

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Air

Air merupakan kebutuhan pokok manusia dalam menunjang seluruh aktivitas kehidupannya. Air yang diperlukan manusia harus cukup untuk seluruh kebutuhan hidup khususnya kebutuhan untuk minum. Dalam lingkungan rumah tangga peranan air mencakup tiga hal, yaitu konsumsi untuk air minum yang dibutuhkan untuk kelangsungan hidup secara fisik, higienis, dan kenyamanan. Untuk memperkirakan jumlah kebutuhan air untuk rumah tangga dilakukan standar kebutuhan minimum penduduk yang meliputi kebutuhan air untuk makan, minum, mandi, kebersihan rumah dan menyiram tanaman. Air merupakan kandungan zat terbesar di bumi yaitu sekitar sepertiga dari kandungan bumi. Secara umum air berjumlah tetap, air hanya akan berputar sesuai dengan siklusnya, contohnya yaitu siklus pada air hujan.

3.1.1 Kebutuhan Air Untuk Ruang Terbuka Hijau

Ruang terbuka adalah ruang yang bisa diakses oleh masyarakat baik secara langsung dalam kurun waktu terbatas maupun secara tidak langsung dalam kurun waktu tidak tertentu. Ruang terbuka bisa berbentuk jalan, trotoar, ruang terbuka hijau seperti taman kota, hutan dan sebagainya. Sedangkan ruang hijau yang dapat berbentuk jalur, seperti jalur hijau jalan, tepian air waduk danau, bantaran sungai, bantaran kereta api, saluran jaringan listrik tegangan tinggi, dan berbentuk simpul, berupa taman rumah, taman lingkungan, taman kota, taman pemakaman, lahan pertanian kota, dan lainnya sebagai Ruang Terbuka Hijau (RTH).

3.1.2 Kebutuhan Air Untuk Pengguna Umum (*Public Use*)

Kebutuhan air dalam bangunan artinya air yang dipergunakan baik oleh penghuninya ataupun oleh keperluan-keperluan lain yang ada kaitannya dengan fasilitas bangunan. Kebutuhan air didasarkan sebagai berikut:

1. kebutuhan untuk minum, memasak/dimasak. Untuk keperluan mandi, buang air kecil dan air besar. Untuk mencuci, cuci pakaian, cuci badan, tangan, cuci peralatan dan untuk proses seperti industri.
2. kebutuhan yang sifatnya sirkulasi: air panas, *water cooling/AC*, kolam renang, air mancur taman.
3. kebutuhan yang sifatnya tetap: air untuk hidran dan air untuk *sprinkler*.
4. kebutuhan untuk irigasi yaitu usaha penyediaan, pengaturan, dan pembuangan air untuk menjangkau pertanian.

Kebutuhan air terhadap bangunan tergantung fungsi kegunaan bangunan dan jumlah penghuninya. Besar kebutuhan air khususnya untuk kebutuhan manusia dihitung rata-rata perorang per hari tergantung dari jenis bangunan yang digunakan untuk kegiatan manusia.

3.2 Hujan

Menurut Bambang Triatmodjo (2008), hujan adalah air yang menguap karena panas dari matahari dan dengan proses kondensasi (perubahan uap air menjadi tetes air yang sangat kecil) membentuk tetes air yang lebih besar kemudian jatuh kembali ke permukaan bumi. Pada waktu berbentuk uap air terjadi proses *transportasi* (pengangkutan uap air oleh angin menuju daerah tertentu yang akan terjadi hujan). Ketika proses transportasi tersebut uap air tercampur dan melarutkan gas-gas oksigen, nitrogen, karbondioksida, debu, dan senyawa lain. Karena itulah, air hujan juga mengandung debu, bakteri, serta berbagai senyawa yang terdapat dalam udara. Jadi kualitas air hujan juga banyak dipengaruhi oleh keadaan lingkungannya. Tipe hujan dibedakan menurut cara naiknya udara keatas.

1. Hujan Konvektif

Di daerah tropis pada musim kemarau udara yang berada di dekat permukaan tanah mengalami pemanasan intensif. Pemanasan tersebut menyebabkan rapat massa udara berkurang, sehingga udara basah naik ke atas dan mengalami pendinginan sehingga terjadi kondensasi dan hujan. Hujan terjadi karena proses ini disebut hujan konvektif, yang biasanya bersifat setempat, mempunyai intensitas tinggi dan durasi singkat.

2. Hujan Siklonik

Jika massa udara panas yang relatif ringan bertemu dengan massa udara dingin yang relatif berat, maka udara panas tersebut akan bergerak di atas udara dingin. Udara yang bergerak ke atas tersebut mengalami pendinginan sehingga terjadi kondensasi dan terbentuk awan dan hujan. Hujan yang terjadi disebut hujan siklonik, yang mempunyai sifat tidak terlalu lebat dan berlangsung dalam waktu lebih lama.

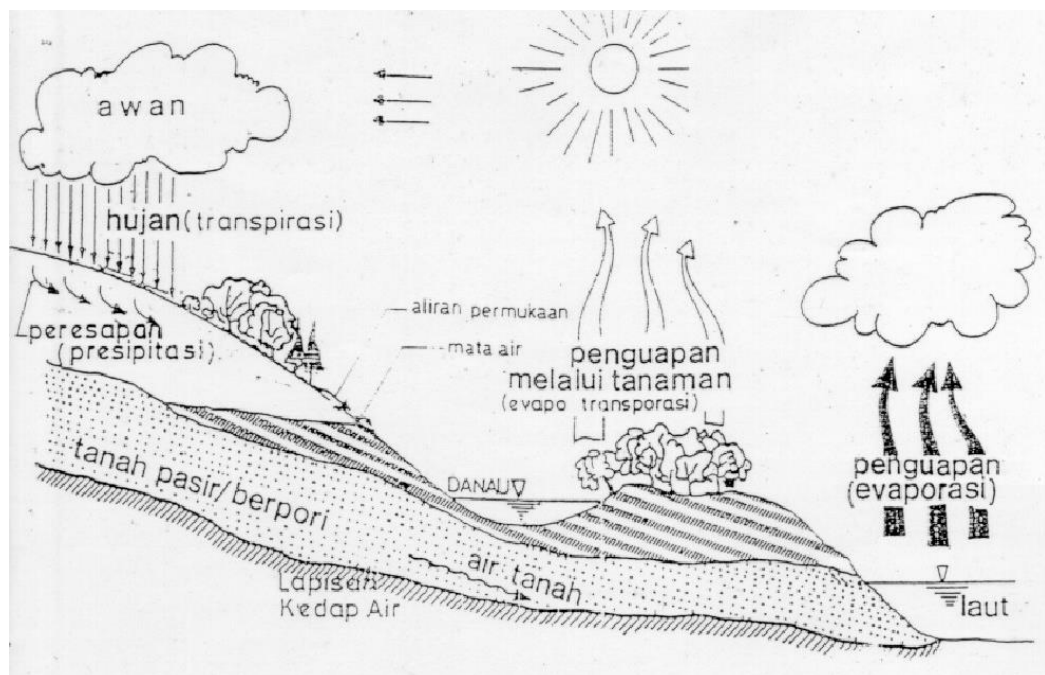
3. Hujan Orografis

Udara lembab yang tertiup angin dan melintasi daerah pergunungan akan naik dan mengalami pendinginan, sehingga terbentuk awan dan hujan. Sisi gunung yang dilalui oleh udara tersebut banyak mendapatkan hujan dan disebut lereng hujan, sedang sisi belakangnya yang dilalui udara kering (uap air telah menjadi hujan di lereng hujan) disebut lereng bayangan hujan. Daerah tersebut tidak permanen dan dapat berubah tergantung musim (arah angin). Hujan ini terjadi di daerah pergunungan (hulu DAS), dan merupakan pemasok air tanah, danau, bendungan, dan sungai.

3.2.1 Siklus Hidrologi

Menurut Wilson (1993) jumlah air di alam ini tetap ada dan mengikuti suatu aliran yang dinamakan siklus hidrologi. Dalam siklus ini dengan adanya penyinaran matahari, maka semua air yang ada dipermukaan bumi akan menguap. Penguapan terjadi pada air permukaan, air yang berada pada lapisan tanah bagian atas, air yang ada didalam tumbuhan, hewan, dan manusia. Karena adanya angin, maka uap air ini akan bersatu dan berada di tempat yang tinggi yang

dikenal sebagai awan. Oleh angin, awan akan terbawa semakin tinggi dimana temperatur di atas makin rendah, yang dapat menyebabkan titik-titik air dan jatuh ke bumi yang disebut hujan. Air hujan ini ada yang mengalir langsung ke dalam air permukaan (*run-off*), ada yang meresap ke dalam tanah (perkolasi) dan menjadi air tanah yang dangkal maupun yang dalam, dan ada yang diserap oleh tumbuhan. Air tanah akan timbul ke permukaan menjadi mata air dan menjadi air permukaan. Air permukaan yang mengalir di permukaan bumi, umumnya berbentuk sungai dan jika melalui tempat yang rendah (cekung) maka air akan berkumpul membentuk danau. Tetapi tidak sedikit air yang mengalir ke laut kembali dan kemudian akan mengikuti siklus hidrologi seperti pada Gambar 3.1 berikut



Gambar 3.1 Siklus Hidrologi

(Sumber : Soemarto, 1999)

3.2.2 Konservasi Air

Menurut Aris Subagiyo (2012) Konservasi air merupakan upaya memelihara keberadaan serta keberlanjutan keadaan, sifat dan fungsi sumber daya air untuk meningkatkan kuantitas dan kualitas air, memenuhi kebutuhan makhluk hidup. Apabila tingkat produktivitas tanah menurun, maka kualitas air tanah atau

sumber air akan menjadi tercemar, sehingga jumlah air bersih semakin berkurang. Konservasi dibutuhkan karena semakin banyak jumlah penduduk, semakin sedikit kawasan resapan air dan kebutuhan lahan akan terus bertambah. Konservasi sumber daya air tidak hanya sebatas air yang ada di permukaan, tetapi juga air yang berada di bawah permukaan tanah.

Tujuan konservasi sumber daya air yaitu.

1. Mencegah banjir dan kekeringan
Permasalahan yang berkaitan dengan air yaitu kelebihan maupun kekurangan air. Hal ini disebabkan oleh perubahan iklim dan perubahan tata guna lahan yang menyebabkan penurunan kuantitas air yang terinfiltrasi ke dalam tanah
2. Mencegah erosi dan sedimentasi
Erosi adalah peristiwa terkikisnya lapisan permukaan bumi oleh angin atau air. Sedangkan sedimentasi adalah proses pengendapan partikel butiran tanah baik yang halus maupun yang kasar yang terbawa air. Faktor penentu erosi dan sedimentasi adalah iklim, topografi, dan sifat tanah.
3. Menjaga kuantitas dan kualitas air tanah
Salah satu upaya untuk menjaga kuantitas dan kualitas air tanah adalah membuat sumur resapan terutama di kawasan hulu. Sumur resapan tersebut berfungsi untuk menahan dan menampung air hujan, sehingga air hujan memiliki kesempatan untuk meresap ke dalam tanah yang akan menjadi cadangan air tanah di daerah tersebut.

Macam – macam konservasi air untuk meningkatkan kualitas dan kuantitas air tanah.

1. Penampungan Air Hujan (PAH)
Yaitu pengumpulan, penyimpanan, pendistribusian air hujan dari atap untuk penggunaan di dalam maupun di luar gedung dan pengaliran kelebihan air ke dalam tanah.
2. Biopori
Yaitu membuat lubang resapan dengan ukuran tertentu (diameter 10 sampai 30 cm dengan panjang 30 sampai 100 cm) yang ditutupi sampah organik

sebagai penyerap air ke tanah dan membuat kompos alami dan sebagai alternatif untuk meresapkan air hujan ke dalam tanah.

3. Sumur Resapan

Berupa bangunan dibuat menyerupai sumur gali dengan kedalaman tertentu yang berfungsi sebagai tempat menampung air hujan yang jatuh di atap rumah atau daerah kedap air dan meresapkannya ke dalam tanah.

3.2.3 Pemanenan Air Hujan (*Rainwater Harvesting*)

Manfaat pemanenan air hujan yaitu.

1. Tidak ada pengurangan cadangan air bawah tanah

Peningkatan kebutuhan air mengakibatkan pengambilan air bawah tanah yang banyak sehingga mengurangi cadangan air bawah tanah. Sehingga sistem pemanenan air hujan merupakan alternatif yang bermanfaat.

2. Mengurangi kekeringan dengan mengumpulkan dan menyimpan air hujan.

Saat kemarau, sumber air seperti danau, sungai dan air bawah tanah memiliki kualitas yang rendah sehingga mengumpulkan dan menyimpan air hujan dapat mengurangi kekeringan suatu kawasan.

3. Air hujan sebagai alternatif sumber air.

Sumber air terletak jauh dari kawasan pemukiman, maka pemanenan air hujan dapat menjadi alternatif untuk sumber air di kawasan pemukiman tersebut.

Teknik pengumpulan air biasanya menggunakan sumber air besar seperti sungai dan *groundwater* seperti sumur dan sistem irigasi, dan memerlukan investasi skala besar. Pemanenan air bertujuan untuk memanfaatkan *runoff* agar tidak terjadi erosi dan dapat dimanfaatkan untuk keperluan yang lain.

3.2.4 Komponen Penampungan Air Hujan

Kolam penampungan air hujan merupakan kolam atau wadah untuk menampung air hujan yang jatuh di atas bangunan (rumah, gedung kantor atau industri) yang disalurkan melalui talang. Pengumpul air tersebut dapat diletakkan di atas permukaan tanah atau dibawah permukaan tanah sesuai dengan

ketersediaan lahan. Untuk pengumpul air yang berada diatas permukaan memiliki beberapa keuntungan yaitu mudah dalam mengambil/memanfaatkan airnya dan mudah perawatannya. Komponen dasar sistem ini tergantung dengan kerumitan sistem tertentu, akan tetapi secara umum sistem panen air hujan memiliki 6 komponen, yaitu.

1. Permukaan daerah tangkapan air hujan

Atap bangunan merupakan area penangkapan air hujan. Jumlah air yang didapat dapat ditampung dari sebuah atap tergantung dari material atap, dimana semakin halus permukaan maka akan semakin baik.

2. Talang dan pipa sebagai penangkap dan penyalur air hujan yang melimpas dari atap menuju penampungan, bahan yang biasa digunakan adalah PVC dan *galvanized steel*.

3. Saringan yaitu saluran penggelontor air hujan pertama dan pencuci atap, komponen penghilang kotoran dari air yang ditangkap oleh permukaan penangkap sebelum menjupenampungan.

4. Bak / Unit penampungan

Ukuran dari penampungan ditentukan oleh berbagai faktor antara lain persediaan air hujan, permintaan kebutuhan air, lama musim kemarau, penampungan area penangkap.

Beberapa komponen dasar yang diperlukan untuk membuat sistem pemanenan air hujan, antara lain: (1) penampung air hujan berbentuk permukaan atap; (2) sistem penyaluran air hujan dari atap ke penampungan melalui talang; (3) tempat penyimpanan air hujan seperti tong, bak atau kolam. Sistem penampungan air hujan juga memerlukan komponen pendukung lainnya seperti pompa air dari bak atau kolam.

3.2.5 Kelebihan dan Kekurangan Pemanfaatan Air Hujan

Dalam pemanfaatan air hujan memiliki kelebihan dan kekurangan yang terjadi. Berikut adalah kelebihan dalam pemanfaatan air hujan.

1. Menyediakan kebutuhan air atau cadangan air untuk kebutuhan musim kemarau.

2. Mengurangi limpasan yang terjadi agar tidak terjadi genangan di area yang mengakibatkan banjir.
3. Dapat dimanfaatkan untuk kebutuhan sehari-hari seperti menyiram tanaman dan kebutuhan lain.

Kekurangan dari pemanfaatan air hujan adalah.

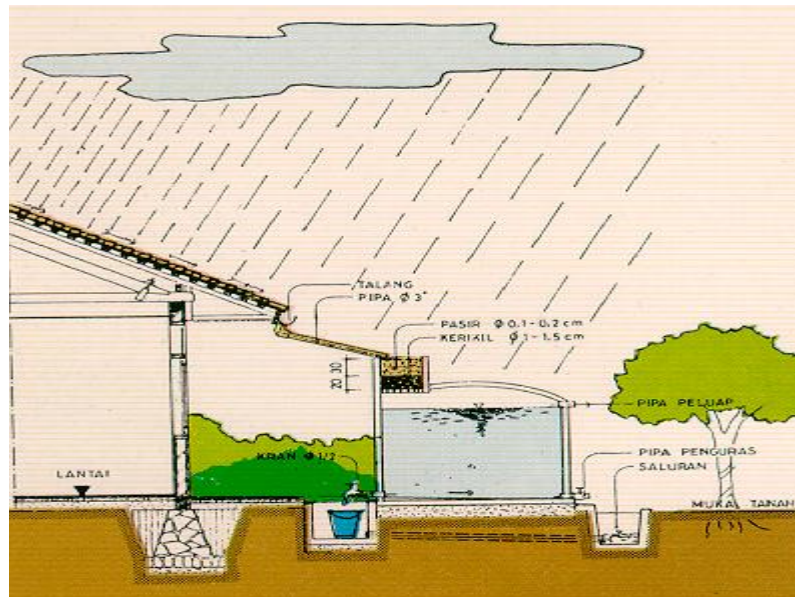
1. Biaya pembuatan cukup mahal.
2. Perlu dilakukan perawatan secara berkala agar air hujan memenuhi kebutuhan yang diinginkan.
3. Melakukan perawatan pada talang agar tidak terjadi hambatan saat air hujan akan melewati talang.

3.2.6 Keseimbangan Air dan Penentuan Ukuran PAH

Prinsip utama dalam penentuan ukuran penampungan air hujan adalah volume air hujan yang ditangkap harus sama dengan atau melebihi kebutuhan air. Variabel dari air hujan dan kebutuhan air menggambarkan hubungan antara daerah tangkapan yang dibutuhkan dan kapasitas penyimpanan. Pada objek yang diteliti ini yaitu gedung perkantoran yang memerlukan daerah tangkapan air seiring dengan perubahan kapasitas penampungan untuk memenuhi permintaan kebutuhan air. Sistem penampungan harus dapat menampung air lebih sebagai antisipasi pemenuhan kebutuhan air saat musim kemarau. Secara praktek sejumlah air akan hilang saat menuju saluran penggelontoran air hujan pertama, melimpas dari talang saat hujan deras atau saat talang mengalami kebocoran. Sehingga hal ini dapat mengurangi volume air hujan yang ada dipenampungan.

3.2.7 Metode Penampungan Air Hujan

Penampungan air hujan memiliki konsep menampung langsung air hujan yang jatuh di atap dengan melalui komponen sistem pemanenan air hujan seperti talang pipa dan unit penampungan air seperti pada Gambar 3.2 berikut



Gambar 3.2 Detail Penampungan Air Hujan

(Sumber : Peraturan Menteri Pekerjaan Umum, 2014)

Langkah – langkah pembuatan penampungan air hujan sebagai berikut.

1. Menghitung ukuran penampungan air hujan
 Memerlukan perhitungan volume air hujan yang tertampung sebagai air limpasan yang dialirkan melalui talang dan dikumpulkan ke dalam penampungan air. Kemungkinan ditentukan volume yang harus dibuat agar menampung air hujan.
2. Memilih jenis penampungan air
 Pemilihan jenis penampungan dengan mempertimbangkan kelebihan dan kekurangan pada setiap bahan yang akan dipakai.
3. Penempatan penampungan air
 Untuk menentukan lokasi bak penampung air hujan perlu diperhitungkan segi kepraktisan dan pengisian air, kesehatan lingkungan serta ketinggian talang rumah. Maka bila memungkinkan sebaiknya bak penampung air hujan dibangun dekat dapur, namun dijauhkan dari comberan. Penempatan penampungan dapat dilakukan didalam tanah maupun di atas permukaan tanah. Penampungan di atas permukaan tidak perlu melakukan penggalian sehingga biaya lebih murah dari penempatan dibawah permukaan tanah.

4. Pembuatan sistem penyaluran air menuju penampungan

Pembuatan talang dan pipa saluran penggelontor air hujan pertama sesuai dengan volume air yang melewati, sehingga memperkecil limpasan saluran dan membuat pipa saringan agar kotoran atau daun tidak masuk ke penampungan.

5. Pembuatan sistem penyaluran air keluar dari penampungan

Membuat saluran yang akan dilalui air untuk keluar dari penampungan seiring dengan penggunaan air. Dan harus memperhatikan bahwa lubang keluar air tidak boleh berada terlalu bawah untuk menghindari adanya endapan kotoran.

3.2.8 Jenis dan Persyaratan Umum Penampungan Air Hujan

Adapun jenis penampungan yang umum digunakan untuk penampungan air hujan sebagai berikut.

1. *Concrete tank/ferro semen*, jenis ini memiliki sifat tahan lama dan permanen tetapi memiliki perawatan yang cukup rumit. Dalam pemakaiannya, tanki air dari beton harus dikerjakan sebaik mungkin, mengingat beton mempunyai cukup pori maka jenis tanki ini cukup mudah mengalami rembesan dan bocoran, sehingga pada pelaksanaannya permukaan tanki harus ditutupi dengan permukaan yang lebih rapat misalnya pemberian keramik ataupun lapisan karpet lainnya.
2. Pasangan bata tidak memerlukan biaya yang cukup mahal, pengerjaan lama, mudah dibuat tanpa memerlukan keahlian khusus, cenderung boros dalam penggunaan material perekatnya, menyerap panas saat panas dan menyerap dingin saat dingin.
3. *Fiberglass Reinforced Plastic*, jenis ini memiliki sifat yang mempunyai daya tahan yang cukup lama, dan jenis tanki ini cukup kuat terhadap korosi dan tidak terlalu terpengaruh oleh bahan kimia. Kekurangannya adalah karena bahannya yang mudah tembus cahaya matahari menyebabkan jenis ganggan akan lebih mudah bertumbuh didalam bak. Tapi untuk mengatasinya dapat dilakukan dengan pengecatan luar dari tanki sehingga

cahaya akan berkuarang tembus kedalam tanki. Untuk konstruksi dudukan tanki jenis fibreglass dapat ditempatkan diatas konstruksi besi dan konstruksi beton.

Dari ketiga jenis bahan penampungan air hujan yang di sarankan, sedangkan penampungan yang berbahan besi tidak direkomendasikan karena mudah berkarat dan mudah menyerap panas. Ketentuan bak penampungan air hujan seperti tabel 3.1 berikut

Tabel 3.1 Ketentuan Bak Penampungan Air Hujan

No	Bahan bak penampung	Volume maksimal	Acuan perencanaan/bahan	Keterangan
1.	Ferro semen	Sesuai perhitungan perencanaan	Pt S-04-2000-C	Individual/skala kelompok masyarakat
2.	Pasangan Bata	Sesuai perhitungan perencanaan	Pt S-05-2000-C	Individual/skala kelompok masyarakat
3.	FRP	4 m ³	Sesuai ketentuan dalam modul terminal air	Individual/skala kelompok masyarakat

Sumber: Peraturan Menteri Pekerjaan Umum (2014)

Pembuatan penampungan air hujan harus memenuhi ketentuan sebagai berikut.

1. Harus kedap air
2. Harus dilaksanakan oleh orang yang berpengalaman
3. Penempatan penampungan air hujan sedekat mungkin dengan talang rumah, di tanah datar dan keras.

Pada konstruksi tangki penampungan air hujan, bahan yang digunakan harus memenuhi syarat seperti pada tabel 3.2 yang merupakan acuan untuk memilih bahan pembuatan tangki

Tabel 3.2 Persyaratan Bahan Pembuatan PAH

No	Bahan-Bahan	Persyaratan
1.	Semen	Semen yang digunakan adalah Portland Cement yang memenuhi syarat harus mempunyai kehalusan dan sifat ikat yang baik dan disarankan
2.	Pasir dan Kerikil	Pasir yang digunakan adalah pasir beton yang bersih berbutir tajam dan keras. Pasir dan kerikil harus bergradasi baik, bersih dan bebas dari kandungan bahan organis. Kerikil untuk beton berukuran 2-3cm, bersih, keras, padat dan tidak berpori.
3.	Besi Beton	Besi beton yang dipakai adalah besi beton mutu U.24, bersih, tidak berkarat dan bebas dari minyak.
4.	Kawat Ayam	Kawat ayam adalah kawat dengan kualitas baik.
5.	Batu Bata merah	Batu bata yang digunakan minimum kelas 25 kg/cm ² .
6.	Air	Air yang digunakan untuk membuat campuran perekat harus bersih, bebas dari minyak, tidak asam/basa, dan bebas bahan tersuspensi lainnya
7.	Bahan tambah	Bahan tambah bila diperlukan, disarankan sesuai dengan spesifikasi bahan tambahan untuk beton.
8.	Pipa dan perlengkapannya	Pipa dan perlengkapannya baik pipa PVC, PE, GIP, FRP memenuhi standar yang berlaku

Sumber : Peraturan Menteri Pekerjaan Umum (2014)

3.3 Perhitungan Volume Penampungan Air Hujan

Dalam melakukan perhitungan prasarana pemanenan air hujan memerlukan berbagai pertimbangan komponen pembiayaan yaitu pembiayaan dalam penyediaan sistem, biaya operasional, dan biaya perawatan. Semakin besar skala

penampungan air hujan dan operasi sistem pemanenan air hujan, maka volume yang dibutuhkan juga semakin besar untuk setiap komponen pembiayaan.

3.3.1 Kebutuhan Air Toilet dan Taman

1. Toilet

Menurut Wardhana (2009) pengguna air bersih untuk toilet seperti pada tabel 3.3 kebutuhan air untuk toilet adalah 20 liter/orang/hari.

Tabel 3.3 Keperluan Air

Keperluan	Air yang dipakai (liter/orang/hari)
Minum	2,0
Memasak, kebersihan dapur	1,45
Mandi, kakus	20,0
Cuci pakaian	13,0
Air Wudhu	15,0
Air untuk kebersihan rumah	32,0
Air untuk menyiram tanam-tanaman	11,0
Air untuk mencuci kendaraan	22,5
Air untuk keperluan lain-lain	20,0
Jumlah	150,0

Sumber: Wardhana (1999)

2. Taman

Taman lingkungan perkantoran merupakan taman dengan klasifikasi yang lebih kecil dan diperuntukkan untuk kebutuhan terbatas yang meliputi populasi terbatas/pengunjung. Taman ini terletak di beberapa kawasan institusi, misalnya pendidikan dan kantor-kantor. Institusi tersebut membutuhkan ruang terbuka hijau berupa pekarangan untuk tempat upacara, olah raga, area parkir, sirkulasi udara, keindahan dan kenyamanan waktu istirahat belajar atau bekerja. Pada Tabel 3.3 Keperluan air, air untuk menyiram tanaman yang berkaitan dengan luas taman yaitu 11 liter/orang/hari, kemudian dikalikan dengan jumlah pegawai 131 orang, dibagi dengan luas taman 800 m² sehingga didapat 2 liter/m²/hari kebutuhan air untuk taman.

3. Kebutuhan Air Total

Untuk menghitung total air yang dibutuhkan dalam suatu kantor dengan memperhitungkan jumlah jiwa, luas taman dan banyaknya kebutuhan air sesuai dengan tabel 3.3 dengan menggunakan persamaan 3.1 sebagai berikut

$$Q = (n_j \times \text{kebutuhan air bersih}) + (n_t \times \text{kebutuhan air untuk taman}) \quad (3.1)$$

Keterangan :

n_j = Jumlah jiwa

n_t = Luas taman(m²)

3.3.2 Ketersediaan Air

1. Perhitungan Hujan Rerata

Untuk menghitung hujan rerata dengan Metode rerata aljabar, metode ini menjumlahkan hujan tiap tahun dibagi dengan jumlah seluruh tahun. Hujan rerata menggunakan Persamaan 3.2 sebagai berikut

$$R_{\text{rerata}} = \frac{R_1 + R_2 + \dots + R_n}{n} \quad (3.2)$$

Keterangan :

R_{rerata} = rerata hujan

R_n = hujan tahun ke-n

n = jumlah seluruh tahun

2. Hujan Andalan

Hujan andalan adalah besarnya curah hujan yang terjadi pada periode waktu tertentu yang peluang terjadinya hujan adalah 80%. Perhitungan hujan andalan dilakukan dengan pengolahan data hujan bulanan tiap tahun yang ada kemudian mengurutkan data debit rerata bulanan dari nilai tertinggi ke rendah. Perhitungan peluang masing – masing dengan menggunakan Persamaan 3.3 sebagai berikut

$$P_{\%} = \frac{m}{n+1} \times 100\% \quad (3.3)$$

Keterangan :

m = nomer urut

n = jumlah data

P% = Probabilitas

3. Ketersediaan Air

Untuk menghitung ketersediaan air atau volume air hujan yang jatuh di atap bangunan, dapat digunakan Persamaan 3.4 berikut ini:

$$V = R \times A \times C \quad (3.4)$$

Keterangan :

V = Volume air tertampung (m³)

R = Curah hujan (m)

A = Luas daerah tangkapan (m²)

C = Koefisien Runoff

Nilai koefisien runoff didapat dari tabel koefisien limpasan untuk metode rasional seperti pada Tabel 3.4 berikut

Tabel 3.4 Koefisien Limpasan untuk Metode Rasional

Diskripsi Lahan/Karakter Permukaan	Koefisien aliran
Bussines	
Perkotaan	0,7 – 0,95
Pinggiran	0,5 – 0,7
Perumahan	
Rumah tinggal	0,3 – 0,5
Multiunit, terpisah	0,4 – 0,6
Multiunit, tergabung	0,6 – 0,75
Perkampungan	0,25 – 0,4
Apartemen	0,5 – 0,7
Industri	
Ringan	0,5 – 0,8
Berat	0,6 – 0,9
Perkerasan	
Aspal dan beton	0,7 – 0,95
Batu bata, paving	0,5 – 0,7

Lanjutan Tabel 3.4 Koefisien Limpasan untuk Metode Rasional

Diskripsi Lahan/Karakter Permukaan	Koefisien aliran
Atap	0,75 – 0,95
Halaman, tanah berpasir	
Datar 2%	0,05 – 0,1
Rata-rata, 2 – 7%	0,1 – 0,15
Curam 7%	0,15 – 0,2
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	0,1 – 0,35
Taman tempat bermain	0,2 – 0,35
Taman, perkuburan	0,1 – 0,25
Hutan	
Datar, 0 - 5%	0,1 – 0,4
bergelombang, 5 – 10%	0,25 – 0,5
berbukit, 10 – 30%	0,3 – 0,6

Sumber: Suripin (2004)

3.3.3 Volume Penampungan Air Hujan

Berdasarkan kebutuhan air yang sesuai dengan kebutuhan dan peruntukan bangunan, maka dapat diperhitungkan volume bak penampung air yang dibutuhkan. Rumus yang digunakan untuk menghitung volume bak penampung air hujan adalah seperti Persamaan 3.5 sebagai berikut

$$V_b = \frac{n_j \times h_k \times k_j}{1000} + \frac{n_t \times h_k \times k_t}{1000} \quad (3.5)$$

Keterangan :

V_b = Volume bak penampungan air hujan (m^3)

n_j = Jumlah jiwa

h_k = Jumlah hari saat bulan kemarau (hari)

k_j = Konsumsi air untuk toilet (lt/org/hari)

n_t = Luas taman (m^2)

k_t = Konsumsi air untuk taman (lt/ m^2 /hari)

3.4 Neraca Air

3.4.1 Pengertian Neraca Air

Neraca air (*water balance*) merupakan neraca masukan dan keluaran air disuatu tempat pada periode tertentu, sehingga dapat untuk mengetahui jumlah air tersebut kelebihan ataupun kekurangan. Kegunaan mengetahui kondisi air pada surplus dan defisit dapat mengantisipasi bencana yang kemungkinan terjadi, serta dapat pula untuk memanfaatkan air dengan sebaik-baiknya.

3.4.2 Manfaat Neraca Air

Manfaat secara umum yang dapat diperoleh dari analisis neraca air antara lain.

1. Digunakan sebagai dasar pembuatan bangunan penyimpanan dan pembagi air serta saluran-salurannya. Hal ini terjadi jika hasil analisis neraca air didapat banyak bulan-bulan yang defisitair.
2. Sebagai dasar pembuatan saluran drainase dan teknik pengendalian banjir. Hal ini terjadi jika hasil analisis neraca air didapat banyak bulan-bulan yang kelebihan air.
3. Sebagai dasar pemanfaatan air alam untuk berbagai keperluan pertanian seperti tanaman pangan – hortikultura, perkebunan, kehutanan hingga perikanan.

3.4.3 Macam-macam NeracaAir

Soewarno (2000) menyatakan bahwa model neraca air cukup banyak, namun yang biasa dikenal terdiri dari tiga model, antara lain:

1. Neraca Air Umum

Neraca ini menggunakan data-data klimatologis dan bermanfaat untuk mengetahui berlangsungnya bulan-bulan basah (jumlah curah hujan melebihi kehilangan air untuk penguapan dari permukaan tanah atau evaporasi maupun penguapan dari sistem tanaman atau transpirasi, penggabungan keduanya dikenal sebagai evapotranspirasi).

2. Neraca Air Lahan

Neraca ini merupakan penggabungan data-data klimatologis dengan data-data tanah terutama data kadar air pada Kapasitas Lapang (KL), kadar air tanah pada Titik Layu Permanen (TLP), dan Air Tersedia (WHC = Water Holding Capacity).

Kapasitas lapang adalah keadaan tanah yang cukup lembab yang menunjukkan jumlah air terbanyak yang dapat ditahan oleh tanah terhadap gaya tarik gravitasi. Air yang dapat ditahan tanah tersebut akan terus-menerus diserap akar tanaman atau menguap sehingga tanah makin lama makin kering. Pada suatu saat akar tanaman tidak lagi mampu menyerap air sehingga tanaman menjadi layu. Kandungan air pada kapasitas lapang diukur pada tegangan 1/3 bar atau 33 kPa atau pF 2,53 atau 346 cm kolom air.

Titik layu permanen adalah kondisi kadar air tanah dimana akar-akar tanaman tidak mampu lagi menyerap air tanah, sehingga tanaman layu. Tanaman akan tetap layu pada siang atau malam hari. Kandungan air pada titik layu permanen diukur pada tegangan 15 bar atau 1.500 kPa atau pF 4,18 atau 15.849 cm tinggi kolom air. Air tersedia adalah banyaknya air yang tersedia bagi tanaman yaitu selisih antara kapasitas lapang dan titik layu permanen.

3. Neraca Air Tanaman

Neraca ini merupakan penggabungan data klimatologis, data tanah, dan data tanaman. Neraca air ini dibuat untuk tujuan khusus pada jenis tanaman tertentu. Data tanaman yang digunakan adalah data koefisien tanaman pada komponen keluaran dari neraca air. Neraca air adalah gambaran potensi dan pemanfaatan sumberdaya air dalam periode tertentu. Dari neraca air ini dapat diketahui potensi sumberdaya air yang masih belum dimanfaatkan dengan optimal.

Secara kuantitatif, neraca air menggambarkan prinsip bahwa selama periode waktu tertentu masukan air total sama dengan keluaran air total ditambah dengan perubahan air cadangan (*change in storage*). Nilai

perubahan air cadangan ini dapat bertanda positif atau negatif (Soewarno, 2000).

Faktor yang digunakan dalam perhitungan dan analisis neraca air adalah ketersediaan air dari daerah aliran yang dikaji dan kebutuhan air dari tiap daerah layanan yang dikaji. Untuk menghitung neraca air digunakan Persamaan 3.6 berikut

$$\frac{\Delta S}{\Delta t} = I - O \quad (3.6)$$

Keterangan :

ΔS = Perubahan Volume Tampung

Δt = Perubahan Waktu

I = Volume masuk suatu bulan

O = Volume keluar suatu bulan