah Hujan Rata-Rata

x_i = Curah Hujan Stasiun i

n = Jumlah Data

Sn = Faktor pengurangan deviasi standar

Y_n = faktor pengurangan rata-rata tergantung pada jumlah data

YT = faktor reduksi

2.8.4 Perhitungan Debit Limpasan

Dalam menghitung debit pada saluran yang akan diteliti akan dapat menggunakan 3 cara yaitu rumus empiris, cara statistik, atau cara unit hidrograf. Rumus empiris digunakan sebagai pemeriksaan hasil perhitungan menggunakan cara lain. Cara kedua adalah dengan menggunakan statistik dan kemungkinan. Dalam penggunaan ini sangat teoritis dan mempunyai banyak keuntungan dengan menggunakan data-data yang lalu. Dan cara yang ketiga adalah menggunakan unit hidrograf, unit hidrograf digunakan pada kawasan yang cakupannya luas.

Namun pada karakteristik perkotaan Indonesia, menentukan debit limpasan drainase dapat menggunakan dua cara, yaitu (Suripin 2004)

1. apabila luasan kurang dari 50 ha atau 500.000 m^2 antara 700 m x 700 m dapat menggunakan rumus dari metode rasional. curah hujan didapatkan dari kurva IDF (intensity Duration Frequency). Dalam menentukan kurva IDF dapat menggunakan perbandingan intensitas hujan dengan waktu konsentrasi
2. untuk area > 50 ha dan < 5000 km^2 , dapat menggunakan Metode Unit Hidrograf. dalam menentukan nilai debit limpasan dibagi menjadi 2 yaitu metode Snyder dan metode nekahayasu.

Penentuan debit limpasan air hujan pada permukaan tanah dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu

- intensitas hujan
- waktu konsentrasi
- koefisien pengaliran

2.8.5 Metode Rasional

Dimana metode rasional adalah metode paling tua dan paling sederhana dalam menentukan debit pada suatu aliran, yaitu debit adalah tinggi curah hujan per satuan waktu pada area tertentu (Suripin 2004) sehingga rumus debit dapat dilihat sebagai berikut,

$$Q_p = I \cdot A$$

(2.14)

Dimana:

$$Q_p = \text{Debit puncak (} m^3/s \text{)}$$

$$I = \text{Intensitas Hujan (} mm/jam \text{)}$$

$$A = \text{Luas area tangkapan air (} Km^2/ha \text{)}$$

Namun pada kejadian di lapangan tidak semua air hujan akan teralirkan, sebagian dapat terserap kedalam tanah ataupun dapat menguap ke udara, sehingga membutuhkan koefisien koreksi dan koefisien pengaliran. Untuk dalam penentuan debit puncak terbagi menjadi 2 rumus berdasarkan satuan luas yang digunakan. Apabila satuan luas yang digunakan adalah Km^2 maka rumus nya adalah,

$$Q_p = \frac{I \cdot A \cdot C \cdot Cs}{3.6}$$

(2.15)

Dan untuk satuan luasnya adalah ha maka rumus yang digunakan adalah

$$Q_p = 0.0278 \cdot C \cdot Cs \cdot I \cdot A$$

(2.16)

Dimana :

Q_p = Debit puncak (m^3/s)

I = Intensitas hujan (mm/jam)

A = Luas wilayah tangkapan air (Km^2/ha)

C = Koefisien saluran

C_s = Koefisien koreksi

2.8.6 Koefisien Pengaliran

Koefisien pengaliran adalah hasil perbandingan antara besarnya air limpasan permukaan maksimum dengan tingginya curah hujan rerata. Dalam menilai koefisien pengaliran tergantung pada vegetasi lahan, rapatnya pemukiman, kedapnya permukaan lahan, dan jenis material lahan. Untuk mempermudah penelitian Koefisien C pada kondisi limpasan permukaan telah disusun berdasarkan tabel dibawah ini,

Tabel 2. 4 Koefisien Pengaliran

Tataguna lahan	C	Tataguna lahan	C
halaman		Industri	
Tanah berpasir datar, 2%	0.10	Ringan	0.70
Tanah berpasir rata-rata 2% - 7 %	0.15	Berat	0.80
tanah berpasir miring, > 7%	0.20	Taman, Kuburan	0.25
Tanah lempung datar, 2%	0.17	Taman, bermain	0.35
Tanah lempung rata-rata, 2% - 7%	0.22	Rel kereta api	0.40
Tanah lempung miring, > 7%	0.35	jalan	
Hutan	0.40	Aspal dan beton	0.95
perkantoran		Pavingblock	0.82
Perkantoran	0.95	Trotoar dan atap	0.95
Pinggiran	0.70	Daerah berkerikil	0.50

Perumahan		Tanah kosong (tanpa vegetasi)	
Rumah tinggal	0.50	Tanah berpasir , datar (0% - 5%)	0.30
Multi unit terpisah	0.60	Tanah berpasir, rata-rata (5% -10%	0.40
Multi unit bergabung	0.70	Tanah lempung , datar (0% - 5%)	0.50
Perkampungan	0.40	Tanah lempung, rata-rata (5% -10%	0.60
Apartemen	0.70		

Sumber: georgia stormwater management manual (2001)

2.8.7 Waktu Konsentrasi

Waktu konsentrasi adalah waktu yang dibutuhkan untuk mengalirkan aliran air dari titik paling jauh ke daerah titik kontrol yang ditentukan di bagian hilir suatu aliran (Suripin 2004). Dalam penentuan waktu konsentrasi dibagi menjadi 2 bagian, yaitu:

- Inlet time (T_i), yaitu waktu yang diperlukan air mengalir pada permukaan tanah ke saluran drainase
- Conduct time (T_t), adalah waktu yang diperlukan air untuk mengalir disepanjang saluran sampai titik kontrol dibagian hilir

Sehingga waktu konsentrasi dapat dirumuskan sebagai berikut,

$$T_c = T_i + T_t$$

(2.17)

Dimana:

T_c = waktu konsentrasi (jam)

T_i = waktu yang diperlukan air untuk mengalir disepanjang saluran sampai titik kontrol dibagian hilir (jam)

T_i = waktu yang diperlukan air mengalir pada permukaan tanah ke saluran drainase (jam)

2.8.8 Koefisien Koreksi Atau Penampungan (C_s)

Daerah penampungan adalah suatu wadah hujan yang aliran airnya mengalir dari permukaan ditampung oleh suatu saluran yang bersangkutan. Dalam hal ini koefisien koreksi dapat mempengaruhi saluran puncak yang dihitung atas dasar metode rasional dengan cara mengalikannya. Untuk mengetahui nilai dari koefisien koreksi dapat menggunakan rumus sebagai berikut.

$$C_s = \frac{2 \cdot T_c}{2 \cdot T_c + T_t}$$

(2.18)

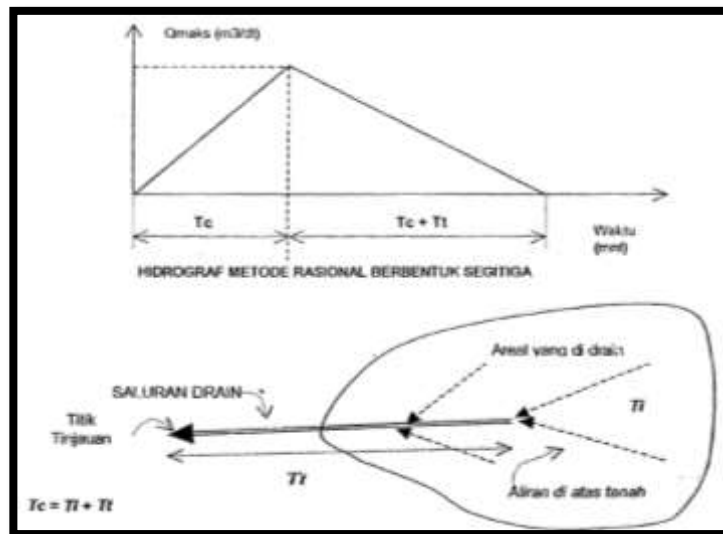
Dimana:

C_s = koefisien koreksi

T_c = waktu konsentrasi

T_t = waktu pengaliran air

Untuk lebih lanjut dapat dijelaskan pada gambar 2.16. dimana nilai T_t adalah waktu aliran dari titik terjauh menuju titik ditinjau dan nilai T_i adalah waktu air jatuh dari area tangkapan atau area menuju saluran terdekat.



Gambar 2. 14 Sketsa Penjelasan Koefisien Koreksi

2.8.9 Intensitas Air Hujan

Intensitas air hujan adalah tinggi atau kedalaman air hujan per satuan waktu (Suripin 2004). Sifat umum hujan adalah makin cepat hujan berlangsung maka intensitas hujan akan cenderung makin tinggi, serta makin besar periode ulangnya maka akan semakin besar intensitas hujannya. Besarnya intensitas hujan berbeda-beda, tergantung pada lamanya curah hujan diperoleh dengan cara melakukan analisis data hujan, baik secara statistik maupun empiris.

Data curah hujan satuan waktu (beberapa menit) yang tercatat pada alat otomatis dapat dirubah menjadi intensitas curah hujan per jam. Contohnya adalah untuk mengubah hujan 5 menit menjadi intensitas curah hujan per satuan jam. Ini telah dirumuskan oleh mononobe, yaitu intensitas hujan (I) didalam rumus rasional dapat dihitung dengan rumus

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left[\frac{24}{T_c} \right]^{2/3}$$

(2.19)

Dimana:

I = intensitas hujan (mm/jam)

R_{24} = curah hujan sehari dalam 24 jam ($mm/hari$)

T_c = waktu konsentrasi (Jam)

2.9 Analisis Hidrolika

kapasitas air akibat air hujan harus segera dialirkan melalui saluran drainase sampai pada titik pembuangan. Debit air hujan yang akan dievaluasi menjadi debit aliran untuk menetapkan dimensi-dimensi yang optimal pada saluran. rumus untuk menentukan kapasitas saluran adalah sebagai berikut

$$Q = V \cdot A$$

(2.20)

Dimana:

Q = debit kapasitas saluran (m^3/s)

V = kecepatan (m/s)

A = luas penampang basah (m^2)

Pada kecepatan saluran drainase menerapkan rumus newton yaitu:

$$F = M \cdot a$$

(2.21)

Dimana:

F = gaya (N)

M = massa (Kg)

a = percepatan (m/s^2)

Namun dalam hal ini tidak ada yang digunakan dalam percepatan, sehingga gaya penyebab aliran adalah gaya berat diimbangi oleh gaya penghambat atau gesekan. Untuk hal ini maka rumus kecepatan aliran yang sering digunakan adalah sebagai berikut.

1. Rumus Chezy

Zat cair pada saluran terbuka yang mengalir akan menimbulkan gesekan pada dinding saluran. tahanan ini akan seimbang dengan komponen gaya berat yang bekerja pada aliran zat cair. Penurunan pada rumus chezy dapat diturunkan secara matematis. Dalam aliran seragam, komponen efektif pada gaya berat sejajar dengan dasar saluran dan sama dengan ($\omega \cdot A \cdot L \cdot S = K \cdot V^2 \cdot P \cdot L$), dimana $A/p = R$ dan $\sqrt{\omega \cdot K} = C$, maka rumus yang akan digunakan berdasarkan persamaan diatas adalah

$$V = \sqrt{\left[\left(\frac{\omega}{K}\right) \cdot \left(\frac{A}{p}\right)\right]} \cdot S$$

(2.22)

Atau:

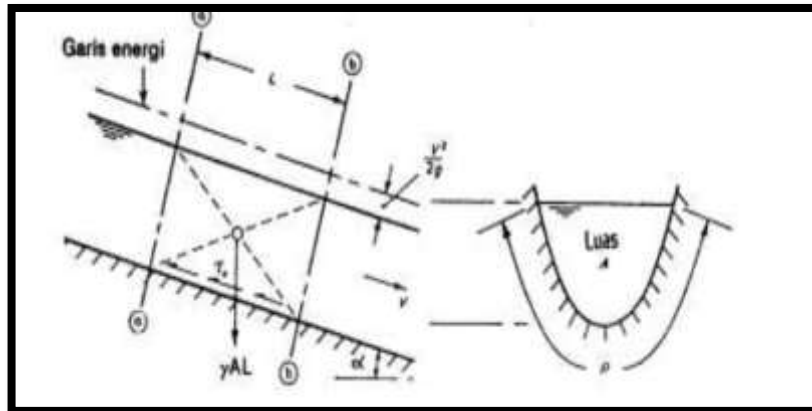
$$V = C \cdot \sqrt{R \cdot S}$$

(2.23)

Dimana:

V = kecepatan aliran (m/s)

- C = koefisien Chezy
 R = jari-jari hidrolis (m)
 S = kemiringan saluran (m)



Gambar 2. 15 Penurunan rumus Chezy

1. Rumus Manning

Pada tahun 1889, insinyur berkebangsaan Irlandia yaitu robbert manning menemukan rumus yang akhirnya diperbarui sehingga dapat digunakan hingga sekarang. Untuk rumusnya adalah

$$V = \frac{1}{n} \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot S^{\frac{1}{2}}$$

(2.24)

Dimana:

V = Kecepatan Aliran (m/s)

R = Jari – Jari Hidrolis (m)

S = Kemiringan Saluran (m)

n = Koefisien Manning

dalam koefisien manning menggunakan ketetapan berdasarkan jenis penampang basah yang digunakan, ini menjadi patokan dalam mengevaluasi saluran yang tersedia pada wilayah penelitian. Dalam penulisan skripsi ini akan menggunakan saluran dengan kecepatan berdasarkan rumus mannings. Untuk itu nilai koefisien manning dapat dilihat pada tabel 2.4.

Tabel 2.5 Nilai Manning Pada Masing-Masing Saluran

No	Jenis Permukaan Saluran	Nilai Manning (N)
1	Saluran galian	
	• Saluran Tanah	0.022
	• Saluran pada batuan digali merata	0.035
2	Saluran dengan lapisan	
	• Beton seluruhnya	0.015
	• Beton pada kedua sisi	0.020
	• Lapisan Beton pracetak	0.017
	• Pasangan batu diplester	0.020
	• Pasangan batu diplaster kedua sisi	0.022
	• Pasangan batu disiar	0.025
	• Susunan batu kosong	0.030
3	Saluran alam	
	• Berumput	0.027
	• Semak-semak	0.050

	<ul style="list-style-type: none"> • Tidak beraturan semak dan pohon di saluran 	0.150
--	--	-------

(sumber: Suripin 2004)

2.10 Referensi Jurnal

Dalam penyusunan penelitian ini peneliti menggunakan beberapa studi literature sebagai acuan dan informasi, Dalam hal ini jurnal yang digunakan akan dijabarkan menggunakan parapraf. berikut adalah resume beberapa jurnal yang digunakan

pada tahun 2019 C. juliana, T. A Gunawan dan F. M Luianto melakukan penelitian tentang implementasi Rainwater harvesting dalam fasilitas umum di kota Palembang, Sumatra Selatan. Mereka menganalisis kebutuhan air pada fasilitas umum dengan membandingkan kapasitas Rainwater Harvesting dengan kebutuhan air yang tersedia. Hasil penelitiannya adalah dengan kapasitas tangki penampung 1050 l air hujan dapat menghemat 58% penggunaan air tanah serta membutuhkan waktu 7.5 tahun untuk mengembalikan modal pembuatan Rainwater Harvesting. Dalam penulisan ini rumus curah hujan efektif yang tertera namun dikembangkan dengan pendekatan penulis.

Pada tahun 2009 F A Abdulla dan A W Al-Shareef melakukan penelitian mengenai area tangkapan air yaitu atap rumah dalam memenuhi kebutuhan air pada kawasan perumahan di Jordania. Kebutuhan akan air bersih pada wilayah kering dan semi-kering seperti Jordania membutuhkan alternatif sumber daya air agar dapat bertahan, salah satunya adalah sistem Rainwater Harvesting. Namun tidak semua air yang tertampung dalam tangki penampungan dapat digunakan dalam kebutuhan konsumsi. Sehingga membutuhkan penelitian lebih lanjut mengenai kualitas air hujan yang dapat dikonsumsi. Hasilnya adalah 0.27% hingga 19.7% air

hujan layak digunakan untuk kebutuhan konsumsi. Dalam pengembangan ini penulis akan melakukan pendekatan mengenai faktor-faktor yang dapat mempengaruhi kualitas air hujan yang tertampung.

peneliti Chien-Lie Huang, Nien-Sheng Hsu, Chin-Chiang Wei dan Wei-Jiun Luo melakukan penelitian dengan judul *Optimal Spatial Of Capacity And Quality If Rainwater Harvesting System For Urban Flood Mitigation*. Permasalahan yang terjadi adalah banjir yang terjadi di salah satu perumahan taiwan apabila terjadi hujan badai sehingga membutuhkan solusi agar kawasan ini dapat kering dengan waktu yang cepat dengan menggunakan rainwater harvesting. Dalam penelitian ini hasilnya adalah desain tangki digunakan dapat mengurangi 72 % genangan pada area yang diteliti dengan membandingkan antara 4 simulasi banjir menggunakan *Stor Water Management Model (SWMM)*.

Gabriele Freni dan Lorena Liuozo melakukan penelitian berjudul *Effectiveness Of Rainwater Harvesting System For Flood Reduction In Urban Area*. Permasalahan yang digunakan adalah banjir yang disebabkan oleh hujan badai sehingga membutuhkan solusi agar air yang ada dapat dimanfaatkan dengan menggunakan rainwater harvesting. Dalam hal ini akan mensimulasi area tersebut sebelum dan sesudah menggunakan rainwter harvesting dan membandingkan pengurangan banjir yang terjadi. Dan hasilnya adalah area yang sebelum dan sesudah menggunakan rainwater harvesting dengan kapasitas tangki adalah 5 m³ mengalami pengurangan debit banjir sebesar 35%. Dalam penelitian ini akan dikembangkan penelitian yang telah ada dengan menggunakan konsep *waterbalance* yang digunakan agar dapat diterapkan pada penulisan ini.

C. Alberto dan M. carlo melakukan penelitian berjudul *Rainwater harvesting as source to reduce runoff peaks to downstream drainage system*. Dalam penelitian ini akan melakukan evaluasi pengurangan aliran puncak pada area tangkapan air hujan dengan membandingkan sebelum dan sesudah menggunakan Rainwater Harvesting. Hasilnya adalah Untuk mengurangi puncak aliran air hujan bergantung pada ukuran tangki dan kebutuhan air yang digunakan, dengan ukuran tangki $5 m^3$ dapat mengurangi puncak aliran sebesar 30% - 68%. Dalam hal ini penulis menggunakan rumus aliran air masuk kedalam tangki dengan mengalikan area tangkapan air dengan curah hujan harian.

Pada tahun 2017 Vitta Pratiwi dan Endang Permana melakukan penelitian dengan judul *Analisis penerapan rainawater harvesting pada kawasan perumahan G-land padalarang untuk menjaga ketersediaan air tanah*. Dalam penelitian ini bertujuan untuk Mengatasi penggunaan air tanah yang berlebihan karena kurang tersedianya sumber air lain. Penelitian ini akan merancang kapasitas tangki rainwater harvesting agar dapat memenuhi kebutuhan air yang digunakan oleh satu rumah. Dan hasilnya adalah Dalam penggunaan rainwater harvesting pada perumahan G-land padalarang menunjukkan dapat memanen air hujan sebanyak $2929 mm/tahun$ dengan area tangkapan air seluas $66 m^2$. Pengembangan yang dilakukan adalah menerapkan gagasan yang sama dengan perbedeaan pada permasalahan yang digunakan yaitu mengurangi limpasan air yang diterima kawasan Cluster Tulip Bumi Adipura.

C. Juliana, T A Gunawan dan F M Litanto pada tahun 2014 melakukan penelitian berjudul *Rainwater harvesting system implementation for domestic use: the enviroment and financial benefit*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui

pengurangan penggunaan air tanah dalam kebutuhan sehari-hari. Hasilnya adalah Penggunaan rainwater harvesting dapat membantu penggunaan sumber air yang berlebihan dengan menghemat penggunaan air hingga 54,92%. Pengembangan pada tulisan ini adalah mempraktekan penghematan yang dapat dilakukan penduduk pada kawasan Cluster Tulip Bumi Adipura

C. Juliana, T A Gunawan & F M Litanto pada tahun 2014 juga melakukan penelitian yang berjudul *The effect of differences data duration time period in assessment of rainwater harvesting system performances for domestic use*. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan kapasitas tangki penampungan dengan memperkirakan durasi hujan yang diterima oleh area tangkapan air pada kapasitas tangki Rainwater Harvesting. Hasilnya adalah durasi hujan yang singkat dan periode ulang yang lama dengan durasi hujan yang lama dan periode ulang yang cepat adalah 0.5% - 2.7 %. Dengan opsi terbaik adalah menggunakan durasi hujan yang lama dan periode ulang yang singkat. Dalam pengembangan ini dilakukan untuk mengetahui curah hujan yang dapat efektif digunakan dalam merancang tangki penampung air.

Peneliti Fatrizi Dimitri pada tahun 2015 melakukan penelitian berjudul *Analisis dan evaluasi saluran drainase pada kawasan perumahan talang kelapa di subdas lambidaro Kota Palembang*. Dalam penelitian ini bertujuan untuk Mengkaji penyebab air limpasan yang terjadi pada saluran drainase di kawasan perumahan talang kelapa di sub DAS Lambidaro Kota Palembang. Dan hasilnya adalah Dengan menggunakan data yang diperoleh dari survey langsung di lapangan. Terdapat 24 saluran drainase yang tidak dapat mengalirkan air dengan baik. Sehingga

dibutuhkan desain baru yang dapat mengalirkan air ini secara optimal dengan bantuan aplikasi EPA SWMM.

Kurniawan Hartono, Kosasih Wilbert, Chandra Herry Pitradi, Kusumastuti Cilila pada tahun 2017 melakukan penelitian berjudul *Perencanaan Sistem Rainwater Harvesting Yang Berbasis Engineering Value*. Penelitian ini bertujuan untuk penggunaan value engineering dalam menentukan desain rainwater harvesting agar dapat desain maksimal namun dengan biaya yang minimal mungkin. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aspek desain yang diprioritaskan adalah dampak lingkungan, diikuti oleh biaya dan kualitas, perawatan dan estetika. Dengan menggunakan RWHS, bak penampungan yang optimal adalah 2200 liter. Dalam penulisan ini akan mengembangkan value engineering dalam merancang kapasitas tangki air hujan pada dampak lingkungan.