

PRESIPITASI DALAM PERENCANAAN ARSITEKTUR DI KOTA PONTIANAK

Yudi Purnomo¹, Agustiah Wulandari²

¹Program Studi Arsitektur Universitas Tanjungpura, Kota Pontianak

²Program Studi Perencanaan Wilayah dan Kota Universitas Tanjungpura, Kota Pontianak

Email korespondensi : yudipurnomo@teknik.untan.ac.id

Abstrak

Presipitasi adalah curah hujan atau turunnya air hujan ke permukaan bumi. Tingkat curah hujan akan mempengaruhi kondisi air permukaan. Tingginya tingkat curah hujan mengakibatkan beberapa daerah mengalami genangan. Genangan yang terjadi juga disebabkan oleh rendahnya infiltrasi tanah permukaan dan tidak baiknya sistem drainase. Kota Pontianak merupakan daerah yang memiliki curah hujan yang relatif tinggi dan nilai infiltrasi tanah permukaan yang rendah. Hal ini menyebabkan potensi genangan menjadi ancaman pada beberapa kawasan. Selain kedua hal tersebut, potensi genangan juga dipengaruhi oleh semakin sempitnya ruang terbuka hijau atau kawasan non terbangun (*void*) dalam intensitas pemanfaatan lahan perkotaan. Telah banyak penelitian yang membahas permasalahan ini dalam berbagai sudut pandang bidang keilmuan. Tulisan ini mencoba membahas konsep perencanaan dalam bidang arsitektur untuk meminimalisir dampak negatif dari presipitasi di Kota Pontianak. Dasar pemikiran tulisan ini didasarkan kepada prinsip genangan yaitu kapasitas resapan dan aliran permukaan lebih kecil dari volume air hujan yang turun ke permukaan. Perencanaan keruangan secara arsitektural perlu memperhitungkan volume air hujan yang dapat dialihkan selain menjadi aliran permukaan dan resapan. Konsep arsitektur tradisional sebenarnya telah dan pernah menjawab permasalahan dan kebutuhan dasar masyarakat. Namun konsep kontemporer seringkali mengabaikan kearifan masa lalu. Tulisan ini mencoba menggambarkan pentingnya perencanaan yang memperhatikan presipitasi di Kota Pontianak.

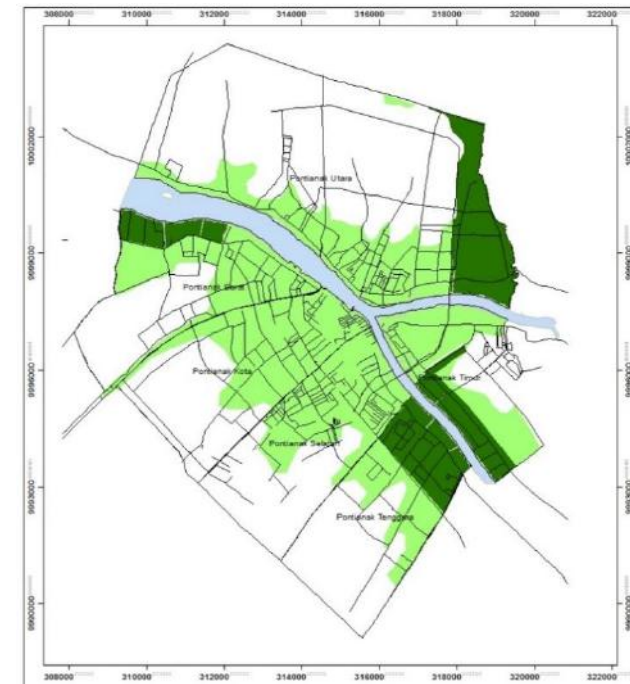
Kata kunci: Presipitasi, Perencanaan Arsitektur, Kota Pontianak

PENDAHULUAN

Kota Pontianak, Ibu Kota Provinsi Kalimantan Barat, terletak di wilayah khatulistiwa atau secara geografis terletak di 0°02'24" Lintang Utara sampai dengan 0°05'37" Lintang Selatan, dan 109°16'25" Bujur Timur sampai dengan 109°23'01" Bujur Timur. Kedudukan geografis Kota Pontianak tersebut menempatkan Kota Pontianak sebagai daerah yang memiliki iklim tropis khatulistiwa. Temperatur udara rata-rata di Kota Pontianak pada tahun 2015 (BPS Kota Pontianak, 2016) berkisar antara 21,30°C hingga 36,8°C. Data BPS Kota Pontianak juga mencatat curah hujan rata bulanan di Kota Pontianak adalah 237,76 mm dengan rata-rata hari hujan 17 hari tiap bulan.

Luas Kota Pontianak mencapai 107,82 km², terdiri dari 6 (enam) kecamatan dan 29 kelurahan. Ketinggian Kota Pontianak berkisar antara 0,10 sampai dengan 1,50 meter di atas permukaan laut. Selain dilintasi oleh garis khatulistiwa, Kota Pontianak juga terbelah oleh Sungai Kapuas dan Sungai Landak.

Kondisi geografis di atas menjadikan Kota Pontianak sebagai kota yang memiliki potensi genangan akibat presipitasi yang terjadi. Gambar 1 memperlihatkan bahwa hampir sebagian besar wilayah Kota Pontianak, sekitar 60%-75%, berpotensi banjir. Kondisi permukaan yang relatif rendah terhadap muka air laut dan tingkat curah hujan yang masuk dalam kategori menengah tinggi serta konstan adalah salah satu penyebab potensi genangan. Salah satu persoalan terkait potensi genangan adalah air hujan dan koefisien aliran permukaan (*runoff*). Kedua pokok persoalan ini akan dipengaruhi oleh beberapa faktor lain seperti lokasi, bentang alam, infiltrasi, kondisi permukaan, dan berbagai variabel lainnya. Faktor yang terlihat secara alamiah adalah infiltrasi dan curah hujan. Sedangkan faktor buatan manusia adalah kondisi permukaan berupa pola ruang dan intensitas pemanfaatan ruang.



Legenda

- Jalan
- Sungai
- berpotensi banjir/genangan
- berpotensi tinggi banjir/genangan
- tidak berpotensi banjir/genangan

Sumber: (Wulandari & Taufiqurrahman, 2016)

Gambar 1: Kawasan Resiko Bencana Banjir di Kota Pontianak

Sebagai Ibukota Provinsi Kalimantan Barat, Kota Pontianak adalah pusat perekonomian. Pembangunan dengan intensitas tinggi telah menjadikan ruang-ruang kota menjadi semakin padat. Kepadatan di pusat kota telah sampai ke daerah-daerah pinggiran kota hingga ke kabupaten yang berbatasan dengannya. Tingginya intensitas pembangunan telah mereduksi ruang-ruang terbuka di kota ini. Ruang terbuka yang adapun telah menjadi ruang terbuka non hijau sebagai pelengkap kehidupan perekonomian dan sosial.

Kawasan permukiman mendominasi peningkatan pemanfaatan ruang di Kota Pontianak, khususnya peruntukan rumah dan perumahan. Pembangunan perumahan seringkali disebut sebagai salah satu penyebab genangan atau banjir di Kota Pontianak. Salah satu artikel dalam media online (Agustiandi & Faisal, 2017) disebutkan bahwa banjir yang terjadi di Kota Pontianak disebabkan banyak rumah-rumah perumahan yang tidak memiliki resapan air serta kota berada di kawasan dengan topografi datar sehingga air bergerak lambat. Dalam artikel lain (Widura, 2017) disebutkan bahwa sistem drainase di Kota

Pontianak sudah baik yang dibuktikan bahwa di beberapa tempat genangan air cepat surut. Selanjutnya disebutkan bahwa genangan yang terjadi dikarenakan hujan yang cukup deras dan berada di wilayah rawan banjir.

Permasalahan lain yang timbul adalah semakin minimnya ruang terbuka (hijau) di beberapa area permukiman yang ada di Kota Pontianak. Pembangunan permukiman dengan kepadatan menengah hingga tinggi dibangun dengan memaksimalkan persil atau lahan yang ada. Sehingga tanah sebagai media penyerapan air (infiltrasi) menjadi semakin sempit dan bahkan tertutup oleh ruang terbuka non hijau.

Permasalahan yang ditimbulkan oleh presipitasi pada bangunan gedung bukan semata permasalahan genangan. Air yang dibawa oleh hujan dan angin dapat meresap ke dalam pori-pori material bangunan yang berpengaruh kepada ketahanan dan kenyamanan kehidupan manusia di dalam bangunan gedung. Perencanaan dari sisi konstruksi dan arsitektural sebuah bangunan gedung berperan cukup penting dalam mempengaruhi kualitas hidup dan kehidupan manusia.

KAJIAN LITERATUR

Masyarakat tradisional telah menjadikan ‘bersahabat dengan alam’ sebagai kebiasaan turun temurun dalam seluruh bidang kehidupan, termasuk juga pada cara berarsitektur mereka (Salura, 2001). Penciptaan bentukan arsitektur dan lingkungan merupakan wujud komunikasi antara manusia dengan alam. Perkembangan pemikiran manusia semakin terbuka, pengetahuan mengenai realitas mulai dipahami menghasilkan penemuan dalam ilmu pengetahuan dan teknologi. Pada gilirannya manusia mulai mengeksplorasi seluruh potensi yang ada dalam dunia. Perkembangan ini memicu kompleksitas dan majemuknya seluruh bidang kehidupan.

Produk hasil karya arsitektur selalu tercipta melalui proses, sehingga bentukan arsitektur dapat dilihat sebagai suatu produk, sekaligus sebagai suatu proses (Salura, 2001). Eksplorasi manusia terhadap alam mulai menjadikan alam sebagai obyek penderita. Salah satu bentuk eksploitasi dalam arsitektur adalah adanya kecenderungan eksploitasi tanah semaksimal mungkin oleh pengembang dan pemilik bangunan. Pada akhirnya

mengakibatkan penurunan nilai lingkungan tersebut (Salura, 2001). Produk hasil karya arsitektur selalu tercipta melalui proses, sehingga bentuk arsitektur dapat dilihat sebagai suatu produk dan proses.

Menurut Teori Maslow (Sastra & Marlina, 2006), hierarki kebutuhan manusia terhadap karya arsitektur adalah *survival needs, safety and security needs, affiliation needs, esteem needs, dan cognitivedanaesthetic needs*. Teori ini menjelaskan bahwa setelah kebutuhan jasmani terpenuhi, maka sebuah karya arsitektur akan menjadi salah satu kebutuhan yang mendorong seseorang untuk meningkatkan kualitas kehidupan ke arah yang lebih baik. Produk arsitektur bukan lagi sekedar tempat berlindung dari panas dan hujan, namun dapat memberikan ketenangan, kesenangan, dan kenangan atas segala peristiwa dalam kehidupan. Sehingga perencanaan produk arsitektur selain memperhatikan kondisi sosial budaya serta kemampuan ekonomi pemiliknya, perencanaan juga harus memperhatikan kondisi lingkungan sekitar.

Sebuah bangunan harus direncanakan sesuai dengan persyaratan-persyaratan berikut (Sastra & Marlina, 2006):

- a. Keamanan
Keamanan diartikan bahwa bangunan tersebut harus berdiri kokoh, kuat, mampu mengampu beban-beban yang diterimanya.
- b. Kesehatan
Rumah yang baik adalah rumah yang dapat menjaga kesehatan penghuninya. Beberapa sarana yang diperlukan untuk pemeliharaan kebersihan dan kesehatan antara lain:
 - Kamar mandi dan wc beserta saluran pembuangan dan pengelolaannya.
 - Saluran pembuangan air hujan sebagai sarana penyaluran dan pembuangan air hujan
 - Tempat penimbunan dan penampungan sampah sementara.
- c. Kenyamanan
Aspek kenyamanan meliputi ranah yang sangat luas, mencakup beberapa aspek, antara lain kenyamanan *thermal*, kenyamanan *audio*, dan kenyamanan visual
- d. Keindahan
Keindahan merupakan aspek terakhir yang harus dipertimbangkan setelah pertimbangan

mendasar lainnya terpenuhi. Aspek ini dipertimbangkan oleh masyarakat golongan ekonomi menengah ke atas, dimana kebutuhan pokok jasmaniah bukan merupakan masalah yang sulit lagi.

Unsur-unsur perencanaan adalah hal-hal yang dapat mempengaruhi perencanaan, dapat berupa kondisi lingkungan setempat ataupun aturan-aturan formal yang berlaku di tempat itu. Beberapa aspek yang dipertimbangkan dalam melakukan perencanaan antara lain (Sastra & Marlina, 2006):

- 1) Keadaan tanah
Keadaan tanah merupakan faktor penting dalam proses perencanaan bangunan. Kondisi tanah tidak selalu sama dan setiap tempat memiliki kondisi yang spesifik. Beberapa aturan terkait keadaan tanah adalah:
 - a) Jenis dan bentuk bangunan yang boleh didirikan di tempat tersebut
 - b) Koefisien dasar bangunan
 - c) Koefisien lantai bangunan
 - d) Ketinggian maksimal bangunan
 - e) Garis sempadan bangunan
- 2) Keadaan iklim setempat
Perencanaan dan perancangan bangunan harus memperhatikan kondisi iklim setempat guna mencapai efisiensi penggunaan bangunan. Bangunan dapat beradaptasi dengan iklim setempat akan meminimalkan kebutuhan tindakan tambahan dalam upaya mencapai kenyamanan penggunaannya.. sebagai contoh, bangunan yang didirikan di daerah dengan curah hujan yang tinggi akan lebih menguntungkan apabila direncanakan untuk menggunakan atap miring karena kemampuannya untuk mengalirkan air lebih cepat.
- 3) Orientasi tanah setempat
Berdasarkan data lingkungan dan iklim setempat selanjutnya dapat direncanakan orientasi bangunan terkait dengan orientasi persil tanahnya. Orientasi dimaksud adalah sebagai berikut:
 - Orientasi persil tanah
 - Orientasi bangunan terhadap sinar matahari
 - Orientasi bangunan terhadap aliran udara
 - Pengaturan jarak bangunan
 - Pengaturan bukaan bangunan
 - Pengaturan atap bangunan

4) Aspek sosial ekonomi

Kondisi sosial suatu wilayah merupakan salah satu aspek yang berpengaruh besar terhadap keputusan pemilihan lokasi bangunan. Kondisi sosial masyarakat ini terkait dengan masalah yang lebih luas, diantaranya adalah:

- Pola pikir
- Agama yang dianut
- Cara berinteraksi antar anggota masyarakat
- Karakter masyarakat setempat

Sedangkan kondisi ekonomi merupakan faktor yang berpengaruh pada penentuan rancangan bangunan. Kemampuan beli calon penghuni adalah faktor mutlak yang harus dipertimbangkan untuk menentukan kuantitas dan kualitas rancangan bangunan.

5) Aspek kesehatan

Perencanaan rumah harus mempertimbangkan aspek kesehatan. Aspek ini dalam jangka panjang akan sangat berperan bagi keberlanjutan proses penghunian dalam suatu bangunan. Beberapa hal yang terkait dengan masalah kesehatan dalam perencanaan bangunan antara lain:

- a) Kecukupan air bersih
- b) Kecukupan cahaya
- c) Kecukupan udara

6) Aspek teknis

Ditinjau dari aspek teknis, bangunan harus memenuhi persyaratan kekuatan bangunan.

Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi kenyamanan dan kemampuan mental dan fisik penghuni terhadap perencanaan dan pelaksanaan bangunan (Lippsmeier, 1997):

- radiasi matahari
- kesilauan
- temperatur dan perubahan temperatur
- presipitasi
- kelembaban udara
- gerakan udara
- pencemaran udara

Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi keselamatan bangunan (Lippsmeier, 1997):

- gempa bumi
- badai
- hujan lebat dan banjir
- gelombang pasang
- bahan biologis

Faktor yang dapat menyebabkan kerusakan bangunan dan pelapukan bahan bangunan lebih awal:

- faktor-faktor yang telah disebut di atas (kenyamanan dan kemampuan mental).
- intensitas radiasi matahari yang kuat
- kelembaban udara dan kondensasi yang tinggi
- badai debu dan pasir
- kandungan garam dalam udara

Perencanaan perlu dimulai dengan meneliti persyaratan-persyaratan iklim untuk setiap bangunan secara terperinci melalui informasi mengenai kondisi iklim berikut:

- radiasi matahari
- temperatur
- kelembaban udara
- presipitasi
- arah dan gaya angin
- awan

Bila seorang arsitek dihadapkan pada masalah dalam menyiapkan rancangan bangunan, maka ia harus mengetahui faktor fundamental seperti: jenis bangunan yang dibutuhkan, lokasi bangunan dan batas biaya. Sangat tidak menguntungkan jika hal itu tidak didukung dengan pengetahuan klimatologi yang sesuai. Perencanaan dihadapkan pada aspek ilmiah dari bangunan itu, unsur iklim harus diperhitungkan agar memberikan bangunan yang dirancang dengan baik (Tjasyono, 2004).

Data iklim yang diperlukan oleh seorang arsitek terutama adalah (Tjasyono, 2004):

- pertimbangan panas
- ventilasi dan angin
- sinar matahari
- aspek hujan dan kelembaban

Presipitasi dan Arsitektur

Presipitasi didefinisikan sebagai bentuk air cair dan padat yang jatuh ke permukaan bumi. Bentuk presipitasi adalah hujan, gerimis, salju, dan batu es hujan. Hujan adalah bentuk presipitasi yang sering dijumpai dan di Indonesia yang dimaksud dengan presipitasi adalah curah hujan (Tjasyono, 2004). Air Hujan adalah bagian dari air di alam yang berasal dari partikel air di angkasa dan jatuh di bumi (Peraturan Menteri PU Nomor 11 Tahun 2014, 2014) sedangkan curah hujan adalah banyaknya air hujan yang tercurah atau turun di suatu daerah dalam jangka waktu tertentu.

Ada tiga pola hujan di Indonesia, yaitu (Tjasyono, 2004):

a) Pola Curah Hujan Jenis Monsun

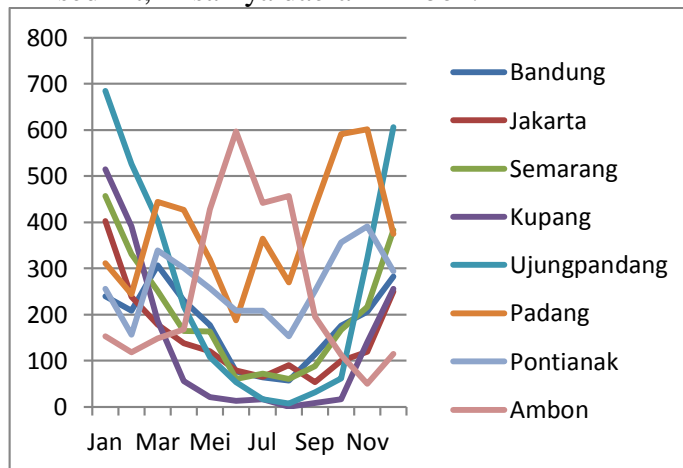
Karakteristik dari jenis ini adalah distribusi curah hujan bulanan berbentuk V dengan jumlah curah hujan minimum pada bulan Juni, Juli, dan Agustus. Saat monsoon barat curah hujan berlimpah, sebaliknya saat monsoon timur jumlah curah hujan sangat sedikit. Daerah yang mempunyai curah hujan jenis monsoon sangat luas terdapat di Indonesia.

b) Pola Curah Hujan Jenis Ekuator

Distribusi curah hujan bulanan mempunyai dua maksimum. Jumlah curah hujan maksimum terjadi setelah *equinox*. Tempat di daerah ekuator seperti Pontianak dan Padang mempunyai pola curah hujan jenis ekuator. Pengaruh monsoon di daerah ekuator kurang tegas dibandingkan pengaruh isolasi pada waktu *equinox*.

c) Pola Curah Hujan Jenis Lokal

Distribusi curah hujan bulannya kebalikan dari jenis monsoon. Pola curah hujan jenis lokal lebih banyak dipengaruhi oleh sifat lokal. Daerah yang mempunyai jenis lokal sangat sedikit, misalnya daerah Ambon.



Sumber: (Tjasyono, 2004)

Gambar 2: Distribusi Curah Hujan Bulanan (mm) di Stasiun Hujan Terpilih

Di daerah tropis presipitasi turun pada umumnya selama musim hujan, di wilayah khatulistiwa terjadi dua kali setahun. Semakin mendekati garis balik, musim ini semakin pendek dan waktunya semakin dekat sampai menjadi satu musim hujan di sekitar garis balik. Presipitasi di daerah tropis menjadi intensif bila awan bergerak vertikal ke ketinggian yang memiliki temperatur di

bawah 0°C. Disini terbentuk inti kondensasi dalam bentuk kristal es. Hujan tropis bisa tiba-tiba turun dengan intensitas yang sangat tinggi dan biasanya jumlah air yang datang dengan tiba-tiba itu selalu menimbulkan bahaya banjir.

Kekuatan aliran air dapat juga menyebabkan erosi tanah merusak jalan, lapangan dan pondasi bangunan. Dalam kasus yang ekstrim, air dapat membongkar pondasi dan merobohkan bangunan. Penyusunan barisan rumah sejajar terhadap kemiringan lebih baik daripada tegak lurus, dengan syarat air disalurkan pada saluran yang baik. Jalan yang mengikuti arah kemiringan akan mempercepat kecepatan aliran air dan memperbesar kekuatan erosinya. Daerah-daerah dengan hujan periodik yang besar diperlukan tindakan pencegahan erosi karena hujan yang singkat sekali pun dapat sangat lebat. Tetapi di daerah seperti ini air hujan biasanya dikumpulkan karena merupakan satu-satunya sumber air.

Orientasi bangunan sebaiknya tegak lurus terhadap arah angin. Tanpa pelindung yang tepat hujan yang dibawa angin akan mudah masuk ke dalam ruangan, air masuk melalui lubang yang paling kecil sekalipun dan angin dapat memaksanya bahkan pada dinding yang vertikal. Pada prinsipnya, usaha melindungi dinding, jendela, pintu terhadap cahaya matahari juga berfungsi juga sebagai pelindung terhadap hujan. Tetapi biasanya konstruksi ini dibuat terlalu lemah sehingga untuk menghadapi kekuatan hujan tropis harus diperkuat.

Curah hujan kelihatan pengaruhnya pada bagian luar bangunan, yang mempengaruhi bahan bangunan. Jika curah hujan disertai dengan angin yang kencang, kemungkinan dapat mempengaruhi bagian dalam bangunan. Sampai sekarang sedikit sekali diketahui tentang sudut jatuh dari tetes hujan yang jatuh. Di daerah tropis tempat terjadinya hujan lebat dengan dimensi tetes hujan yang lebih besar curah hujan mendekati vertikal, kecuali jika disertai arah angin yang lazim, dimungkinkan untuk membuat dinding pelindung atau pelindung lainnya agar menaungi dinding rumah dari serangan badai hujan yang lebat (Tjasyono, 2004).

Thein (1938) dalam (Tjasyono, 2004) telah mempelajari perembesan curah hujan ke dalam rumah dan meurunkan rumus sebagai berikut:

$$p = R \cdot v^2 \quad \dots \text{Rumus 1}$$

p = perembesan curah hujan

R = curah hujan maksimum (mm) selama 5 menit
 v = kecepatan angin (m/det) pada waktu R terjadi

Ia menyatakan bahwa noda perembesan curah hujan akan terjadi jika harga p melebihi 100. Persamaan di atas menekankan pentingnya intensitas curah hujan pada periode yang pendek sebagai sebuah faktor fundamental. Perencana harus merencanakan atap yang memadai dan saluran yang baik untuk mengatasi datangnya air hujan yang berlimpah.

Air Hujan Sebagai Sumber Air

Air hujan merupakan salah satu sumber air bersih di beberapa daerah. Tersedianya air dalam jumlah dan kualitas yang cukup untuk suplai penduduk di sebuah daerah tertentu merupakan faktor terpenting dari sebuah sistem penyediaan air. Pada dasarnya ada 6 kemungkinan sumber penyediaan air (Lippsmeier, 1997):

- 1) Penampungan dan pengumpulan air hujan
Air hujan dapat dikumpulkan dari bidang permukaan yang tidak tembus air dan bersih seperti atap, jalan, perkerasan, atau alat penampung khusus. Kemudian Air ini disalurkan ke dalam tempat penyimpan di bawah tanah atau ke dalam tangki air.
- 2) Air tanah
Sebagai air hujan yang jatuh pada permukaan bumi akan mengendap ke dalam tanah dan berkumpul sebagai air tanah di atas lapisan yang tidak tembus air.
- 3) Air permukaan
Di daerah tropis, genangan air bisa menjadi sumber penyakit. Air berkualitas lebih baik dapat diambil dari sumur yang dibuat di dekat genangan ini.
- 4) Desalinasi air laut dan air payau
Desalinasi adalah pengambilan sebagian atau seluruh garam dari air yang mengandung garam untuk keperluan manusia, pertanian, atau industri.
- 5) Pengolahan air
Penjernihan dapat membantu menemukan sumber penyediaan air. Pada umumnya pengolahan air dilakukan dalam tiga tahap yang berurutan dan tidak saling berhubungan, yaitu pengendapan, penyaringan, dan penjernihan
- 6) Penggunaan kembali
Dengan perencanaan yang teliti dan tuntutan akan kualitas yang tidak terlalu tinggi air kotor

yang telah dibersihkan dapat digunakan kembali dengan demikian dapat diperoleh air bersih tambahan untuk konsumsi manusia

Disamping cara mendapatkan air, distribusi dan penyimpanannya merupakan faktor faktor utama dalam sistem keseluruhan. Berikut adalah beberapa faktor yang dapat diperhatikan dalam proses distribusi air (Lippsmeier, 1997):

- Distribusi
- Beberapa kemungkinan distribusi
- Sumur umum atau air permukaan
- Pipa pengambilan air umum
- Bak pengumpul umum yang disuplai oleh mobil tangki

Kebutuhan air

Kebutuhan air dalam bangunan adalah air yang dipergunakan baik oleh penghuni bangunan ataupun untuk keperluan-keperluan lain yang ada kaitannya dengan fasilitas bangunan. Kebutuhan air didasarkan atas sebagai berikut (Tangoro, 2006):

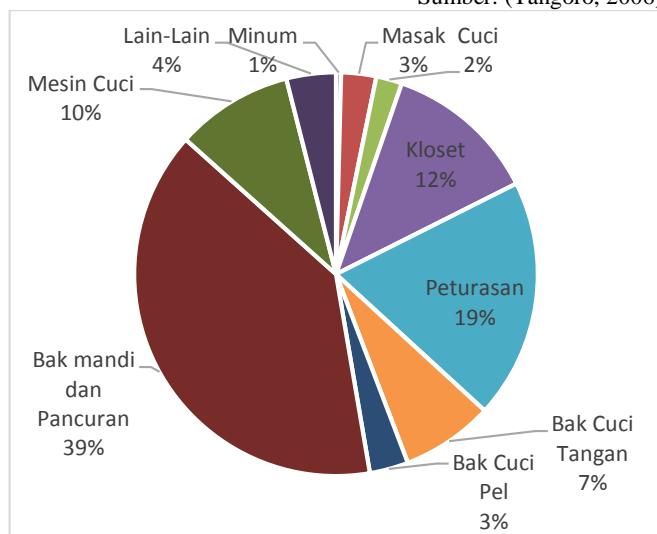
- a) Keperluan-keperluan: (i) untuk minum, memasak/dimasak; (ii) untuk keperluan mandi, buang air kecil dan air besar; (iii) untuk mencuci, cuci pakaian, cuci tangan/badan, cuci peralatan dan cuci perlengkapan; serta (iv) untuk proses seperti industri.
- b) Kebutuhan yang sifatnya sirkulasi: (i) air panas; (ii) *water cooling/AC*; dan (iii) kolam renang, air mancur/taman
- c) Kebutuhan yang sifatnya tetap: (i) air untuk hidran; dan (ii) air untuk sprinkler
- d) Kebutuhan air cadangan yang sifatnya berkurang karena penguapan.

Besar kebutuhan air, khususnya untuk kebutuhan manusia, dihitung rata-rata per orang per hari tergantung dari jenis bangunan yang digunakan untuk kegiatan manusia tersebut: (Tangoro, 2006). Tabel 1 menjelaskan kebutuhan air pada beberapa fungsi bangunan. Selanjutnya Gambar 3 menjelaskan proporsi pemakaian air menurut penggunaannya bagi manusia. Mandi, peturasan, dan penggelontoran kloset merupakan konsumsi terbesar dalam penggunaan air. Sedangkan minum dan memasak hanya 4% dari seluruh penggunaan air harian manusia.

Tabel 1: Kebutuhan Air menurut Tipe Bangunan

| Tipe Bangunan | Liter/hari |
|-----------------------|--------------------|
| Sekolahan | 57 |
| Sekolahan + cafeteria | 95 |
| Apartemen | 133 |
| Kantor | 57 – 125 |
| Taman Umum | 19 |
| Taman dan Shower | 38 |
| Kolam renang | 38 |
| Apartemen mewah | 570/unit |
| Rumah susun | 152/unit |
| Hotel | 380/kamar |
| Pabrik | 95 |
| Rumah sakit umum | 570/unit |
| Rumah perawat | 285/unit |
| Restoran | 95 |
| Dapur hotel | 38 |
| Motel | 190/tempat tidur |
| Drive in | 19/mobil |
| Pertokoan | 1.520/toilet |
| Service station | 38 |
| Airport | 11-19/penumpang |
| Gereja | 19-26/tempat duduk |
| Rumah Tinggal | 150-285 |
| Marina | |
| - Toilet | 38 |
| - Wastafel | 157 |
| - Shower | 570 |

Sumber: (Tangoro, 2006)



Sumber: (Noerbambang & Morimura, 2000)

Gambar 3: Pemakaian Air Menurut Penggunaannya

Penyimpanan Air Bersih

Dalam proses distribusi air bersih harus disimpan dalam beberapa tahap tergantung pada penggunaannya diperlukan tempat penyimpanan dengan berbagai kapasitas. Air dapat disimpan (Lippsmeier, 1997):

- Di dalam tanah sebagai reservoir alamiah
- Di dalam bak penampung sebelum diolah

- Di dalam bak penampung setempat (tangki atau menara air)
- Di dalam bak penampung pada proses suatu bangunan

Angka pendekatan untuk luas yang diperlukan untuk menyimpan air didapatkan dari perkiraan konsumsi per orang setiap hari dikalikan dengan jumlah penduduk dan lama penyimpanan yang diperlukan biasanya angka pendekatan untuk luas yang diperlukan untuk penyimpanan air didapatkan dari perkiraan konsumsi per orang setiap hari dikalikan dengan jumlah penduduk dan lama penyimpanan yang diperlukan (biasanya minimal 2 hari). Luas yang dicari adalah dari volume yang diperlukan dibagi dengan tinggi bak penampung.

Perencanaan penyimpanan air bersih disesuaikan dengan keperluan penghuni seluruhnya, dihitung per 8 jam. Air bersih tersebut dapat disimpan dalam ground reservoir dan tangki air (Tangoro, 2006).

a) Ground Reservoir

Kompleks perumahan dan bangunan-bangunan tinggi memerlukan ruangan yang besar untuk ground reservoir. Oleh karena itu, perancang harus dapat memikirkan tempatnya. Begitu pula ruangan lain sebagai penunjang, seperti ruang pompa dan tempat-tempat pengurasannya. Untuk memenuhi persyaratan sebagai tempat penyimpanan air, digunakan bahandari beton.

b) Tangki Air

Tangki air adalah tangki kedua dari tempat penampungan air yang diletakkan di atas bangunan. Dengan letak demikian diusahakan tangki tersebut terbuat dari bahan yang ringan/bukan beton, seperti fibre glass atau plat-plat baja yang terdiri dari komponen-komponen plat yang disusun sedemikian rupa sehingga membentuk kotak, sesuai dengan ukuran yang dikehendaki.

Pengelolaan Air Hujan

Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia Nomor 11/PRT/M/2014 tentang Pengelolaan Air Hujan Pada Bangunan Gedung dan Persilnya disebutkan bahwa pertimbangan pengelolaan dan pemanfaatan air hujan perlu dilakukan untuk mempertahankan siklus air dan kondisi hidrologi alami, serta pemenuhan kebutuhan air pada bangunan gedung. Pertimbangan pemanfaatan air hujan antara lain

adalah (Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 12 Tahun 2009 tentang Pemanfaatan Air Hujan):

- 1) Air hujan merupakan sumber air yang dapat dimanfaatkan sebagai imbuhan air tanah dan atau dimanfaatkan secara langsung untuk mengatasi kekurangan air pada musim kemarau dan banjir pada musim penghujan.
- 2) Semakin meningkatnya kegiatan pembangunan mengakibatkan berkurangnya daerah resapan air yang dapat menimbulkan kerusakan lingkungan

Penyelenggaraan sarana dan prasarana pengelolaan air hujan meliputi (Permen PU No.11/2014):

- 1) Prinsip pemanfaatan sarana dan prasarana pengelolaan air hujan pada bangunan gedung dan persilnya
- 2) Jenis, dimensi, ilustrasi, dan penempatan sarana dan prasarana pengelolaan air hujan
- 3) Tata cara perencanaan sarana dan prasarana pengelolaan air hujan.

Pemilihan jenis sarana pengelolaan air hujan mempertimbangkan persyaratan, kebutuhan pemilik atau pengguna bangunan gedung, serta skala prioritas pola pengelolaan air hujan, antara lain (Permen PU No.11/2014):

- 1) Memaksimalkan pemanfaatan air hujan pada bangunan gedung dan persilnya
- 2) Memaksimalkan infiltrasi air hujan, dan
- 3) Menahan air hujan sementara waktu untuk menurunkan limpasan air hujan

Kegiatan pemanfaatan air hujan adalah serangkaian kegiatan mengumpulkan, menggunakan, dan atau meresapkan air hujan ke dalam tanah. Kegiatan pemanfaatan air hujan dapat dilakukan dengan cara membuat (Permen Lingkungan Hidup No. 12/2009):

- 1) kolam pengumpul air hujan
- 2) sumur resapan
- 3) lubang resapan biopori

Air hujan adalah air dari awan yang jatuh di permukaan tanah. Air tersebut dialirkan ke saluran-saluran tertentu. Mengingat air yang jatuh tidak sama dialami oleh setiap bangunan, tergantung dari letak dan kondisi bangunan berada, maka untuk penyalurannya diperlukan pipa-pipa plambing tersendiri yang dihitung dan diukur dari atap yang menerima air hujan tersebut (Tangoro, 2006).

Air hujan yang jatuh pada rumah tinggal atau kompleks perumahan disalurkan melalui talang-talang vertical dengan diameter 3" (minimal) yang diteruskan ke saluran-saluran horizontal dengan kemiringan 0,5-1% dengan jarak terpendek menuju ke saluran terbuka lingkungan. Air hujan tersebut disalurkan dengan pipa tersendiri dengan saringan khusus yang terpisah dengan pipa air bekas (Tangoro, 2006).

Untuk daerah-daerah tertentu yang penyerapan air tanahnya cukup baik, dibuat bak penampung air hujan, lalu diresapkan pada tanah gembur dengan dasar yang dibuat dari pasangan koral-koral dan ijuk. Peresapan air ini bertujuan supaya air hujan yang datang tidak terbuang percuma ke selokan lingkungan, tetapi meresap sehingga tanah tersebut menjadi daerah yang mengandung banyak air, yang nantinya akan digunakan untuk kebuhan air di daerah tersebut. air hujan yang jatuh pada atap bangunan tinggi, perlu diadakan penyelesaian yang baik sehingga tidak terjadi kebocoran dan tumpahan yang tidak teratur.

Pipa pembuangan/pipa vertikal dipasang pada shaft untuk air hujan yang dapat dibuang dengan pipa-pipa plambing lainnya. Pipa ini dipasang sesuai dengan luas atap yang menampung air hujan tersebut. Dalam menghitung besar pipa pembuangan air hujan, harus diketahui atap yang menampung air hujan tersebut dalam luasan m². Standar ukuran pipa dapat dilihat dalam Tabel 2.

Tabel 2: Ukuran Pipa Vertical/Tegak untuk Menampung Air Hujan Dari Atap

| Diameter | Luasan Atap (m ²) | Volume (liter/menit) |
|----------|-------------------------------|----------------------|
| 3 | s.d. 180 | 255 |
| 4 | 385 | 547 |
| 5 | 698 | 990 |
| 6 | 1.135 | 1.610 |
| 8 | 2.445 | 3.470 |

Sumber: (Tangoro, 2006)

Presipitasi dan Intensitas Pemanfaatan Ruang

Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 06 Tahun 2007 tentang Pedoman Umum Rencana Tata Bangunan dan Lingkungan menyatakan bahwa Intensitas pemanfaatan ruang berarti tingkat alokasi dan distribusi luas lantai maksimum bangunan terhadap lahan/tapak peruntukannya. Salah satu komponen intensitas pemanfaatan ruang yang terkait dengan presipitasi adalah koefisien dasar bangunan (KDB) dan koefisien daerah hijau (KDH). Koefisien dasar bangunan (KDB), yaitu

angka persentase perbandingan antara luas seluruh lantai dasar bangunan gedung yang dapat dibangun dan luas lahan/tanah diperpetakan/daerah perencanaan yang dikuasai. Koefisien daerah hijau (KDH), yaitu angka persentase perbandingan antara luas seluruh ruang terbuka di luar bangunan gedung yang diperuntukkan bagi pertamanan/penghijauan dan luas tanah diperpetakan/daerah perencanaan yang dikuasai.

KDB adalah perbandingan antara luas bangunan dengan luas lahan. Nilai KDB di suatu kawasan menentukan berapa persen luas bangunan di suatu kawasan yang boleh dibangun. Penentuan KDB ditinjau dari aspek lingkungan dengan tujuan untuk mengendalikan luas bangunan di suatu lahan pada batas-batas tertentu sehingga tidak mengganggu penyerapan air hujan ke tanah. Nilai KDB dapat dihitung melalui debit infiltrasi air pada suatu daerah sebagai berikut:

$$KDB = ((A - OS)/A) \times 100\% \quad \dots \text{Rumus 2}$$

dimana :

$$OS = I_{inf}/Q_{inf}$$

OS = luas kawasan yang harus dilestarikan

I_{inf} = intensitas infiltrasi (l/detik)

Lalu debit dan intensitas infiltrasi air adalah:

$$Q_{inf} = C \times I \times A \quad \dots \text{Rumus 3}$$

Q_{inf} = debit infiltrasi air (l/detik)

C = koefisien infiltrasi

I = intensitas infiltrasi minimum (l/detik)

A = luas lahan (ha/m^2)

dan

$$I_{inf} = S \times A \quad \dots \text{Rumus 4}$$

I_{inf} = intensitas infiltrasi (l/detik)

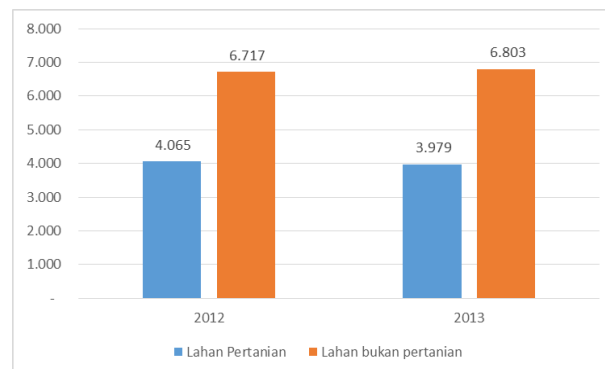
S = koefisien penyimpanan

A = luas lahan (ha/m^2)

HASIL DAN PEMBAHASAN

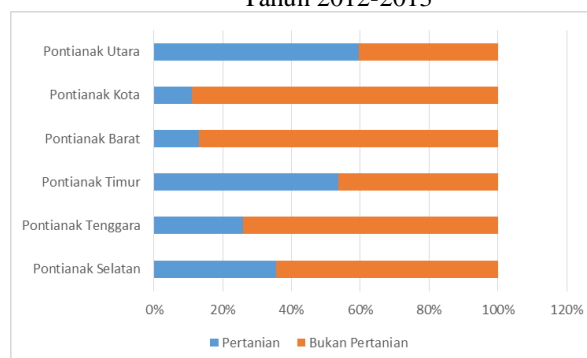
Penggunaan Lahan Kota Pontianak

Lahan di Kota Pontianak didominasi oleh kegiatan non pertanian, yaitu sekitar 63% dari luas kota atau seluas 6.803ha (BPS Kota Pontianak, 2013). Luas ini terus mengalami peningkatan. Berkurangnya lahan pertanian di Kota Pontianak salah satunya disebabkan oleh adanya alih fungsi lahan pertanian menjadi perumahan, gedung-gedung, pertokoan, dan lain-lain.



Sumber: BPS Kota Pontianak, 2013

Gambar 4: Diagram Penggunaan Lahan di Kota Pontianak Tahun 2012-2013



Sumber: (Purnomo & Wulandari, 2015)

Gambar 5: Diagram Pemanfaatan Lahan Perkecamatan di Kota Pontianak Tahun 2013

Diagram dalam Gambar 4 dan Gambar 5 menjelaskan bahwa sebagai daerah perkotaan, Pemanfaatan ruang di Kota Pontianak didominasi oleh kegiatan bukan pertanian. Dominasi ini juga terjadi untuk tiap-tiap kecamatan yang ada di Kota Pontianak, kecuali Kecamatan Pontianak Utara dan Pontianak Timur yang relatif kegiatan pertanian dan bukan pertanian berimbang.

Kecamatan Pontianak Kota dan Kecamatan Pontianak Barat adalah kecamatan dengan fungsi bukan pertanian berada di atas 80% dari luas wilayahnya. Kondisi ini dapat mengindikasikan bahwa kedua kecamatan ini memiliki tingkat infiltrasi yang lebih kecil dibandingkan kecamatan lainnya. Sedangkan daerah dengan tingkat infiltrasi yang paling tinggi adalah Kecamatan Pontianak Utara dan Kecamatan Pontianak Timur.

Pemanfaatan Air Bersih di Kota Pontianak

Saat ini jumlah rumah tangga yang sudah terlayani oleh jaringan PDAM di Kota Pontianak berjumlah 87.636 rumah tangga (BPS Kota Pontianak, 2016). Jumlah ini baru menjangkau 63,54% rumah tangga yang ada di Kota Pontianak. Sementara 36,46% rumah tangga lainnya

memanfaatkan air tanah, air permukaan dan air hujan sebagai sumber air bersih. Debit air yang dialirkan oleh PDAM masih tergantung kepada kondisi air sungai sebagai *intake* sumber air olahan. Sehingga walaupun beberapa rumah tangga sudah dialiri oleh jaringan PDAM, namun beberapa lokasi belum mendapatkan aliran yang mencukupi kebutuhan.

Tabel 3: Penduduk dan Jumlah Rumah Tangga di Kota Pontianak, 2015

| Kecamatan | Jumlah Penduduk (orang) | Jumlah Rumah Tangga | Rata-Rata Anggota Rumah Tangga |
|--------------------|-------------------------|---------------------|--------------------------------|
| Pontianak Selatan | 89,594 | 20,241 | 4.29 |
| Pontianak Tenggara | 49,103 | 12,802 | 3.75 |
| Pontianak Timur | 90,223 | 19,089 | 4.57 |
| Pontianak Barat | 134,694 | 26,810 | 4.63 |
| Pontianak Kota | 120,552 | 32,499 | 4.30 |
| Pontianak Utara | 123,272 | 26,490 | 4.60 |
| Jumlah | 607,438 | 137,931 | 4.40 |

Sumber: (BPS Kota Pontianak, 2016)

Tabel 4: Banyaknya Pelanggan air PDAM Menurut Jenis Konsumen di Kota Pontianak, 2013-2015

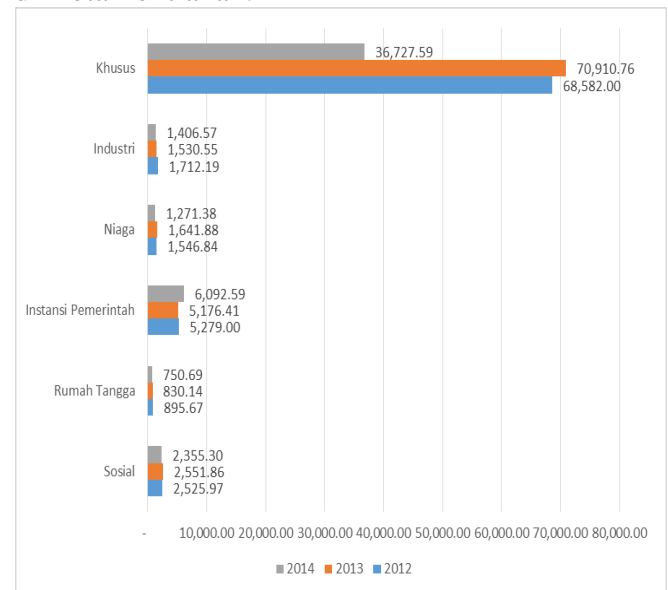
| Jenis Konsumen | 2013 | 2014 | 2015 |
|---------------------|-----------|-----------|-----------|
| Sosial | 1,221.00 | 1,209.00 | 1,257.00 |
| Non Niaga | 78,057.00 | 82,728.00 | 88,005.00 |
| Rumah Tangga | 77,705.00 | 82,371.00 | 87,636.00 |
| Instansi Pemerintah | 352.00 | 357.00 | 369.00 |
| Niaga | 7,152.00 | 7,297.00 | 8,685.00 |
| Industri | 80.00 | 77.00 | 78.00 |
| Khusus | 7.00 | 7.00 | 7.00 |

Sumber: (BPS Kota Pontianak, 2016)

Berdasarkan data yang diperoleh dari buku Kota Pontianak Dalam Angka tahun 2016, pemakaian air PDAM harian per rumah tangga di Kota Pontianak mencapai 750,61 liter per hari (lihat Gambar 6). Jumlah ini merupakan kebutuhan rata-rata untuk 4 sampai 5 jiwa per rumah tangga. Sehingga dari data ini disimpulkan bahwa kebutuhan air bersih pada rumah tangga di Kota Pontianak sesuai dengan standar minimum kebutuhan air bersih untuk tipe bangunan rumah tangga, yaitu sekitar 150-285 liter/hari/orang.

Permasalahan yang dapat diangkat dari data di atas adalah bahwa masyarakat Kota Pontianak yang telah dilayani jaringan PDAM, hampir 100% penggunaan air bersih menggunakan air yang bersumber dari PDAM. Penggunaan air tanah dan air hujan hanya dimanfaatkan oleh rumah tangga yang tidak memiliki jaringan PDAM. Padahal potensi air bersih yang bersumber dari air hujan,

melihat data curah hujan tahunan, cukup berlimpah di Kota Pontianak.



Sumber: (BPS Kota Pontianak, 2016)

Gambar 6: Banyaknya Air PDAM yang Disalurkan menurut Jenis Konsumen di Kota Pontianak (l/rumah/hari), 2012-2015

Berkurangnya pemanfaatan air hujan untuk kebutuhan air bersih harian di Kota Pontianak membawa konsekuensi tidak adanya waktu tunda untuk air hujan mengalir ke drainase kota atau meresap ke dalam tanah pada waktu hujan. Hal ini menyebabkan air hujan lama terserap dan dialirkan menjadi genangan atau air permukaan di beberapa wilayah Kota Pontianak. Budaya menyimpan air hujan dalam tempat penyimpanan (tangki air, tong air, tendon air, atau reservoir air) saat ini juga hampir ditinggalkan karena sempitnya lahan yang tersedia untuk memenuhi fungsi kehidupan di rumah tinggal serta tumbuhnya usaha jasa air minum isi ulang.

Presipitasi dan Intensitas Pemanfaatan Ruang Kota Pontianak

Sesuai dengan skala prioritas yang tertuang dalam Permen PU No.11 Tahun 2014, bahwa memaksimalkan pemanfaatan air hujan adalah prioritas dalam perencanaan bangunan gedung disamping memaksimalkan infiltrasi air hujan. Usaha memaksimalkan infiltrasi air hujan di Kota Pontianak tertuang dalam peraturan zonasi tentang intensitas pembangunan sebagaimana terlihat dalam Tabel 8. Namun merujuk kepada tingkat curah hujan dalam Tabel 6 dan nilai koefisien infiltrasi di Kota Pontianak, maka nilai KDB yang

ditetapkan tersebut terlihat masih di atas dari nilai yang seharusnya.

Berdasarkan perhitungan yang dilakukan diperoleh bahwa untuk daerah perdagangan, nilai C yang digunakan adalah 0,9, diperoleh ruang terbuka yang harus dilestarikan adalah 48%-49%. Ini berarti nilai KDB yang seharusnya diterapkan adalah maksimal 51%. Sementara untuk kawasan perumahan, nilai C yang digunakan antara 0,50 sampai 0,75; diperoleh nilai KDB untuk perumahan kepadatan rendah maksimal 13%, perumahan kepadatan sedang maksimal 27% dan perumahan kepadatan tinggi maksimal 42%.

Hal ini mengindikasikan bahwa bila intensitas pembangunan ini benar dilakukan sesuai dengan peraturan yang telah ditetapkan, maka sebagian besar air hujan yang turun tidak akan terserap oleh permukaan. Air hujan akan menjadi aliran permukaan atau menjadi genangan jika sistem drainase tidak direncanakan dengan baik.

Tabel 5 Intensitas Pembangunan di Kota Pontianak

| Pola Ruang | KDB |
|-----------------------------------|-----------|
| Perumahan dan Permukiman | |
| Kepadatan Rendah (20 rumah/ha) | 40% - 50% |
| Kepadatan Sedang (20-40 rumah/ha) | 50% - 70% |
| Kepadatan Tinggi (>40 rumah/ha) | 70% - 80% |
| Perdagangan | |
| Regional | 80% |
| Wilayah Kota | 70% |
| Kecamatan | 70% |
| Perkantoran | 60% |
| Pariwisata | 40% - 50% |
| Industri | 50% |
| Ruang Terbuka | 20% |
| Pendidikan | 60% |
| Olahraga | 20% |
| Peribadatan | 50% |
| Kesehatan | 50% |
| Pelabuhan & Terminal | 50% |
| TPA Sampah | 20% |

Sumber: (Peraturan Daerah Kota Pontianak Nomor 2 Tahun 2013, 2013)

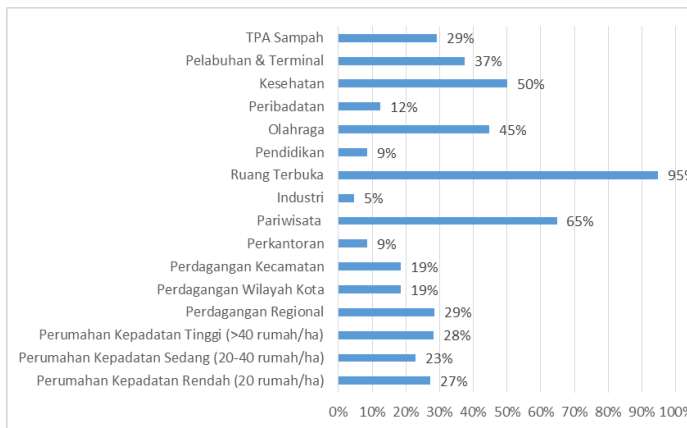
Tabel 6 Jumlah Hari Hujan dan Curah Hujan di Kota Pontianak, 2015

| Bulan | Jumlah Hari Hujan | Curah Hujan (mm) |
|-----------|-------------------|------------------|
| Januari | 25 | 290.80 |
| Februari | 17 | 214.40 |
| Maret | 14 | 220.90 |
| April | 22 | 226.20 |
| Mei | 22 | 436.50 |
| Juni | 16 | 284.50 |
| Juli | 10 | 257.00 |
| Agustus | 8 | 113.70 |
| September | 8 | 19.50 |
| Oktober | 16 | 286.20 |
| November | 26 | 298.00 |
| Desember | 22 | 205.40 |
| Rata-Rata | 17.17 | 237.76 |
| Jumlah | 206 | 2,853.10 |

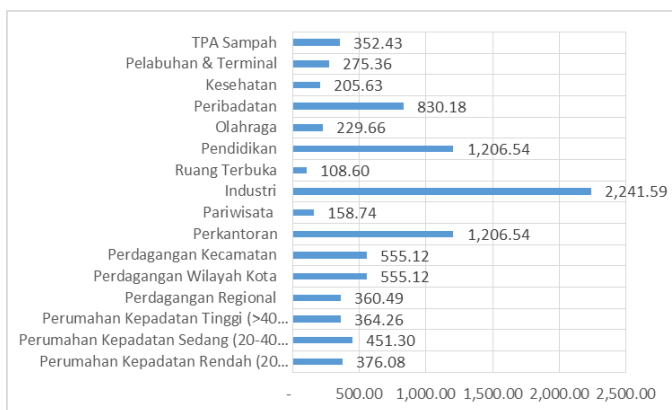
Sumber: (BPS Kota Pontianak, 2016)

Berdasarkan analisis yang dilakukan, untuk mengatasi timbulnya aliran permukaan yang tidak terserap dan dialirkan, perlu direncanakan untuk menahan air hujan sementara waktu sebagai usaha menurunkan limpasan air hujan. Bentuk menahan air hujan ini juga sekaligus menjadikan air hujan ini sebagai sumber air bersih bagi kegiatan di dalam bangunan. Analisis dilakukan dengan memperhitungkan kembali nilai intensitas infiltrasi yang kemungkinan akan tertutup oleh bangunan, sebagai akibat nilai KDB yang ditetapkan dalam peraturan zonasi Kota Pontianak.

Hasil analisis memperlihatkan nilai ruang terbuka (OS) yang akan dikonversi menjadi volume atau debit air yang akan ditampung terlihat dalam Gambar 7. Kawasan perumahan akan memperhitungkan 23% s.d. 28% dari luas lahan untuk dikonversi menjadi volume air hujan yang akan ditampung. Sebagai contoh volume air hujan yang harus ditampung untuk kawasan perumahan kepadatan rendah adalah 27% dikalikan dengan debit air yang ditampung dalam Gambar 8 (376,08 liter per m² lahan) dan dikalikan dengan luas lahan yang dimiliki.



Sumber: Analisis, 2017

Gambar 7: Koefesien *open space* yang diperhitungkan terhadap presipitasi

Sumber: Analisis, 2017

Gambar 8: Debit air yang ditampung L per m² lahan yg diperhitungkan

Hasil analisis di atas juga dapat disimpulkan bahwa untuk merencanakan sebuah bangunan gedung di Kota Pontianak, perlu dipertimbangkan untuk merencanakan sebuah tempat penyimpanan air hujan sebesar minimal 102,82 liter untuk tiap luas (m²) lahan atau tapak bangunan. Ketentuan ini berlaku untuk semua fungsi bangunan yang ada di Kota Pontianak, namun tetap disesuaikan dengan kebutuhan air bersih di masing-masing fungsi bangunan.

KESIMPULAN

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan diperoleh kesimpulan bahwa setiap bangunan gedung yang ada di Kota Pontianak diharapkan dapat memberikan ruang bagi tempat penyimpanan air hujan. Fungsi penyimpanan air hujan dapat diartikan sebagai penyimpanan air hujan sebagai sumber air bersih ataupun sebagai penyimpanan air hujan sebagai penunda sementara waktu sebelum

air hujan dialirkan ke permukaan atau sistem drainase.

Penelitian ini dilakukan menggunakan data-data sekunder yang diperoleh dari berbagai literatur yang relevan dengan topik bahasan. Tulisan ini masih memerlukan pembuktian dengan melakukan penelitian langsung ke lapangan untuk mengumpulkan data primer. Penelitian dengan data sekunder perlu dilakukan untuk memberikan nilai yang lebih *valid* terhadap koefisien tadah hujan yang direncanakan.

Perencanaan arsitektur tidak selalu tentang estetika dan kekokohan bangunan. Perencanaan arsitektur juga harus menjadikan produk arsitektur yang responsif terhadap kondisi alam dan dapat bermanfaat bagi lingkungan. Perencanaan arsitektur yang memperhatikan presipitasi tidak saja terkait pada intensitas pembangunan, namun juga kepada beberapa aspek perencanaan lainnya, seperti yang sudah dibahas dalam sub bab metodologi.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustiandi, & Faisal. (2017, Februari 17). *thetanjungpuratimes.com*. Dipetik Maret 16, 2017, dari Penyebab Banjir di Pontianak karena Banyak Perumahan Tak Miliki Resapan Air: <http://thetanjungpuratimes.com/2017/02/17/penyebabbanjirdipontianakkarenabanyakperumahantakmilikiresapanair/>
- BPS Kota Pontianak. (2016). *Kota Pontianak Dalam Angka 2016*. Pontianak: BPS Kota Pontianak.
- Budihardjo, E. (1984). *Sejumlah Masalah Pemukiman Kota*. Bandung: Penerbit Alumni.
- Kuswartojo, T., Rosnarti, D., Effendi, V., K, R. E., & Sidi, P. (2005). *Perumahan dan Pemukiman di Indonesia: Upaya membuat Perkembangan Kehidupan yang Berkelanjutan*. Bandung: Penerbit ITB.
- Lippsmeier, G. (1997). *Bangunan Tropis*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Noerbambang, S. M., & Morimura, T. (2000). *Perancangan dan Pemeliharaan Sistem Plambing*. Jakarta: PT. Pradnya Paramita.
- Notohadiningrat, K. T. (1996). Dampak pada Tanah, Lahan dan Tata Ruang. Dalam *Buku III Kursus Dasar-Dasar Analisis Mengenai*

- Dampak Lingkungan (AMDAL Tipe A)*. Yogyakarta: Bapedal dan Pusat Penelitian Lingkungan Hidup UGM.
- Peraturan Daerah Kota Pontianak Nomor 2 Tahun 2013. (2013). *Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Pontianak Tahun 2013-2033*. Kota Pontianak, Provinsi Kalimantan Barat.
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 06/PRT/M/2007. (2007, Maret 16). *Pedoman Umum Rencana Tata Bangunan dan Lingkungan*. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum Republik Indonesia.
- Peraturan Menteri PU Nomor 11 Tahun 2014. (2014, September 14). *Pengelolaan Air Hujan pada Bangunan Gedung dan Persilnya*. Jakarta: Kementerian PU.
- Polontalo, S. (2015, April 1). *Infiltrasi*. Diambil kembali dari bebasbanjir 2025.wordpress.com: <https://bebasbanjir2025.wordpress.com/04-konsep-konsep-dasar/infiltrasi/>
- Purnomo, Y., & Wulandari, A. (2015). *Infiltrasi Sebagai Pendekatan Pengendalian Intensitas Pemanfaatan Ruang di Kota Pontianak*. *Seminar Nasional PIPT 2015* (hal. 245-258). Pontianak: Badan Penerbit Universitas Tanjungpura (Untan Press).
- Salura, P. (2001). *Ber-arsitektur*. Bandung: Architecture & Communication.
- Sastra, S., & Marlina, E. (2006). *Perencanaan dan Pengeembangan Perumahan: Sebuah Konsep, Pedoman, dan Strategi Perencanaan dan Pengembangan Perumahan*. Yogyakarta: Penerbit ANDI.
- Tangoro, D. (2006). *Utilitas Bangunan*. Jakarta: Penerbit Universitas Indonesia.
- Tjasyono, B. (2004). *Klimatologi*. Bandung: Penerbit ITB.
- Widura, A. (2017, Februari 16). *akcayanews.com*. Dipetik Maret 16, 2017, dari Pontianak Tergenang, Walikota Akui Drainase Sudah Baik: <https://akcayanews.com/2017/02/16/pontianaktergenangwalikotaakuidrainasesudahbaik/>
- Wulandari, A., & Taufiqurrahman, M. (2016). *Pengembangan Sistem Informasi Peringatan Dini Terhadap Bencana Banjir di Kota Pontianak*. Universitas Tanjungpura. Pontianak: -.