

PERENCANAAN TEKNOLOGI PEMANENAN AIR HUJAN SEBAGAI SUMBER AIR BERSIH PADA MASJID AGUNG BANJARBARU KALIMANTAN SELATAN

Endah Lestari¹, Buddy Pamuji²

¹Jurusan Teknik Sipil, Universitas Tarumanagara, Jakarta
Email: endahzenjankoka@gmail.com

²Arsitek, PT. Aera Karya Kontraktor, Jakarta
Email: buddypamuji@gmail.com

ABSTRAK

Bencana kekeringan yang terjadi akhir-akhir ini menimbulkan berbagai jenis penyakit, rawan pangan dan menurunnya pasokan air bersih yang merupakan kebutuhan utama manusia. Kekeringan sebagian besar diakibatkan oleh gangguan keseimbangan hidrologis seperti terjadinya degradasi aliran sungai yang beralih fungsi yang menyebabkan terganggunya sistem peresapan air tanah dan pendangkalan waduk atau tempat penampungan air yang menyebabkan daya tampungnya menurun. Pendangkalan tersebut akan membuat cadangan air yang tersimpan menjadi lebih sedikit untuk persediaan air di musim kemarau. Kalimantan Selatan termasuk daerah yang memiliki ancaman persoalan kelangkaan air bersih terutama di wilayah Banjarmasin. Dalam penelitian ini penulis merencanakan penerapan teknologi pemanenan air hujan pada Masjid Agung Banjarbaru Kalimantan Selatan sebagai salah satu cara untuk memenuhi kebutuhan air baku jamaah dalam kegiatannya di lingkungan Masjid Agung. Metode yang digunakan adalah pengumpulan data dan pengolahan data. Dari hasil perhitungan jumlah volume curah hujan yang di dapat melalui atap bangunan, menunjukkan bahwa Volume air yang dihasilkan oleh hujan adalah $1.785,60 \text{ m}^3$. Sedangkan kebutuhan air baku setiap bulannya dihasilkan sebesar 1.350 m^3 . Volume suplai air hujan > dari volume kebutuhan air. Sehingga dapat disimpulkan bahwa air hujan dianggap dapat memenuhi kebutuhan air bersih pada kawasan tersebut. Melalui kolam-kolam penampungan air hujan yang juga berfungsi sebagai elemen estetika bagi bangunan, air hujan dialirkan ke ruang-ruang wudhu dan kamar mandi. Kolam pemanenan air hujan yang direncanakan berjumlah 4 buah, di setiap kolam diharapkan dapat menampung volume tampungan air hujan sebesar $>446,40 \text{ m}^3$.

Kata kunci: air bersih, air hujan, penampungan air hujan, penampungan air hujan dari atap

1. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Dalam beberapa dekade terakhir bencana kekeringan berlangsung di berbagai tempat di Indonesia, khususnya terjadi di daerah pertanian dan tambak. Dampak terbesar yang dialami adalah kerawanan akan pangan karena hasil produksi panen padi dan sayuran menurun bahkan sering mengalami gagal panen. Keterbatasan sumber daya alam akan mengganggu perekonomian masyarakat. Bencana kekeringan menimbulkan berbagai jenis penyakit dan mengganggu keseimbangan ekosistem alam, seperti kebakaran hutan dan rusaknya ekosistem air. Disisi lain kekeringan dapat menyebabkan berkurangnya pasokan air bersih yang dibutuhkan bagi penduduk di wilayah tersebut.

Kekeringan yang terjadi diakibatkan oleh penyimpangan iklim, gangguan keseimbangan hidrologis dan kekeringan agronomis. Akibat yang paling berpengaruh terhadap kekeringan adalah masalah gangguan keseimbangan hidrologis seperti terjadinya degradasi aliran sungai yang beralih fungsi yang menyebabkan terganggunya sistem peresapan air tanah dan pendangkalan waduk atau tempat penampungan air yang menyebabkan daya tampungnya menurun. Pendangkalan tersebut akan membuat cadangan air yang tersimpan menjadi lebih sedikit untuk persediaan air di musim kemarau. Penggunaan sumber air tanah secara berlebihan dengan cara sumur pompa tangan, pompa mekanik dan lain sebagainya menyebabkan persediaan air tanah berkurang secara drastis. Bukan itu saja, masalah yang utama adalah dengan tidak

adanya usaha-usaha pengisian ulang akuifer secara kontinyu. Hal tersebut menyebabkan muka air tanah (*Ground Water Table*) akan semakin masuk lebih dalam.

Kalimantan Selatan memiliki ancaman persoalan kelangkaan air bersih terutama di wilayah Banjarmasin. Kasus terjadi pada pertengahan Januari 2014 lalu tiba-tiba air Sungai Martapura yang membelah kota Banjarmasin Kalimantan Selatan berubah warna menjadi keruh pekat dan kuning kemerahan. Kondisi air demikian mengisyaratkan air sungai yang berhulu di Pegunungan Meratus tersebut sudah terkontaminasi kandungan partikel atau kandungan lumpur yang jumlahnya melimpah ruah. Dengan adanya kandungan partikel dalam air Sungai Martapura tersebut sudah membuktikan kawasan resapan air di hulu mengalami kerusakan resapan air yang parah. Kerusakan resapan air diduga akibat penggundulan hutan, penebangan kayu, pertambangan emas, pertambangan biji besi, atau bahkan belakangan kian marak adalah pertambangan batu bara.

Pada penelitian kali ini penulis merencanakan penerapan teknologi pemanenan air hujan untuk memenuhi kebutuhan air baku pada desain Masjid Agung Banjarbaru Kalimantan Selatan. Desain Masjid Agung Banjarbaru ini telah diikutsertakan pada “Sayembara Desain Masjid Agung Kawasan Perkantoran Banjarbaru” yang dilaksanakan oleh Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Pemerintah Provinsi Kalimantan Selatan pada tanggal 26 April 2017.

2. METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Lokasi pembangunan Masjid Agung berada di kawasan perkantoran Kota Banjarbaru yang merupakan sebuah kota yang baru dalam wilayah Provinsi Kalimantan Selatan. Kota Banjarbaru Kota Banjarbaru memiliki luas wilayah 371,30 km² (37.130 ha) yang terbagi atas 5 kecamatan dan 12 kelurahan. Terletak pada koordinat 03°27' s/d 03°29' LS dan 114°45' s/d 114°45' BT. Posisi geografis Kota Banjarbaru terhadap Kota Banjarmasin adalah 35 km pada arah 296°30' sebelah tenggara Kota Banjarmasin, sedangkan posisi terhadap Martapura, Kabupaten Banjar adalah 5 km pada arah 55°30' sebelah barat daya Kota Martapura.

Luas lahan pembangunan Masjid Agung adalah ± 11 Ha (termasuk embung dan area parkir) dengan lahan berbentuk lingkaran. Lokasi rencana pembangunan Masjid Agung yang terletak di jalan Jl. Dharma Praja, Kawasan Perkantoran Pemerintah Provinsi Kalimantan Selatan di Banjarbaru ditunjukkan pada gambar 1.

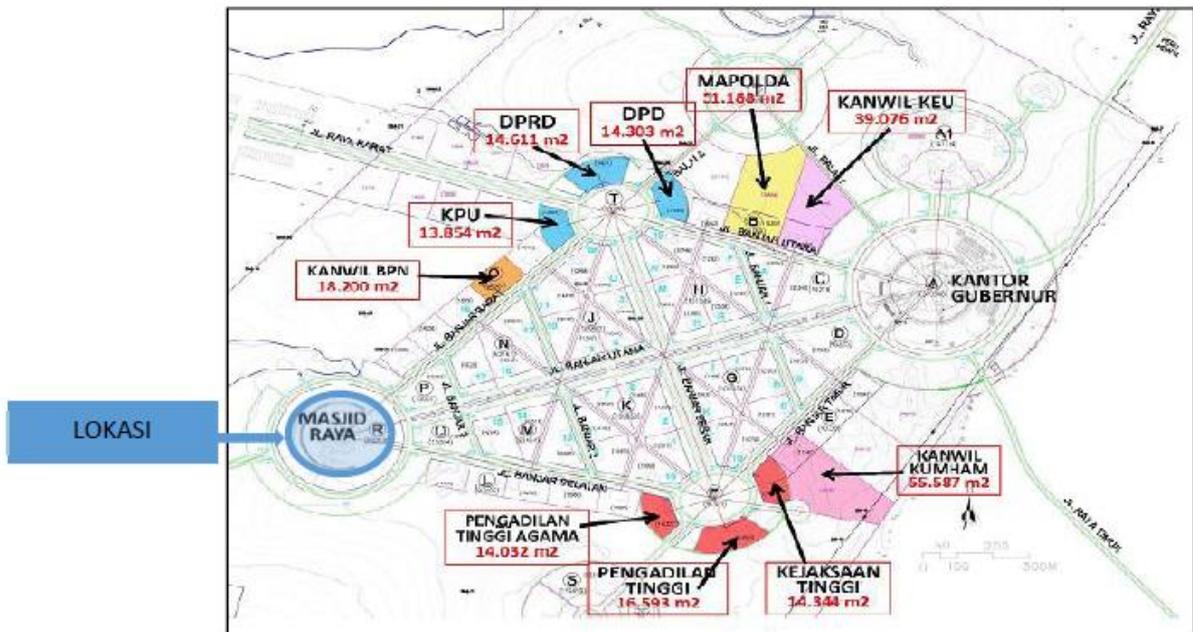
Metode Perencanaan

Perencanaan ini meliputi aspek teknis, yaitu rancangan desain pemanenan air hujan pada Masjid Agung yang berupa desain bak penampungan air hujan dan perencanaan system penyaluran air hujan.

Pengumpulan Data

Tahap pengumpulan data yang terdiri dari data primer yaitu mengenai kondisi lahan dan area di lokasi pembangunan Masjid Agung Banjarbaru yang memungkinkan dijadikan area penangkapan dan penampungan air hujan, data sistem penyediaan air bersih eksisting di lingkungan proyek pembangunan dan data sistem kebutuhan air bersih per orang per hari pada sektor non domestik dalam hal ini tempat peribadatan. Data sekunder adalah data kapasitas jamaah yang dapat ditampung pada bangunan Masjid Agung, denah dan luas rencana bangunan

Masjid Agung, peta lokasi dan rencana site plan Masjid Agung, dan data curah hujan selama 10 tahun terakhir dari BMG.



Gambar 1. Lokasi Pembangunan Masjid Agung

Sumber Gambar: Dokumen Sayembara Masjid Agung Pemprov Kalimantan Selatan

Pengolahan Data

Pengolahan data mencakup aspek teknis, yaitu

a. Perhitungan Kebutuhan Air Bersih

Perhitungan kebutuhan air bersih berdasarkan pemakaian air dalam 1 hari

$Q_d = \text{kapasitas jamaah} \times \text{pemakaian air per orang perhari}$

b. Perhitungan Curah Hujan Efektif

Perhitungan curah hujan efektif dapat dilakukan dengan metode Harza, yang menetapkan curah hujan efektif berdasarkan rangking pada urutan ke-n dari harga terkecil curah hujan 10 tahunan, dengan menggunakan rumus dasar:

$$n = (N/5) + 1 \tag{1}$$

Dimana:

n = nomer urut yang terpilih (bilangan bulat)

N = jumlah data

c. Perhitungan Curah Hujan yang Dapat Ditampung

Berdasarkan pemilihan curah hujan efektif yang didapat, serta rencana luas atap bangunan maka dapat dilakukan perhitungan terhadap curah hujan yang dapat ditampung untuk kawasan Masjid Agung Banjarbaru. Perhitungan curah hujan yang dapat ditampung dapat dilihat pada persamaan (1)

$$S = A \times M \times F \tag{2}$$

Dimana:

S = supply air hujan yang diterima (m^3)

A = luas area penangkapan air hujan (m^2)

M = curah hujan rata-rata (mm/bulan/harian)

F = koefisien pengairan atau *run-off*

d. Perhitungan Kapasitas Kolam Penampungan Air Hujan

Perhitungan kapasitas kolam penampungan air hujan dapat dilakukan setelah menghitung debit curah hujan yang ditampung dan jumlah kebutuhan air bersih. Hasil perbandingan keduanya akan menentukan apakah volume curah hujan dapat memenuhi kebutuhan air bersih pada lokasi penelitian.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa Kebutuhan Air Bersih

Dengan ketentuan standar kebutuhan air bersih non domestik untuk masjid adalah 20-40 liter/orang/hari. Sehingga perhitungan kebutuhan air bersih dengan kapasitas maksimal masjid sejumlah 1500 jamaah adalah:

$$\begin{aligned} Q_d &= \text{kapasitas jamaah} \times \text{pemakaian air per orang perhari} \\ &= 1500 \times 30 \text{ liter/hari} \\ &= 45.000 \text{ liter/hari} = 45 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Dari perhitungan di atas didapatkan kebutuhan airbaku untuk keperluan jamaah dalam sebulan adalah: $45 \times 30 = 1.350 \text{ m}^3$

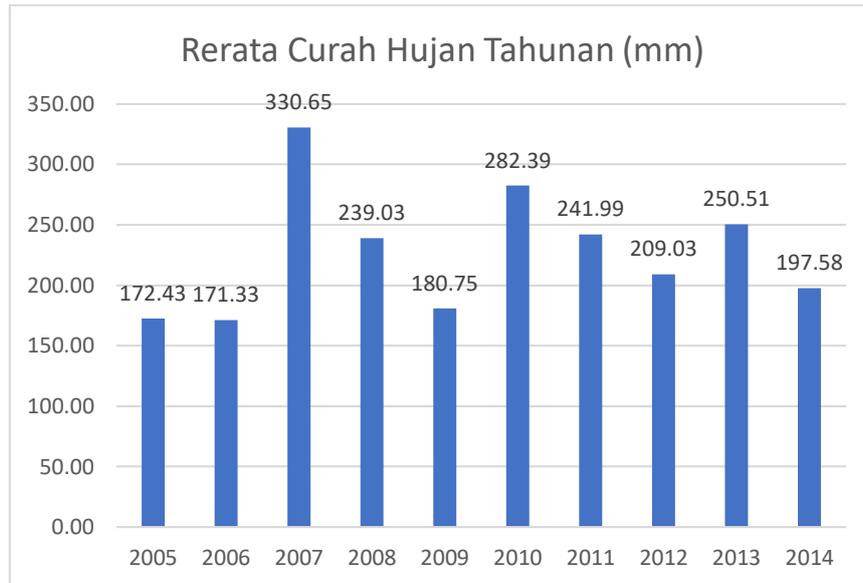
Analisa Curah Hujan Efektif yang Dapat Ditampung

Data curah hujan berasal dari Stasiun Banjarbaru, karena merupakan stasiun hujan terdekat dari kawasan pembangunan Masjid Agung. Data curah hujan ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Curah Hujan Tabel Kota Banjarbaru Tahun 2005–2014

Bulan	Tahun									
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Januari	286.9	362.6	240.6	221.7	384	324.3	418.9	223.7	355.2	443
Februari	271.8	345.9	239	242	148	320.6	211.8	258.4	414.6	220
Maret	332.5	294.8	482.7	419.4	212	285.1	337.1	313	308.3	332
April	129.5	219.3	325.6	228.5	279	243	250.8	319.1	305.5	223
Mei	230.4	72.5	235.3	140.2	237	171	210.5	149.1	346.5	159
Juni	49.7	188.2	170.9	170.1	22	365.7	83.1	58.4	140.7	221
Juli	18.8	24.7	229.3	225.1	73	171.7	21.3	193.5	125.7	113
Agustus	49.3	4.6	54.8	157.6	25	240.4	26.8	70.3	81.5	53
September	36.1	2.9	30.1	127.5	21	338.2	77.3	58.2	33.6	5
Oktober	176.5	16.5	62.4	208.8	189	256.5	133.5	157	106	16
Nopember	203.2	115.6	1641.9	300.2	292	317.5	276.4	297.8	439.1	199
Desember	284.4	408.4	255.2	427.2	287	354.7	856.4	409.8	349.4	387
Rata CH/Bln	172.43	171.33	330.65	239.03	180.75	282.39	241.99	209.03	250.51	197.58

Sumber: Hasil analisis dan BMKG



Gambar 2. Grafik Rerata Curah Hujan Tahunan
Sumber: Hasil analisis dan BMKG

Dari data curah hujan yang ada, maka untuk mendapatkan curah hujan efektif adalah dengan mengurutkan data dari yang terkecil hingga yang terbesar sehingga diperoleh hasil seperti pada tabel 2.

Tabel 2. Urutan Data Curah Hujan Maksimum Kota Banjarbaru Tahun 2005–2014
dari yang Terkecil

TAHUN	CURAH HUJAN (MM)
2006	171.33
2005	172.43
2009	180.75
2014	197.58
2012	209.03
2008	239.03
2011	241.99
2013	250.51
2010	282.39
2007	330.65

Sumber: Hasil analisis dan BMKG

Dengan menggunakan persamaan (1) maka di dapat:

$$\begin{aligned} n &= (N/5) + 1 \\ &= (10/5) + 1 \\ &= 3 \text{ (urutan data yang diambil)} \end{aligned}$$

Selanjutnya hasil perhitungan diatas akandijadikan pedoman dalam menghitung supply curah hujan pada perencanaan ini. Data yang diambil adalah curah hujan di tahun 2009 sejumlah **180.75 mm**. Untuk mengetahui supply curah hujan pada perencanaan ini, sebelumnya harus diketahui luasan atap yang akan digunakan untuk menampung curah hujan yang ada. Tabel 2 merupakan perhitungan total keseluruhan luas atap.

Tabel 2. Luasan Atap Bangunan

No.	Nama Bangunan	Jumlah Bangunan	Luasan Atap (m ²)	Total Luasan Atap (m ²)
1	Bangunan Utama	1	10.000	10.000
2	Bangunan Kantor/Dewan Kemakmuran Masjid/Perpustakaan/Koperasi	8	150	1.200
3	Bangunan Wudhu/KM	6	200	1.200
Total Luas Atap Keseluruhan				12.400

Sumber: Hasil Desain dan Analisa

Dengan menggunakan persamaan (2) maka akan didapatkan jumlah supply air hujan yang akan diterima dengan total luasan atap yang tercantum pada tabel 1.3. adalah:

$$\begin{aligned} Q \text{ supply} &= A \times C \times h \\ &= 12.400 \times 0,8 \times 0,180 \\ &= 1.785,60 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Dimana:

Qsupply = supply air hujan yang diterima (m³)

A = luas area penangkapan air hujan (m²)

h= curah hujan rata-rata (efektif) (m/harian)

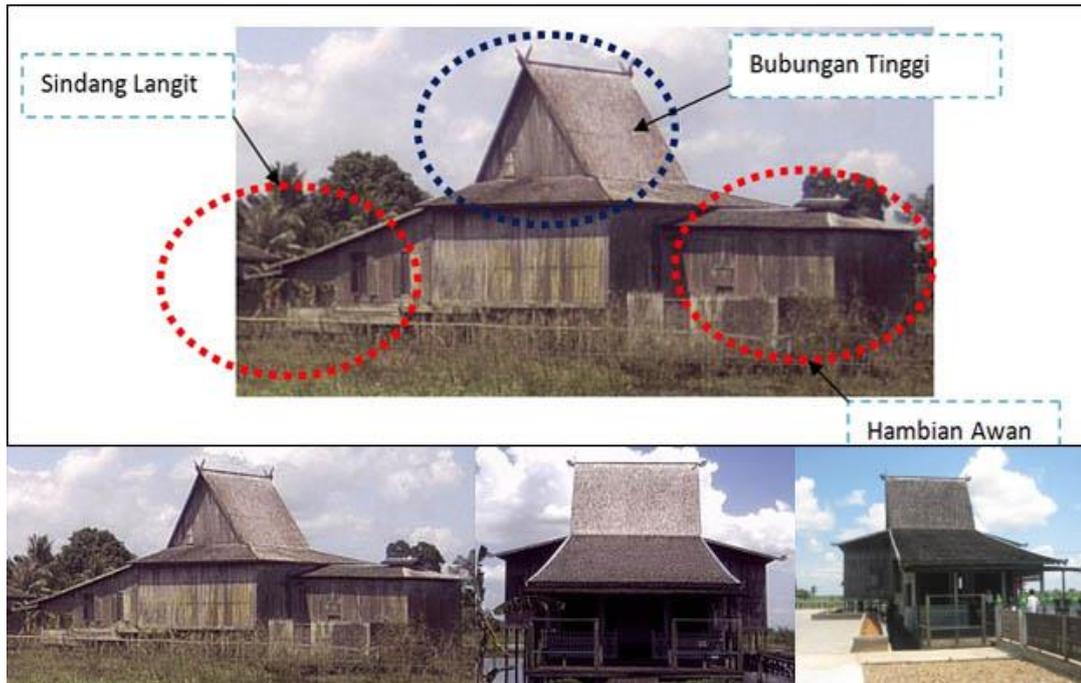
C = koefisien limpasan (*run-off*), diambil 0,8 untuk penutup atap jenis logam.

Analisa Kapasitas Kolam Penampungan Air Hujan

Berdasarkan perbandingan antara suplai air hujan dan kebutuhan air baku $V_{\text{supply}} > V_{\text{demand}}$. Sehingga air hujan masih bisa mencukupi untuk memenuhi kebutuhan air baku rata-rata jamaah Masjid Agung. Jadi kapasitas kolam Penampungan Air Hujan yang diijinkan harus melebihi Volume supply air hujan yang diterima oleh atap. Rencana kolam penampungan air hujan yang akan dibuat adalah 4 buah, sehingga agar dapat menampung debit air hujan yang diterima, maka masing-masing kolam harus dapat menampung debit air: Volume kolam PAH = 1.785,60: 4 = 446,40 m³/kolam.

Analisa Konsep Perancangan

Mengadopsi bangunan asli rumah tradisional daerah Kalimantan Selatan yang dinamakan "Rumah Bubungan Tinggi". Bubungan atap Rumah adat Kalimantan Selatan ini berbentuk segitiga dengan atap tinggi melancip (disebut dengan Bubungan Tinggi), memanjang ke depan (disebut dengan atap Sindang Langit) dan memanjang ke belakang (disebut atap Hambin Awan). Model atap rumah tradisional daerah Kalimantan Selatan dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Bentuk Atap Rumah Tradisional Daerah Kalimantan Selatan

Pada perencanaan masjid Agung Banjarbaru mempergunakan bentuk atap Bubungan Tinggi dan Sindang Langit seperti yang ditunjukkan pada gambar 4 di bawah ini.



Gambar 4. Konsep Desain Atap Masjid Agung Banjarbaru

Analisa Perancangan Pemanenan Air Hujan pada Desain Masjid Agung

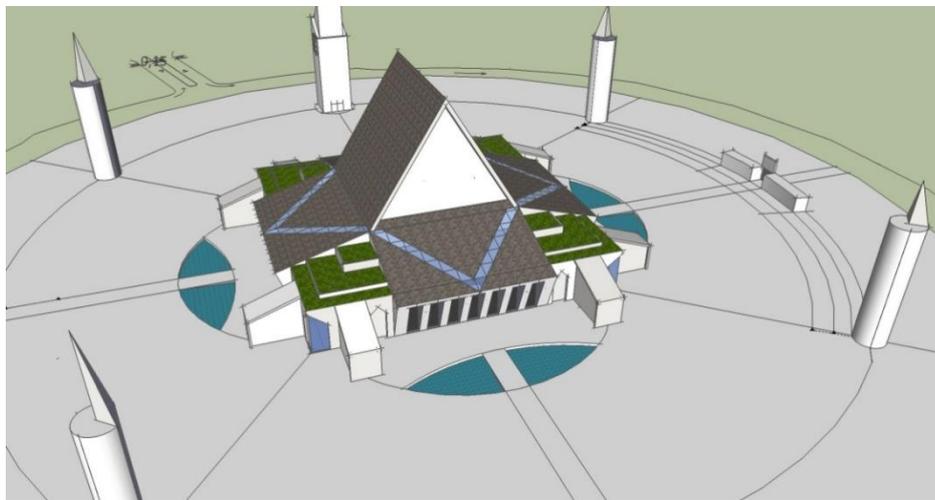
Dalam pemanenan air hujan melalui atau terdiri dari 3 elemen dasar yaitu area koleksi, system alat angkut dan fasilitas penyimpanan. Penerapan tersebut pada bangunan masjid Agung adalah sebagai berikut:

1. Atap/Daerah Tangkapan Air Hujan (*Catchment Area*)

Area koleksi pada bangunan Masjid Agung ini adalah bagian atap. Sudut atap atau kemiringan atap akan menentukan kecepatan di mana air akan meninggalkan daerah tangkapan air (*catchment area*). Atap yang curam akan menumpahkan air dengan cepat, bersamaan dengan pembuangan puing-puing atau bahan organik lainnya. Kemiringan yang lebih tinggi juga

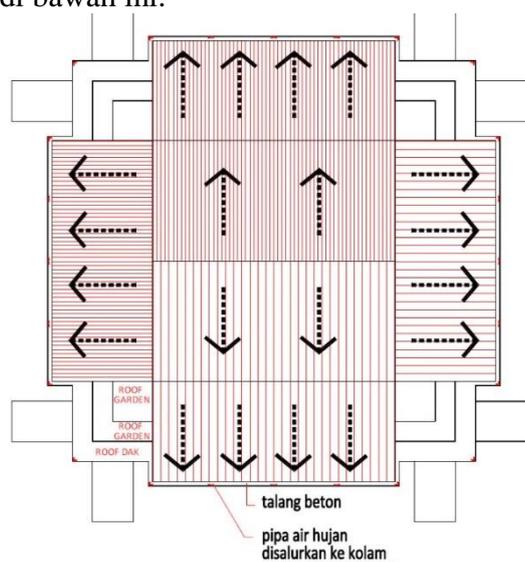
berkinerja lebih baik sebagai daerah tangkapan air dengan mencegah penumpukan air yang terhenti dan kemungkinan terkontaminasinya air yang akan mempengaruhi penyimpanan air. Bentuk atap yang dipakai adalah bentuk atap model “Bubungan Tinggi” dengan derajat kemiringan 45° dengan tambahan atap model “Sindang Langit” dengan kemiringan atap 10° . Material atap yang baik untuk untuk sistem pemanenan air hujan adalah aluminium atau baja zinc atau aluminium yang sudah dicat, namun dapat pula digunakan material atap genteng atau atap beton. Material atap yang digunakan pada bangunan masjid Agung ini adalah alumunium baja zinc yang dapat menghasilkan 50% lebih banyak dari jenis material atap lainnya karena bentuknya flat atau landai (Sumber: European Commission DG ENV News Alert Issue 254,23 September 2011).

Bentuk atap hasil rancangan ditunjukkan dalam gambar 3 (tiga) dimensi pada gambar 5 dibawah ini.



Gambar 5. Hasil Desain Bentuk Atap Masjid Agung

Denah rencana atap dan arah aliran air hujan yang jatuh dari daerah tangkapan hujan (atap), ditunjukkan pada gambar 6 di bawah ini.

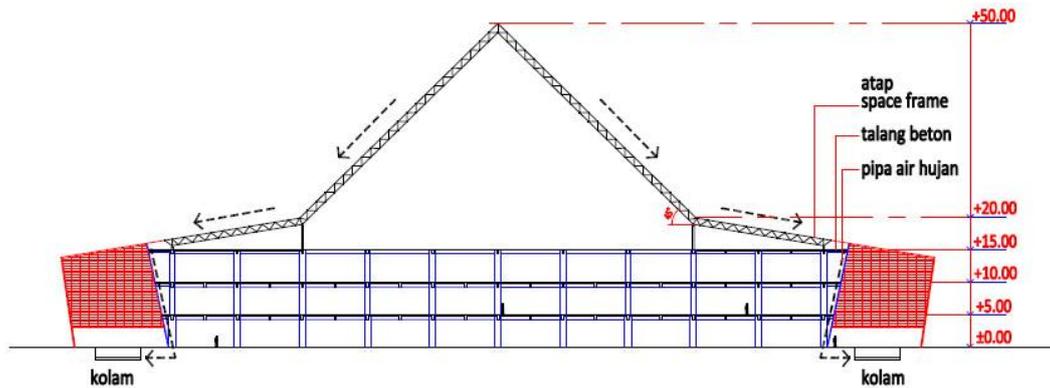


Gambar 6. Rencana Atap dan Pola Arah Aliran Hujan

2. Sistem Drainase Air Hujan

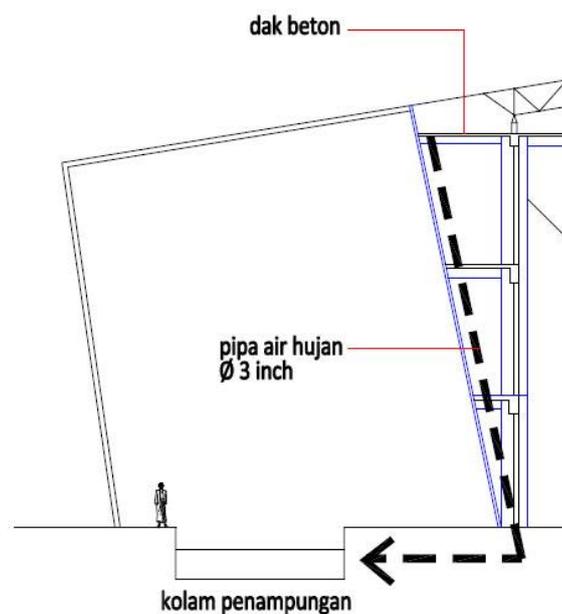
Sistem drainase atau pengiriman air hujan dari permukaan atap ke wadah penyimpanan adalah dengan menggunakan talang dan pipa vertikal. Saat pemilihan talang dan pipa vertikal penting untuk mempertimbangkan 3 faktor yaitu ukuran, pemasangan yang tepat dan estetika.

Ukuran talang sebaiknya berukuran sedemikian rupa sehingga cukup memindahkan air hujan dengan intensitas tinggi. Sebagai aturan umum talang yang digunakan berukuran minimal 3 - 5 inch.

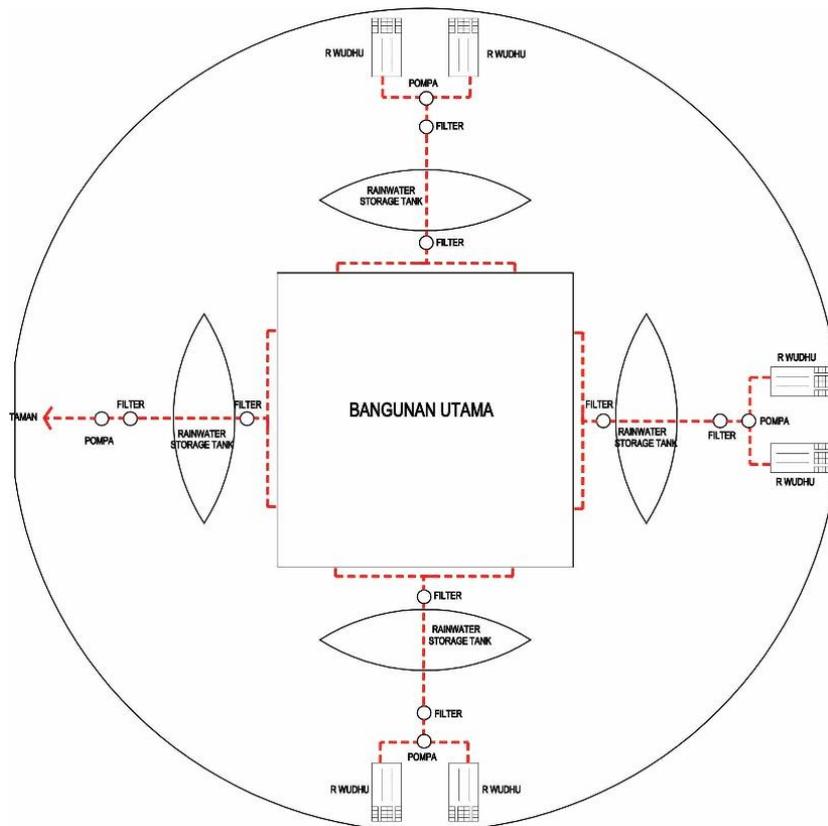


Gambar 7. Potongan Bangunan Utama Masjid

Ukuran pipa air vertikal yang digunakan dengan diameter 3 – 8-inch yang akan diteruskan ke tangki penyimpanan/reservoir. Pada rancangan, posisi pipa air vertikal diletakkan tersembunyi di dalam dinding fasade bangunan seperti terlihat pada gambar 8.



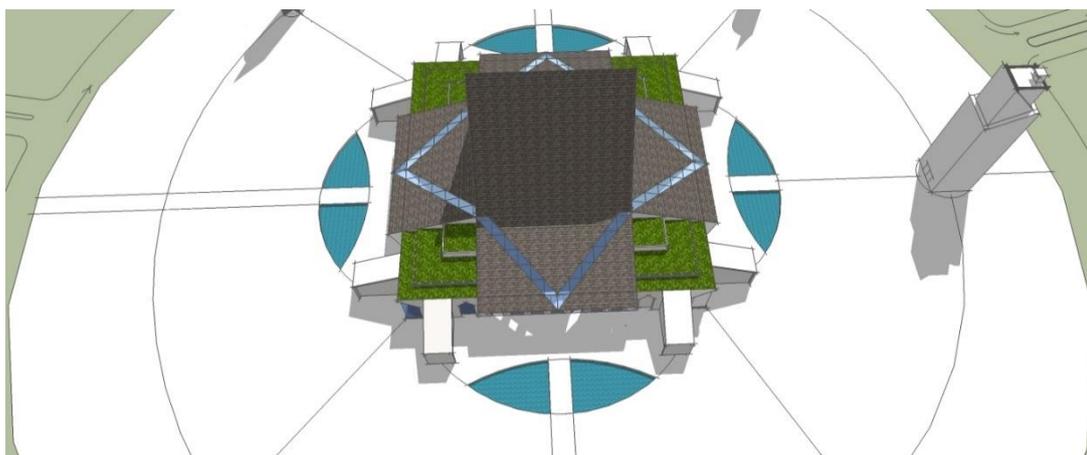
Gambar 8. Detail Perletakan Talang Air Vertikal pada Bangunan Utama



Gambar 9. Pola Jaringan Distribusi Air Hujan pada Tapak Bangunan

3. Penyimpanan/Penampungan Air pada Reservoir

Tangki penyimpanan atau kolam penampungan air hujan pada proyek penelitian ini terbuat dari bahan beton bertulang dengan finishing keramik yang dibangun terpisah dari bangunan utama. Bentuk kolam penampungan secara keseluruhan pada tapak dapat dilihat pada gambar 9.



Gambar 10. Rancangan Kolam Pemanenan Air Hujan

Rancangan kolam penampungan diletakkan di atas permukaan tanah dan berbentuk terbuka. Penampungan air hujan yang diletakkan di atas tanah mempunyai keuntungan dalam mengambil dan memanfaatkan airnya. Kolam ini selain berfungsi untuk menampung air hujan juga dapat sebagai penunjang elemen estetika bangunan utama.

Gambar detail kolam penampungan air hujan dapat dilihat pada gambar 10.



Gambar 11. Detail Rancangan Kolam Pemanenan Air Hujan

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari perencanaan sistem penampungan air hujan pada Masjid Agung di kawasan Perkantoran Banjarbaru Kalimantan Selatan dapat disimpulkan beberapa hal antara lain:

- Penerapan sistem Pemanenan Air Hujan pada Masjid Agung Banjarbaru Kalimantan Selatan sebagian besar menggunakan air hujan untuk memenuhi kebutuhan air baku sehari-hari. Dari perhitungan, volume air hujan yang diterima oleh atap jumlahnya **lebih besar** daripada volume kebutuhan air baku setiap bulannya di Masjid Agung.
- Kolam pemanenan air hujan yang direncanakan berjumlah 4 buah, masing-masing kolam diharapkan dapat menampung volume tampungan air hujan $> 446,40 \text{ m}^3$. Dari masing-masing kolam penampungan, air akan disalurkan ke dalam pipa yang di bagian ujung terdapat filter untuk menyaring sampah-sampah atau kotoran berukuran besar. Selain filter untuk berukuran besar, terdapat juga filter untuk kotoran berukuran lebih kecil. Setelah air mengalami penyaringan, lalu diteruskan masuk pompa untuk selanjutnya dapat dialirkan ke area wudhu dan KM/WC.
- Untuk dapat menampung volume tampungan air hujan maka dihasilkan luas masing-masing kolam penampungan air hujan adalah 600 m^2 dengan kedalaman kolam adalah $0,84 \text{ m}$. Pada penelitian ini penulis memperkirakan maksimal volume kolam penampungan dapat menampung air hujan sebesar 500 m^3 .

Saran untuk penelitian ini adalah agar dapat diadakan penelitian tambahan terhadap kebutuhan sumber air bersih lain, selain air hujan untuk dapat memenuhi kebutuhan air bersih di saat musim-musim kemarau. Diharapkan adanya penelitian terhadap kelebihan air hujan yang berfungsi sebagai pengisian air tanah (*ground water recharge*) misalnya dengan perencanaan pembuatan sumur-sumur resapan pada wilayah penelitian.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Pemerintah Provinsi Kalimantan Selatan Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang sebagai penyelenggara “Sayembara Desain Masjid Agung Kawasan Perkantoran Banjarbaru” dan atas ketersediaannya data-data pendukung dalam melengkapi penulisan jurnal ini.

REFERENSI

- Dwivedi, Arun Kumar; Patil, Virendra B; Karankal, Amol B. (2013). “Rooftop Rain Water Harvesting for Groundwater Recharge in an Educational Complex”. *Global Journal of Researches in Engineering Civil and Structural Engineering*, Volume 13 Issue 1 Version 1.0.
- Maryono, Agus. (2014). *Menangani Banjir, Kekeringan dan Lingkungan*. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Oni, S.I; Ege, Emmanuel; Asenime, Charles; Oke, S.A. (2008). “Rainwater Harvesting Potential for Domestic Water Supply in Edo State”. *Indus Journal of Management & Social Sciences*, Vol.2, No. 2: 87-98.
- O.I, Shittu; O.T, Okareh; A.O, Coker. (2015). “Development of rainwater harvesting technology for securing domestic water supply in Ibadan, Nigeria”. *International Research Journal of Engineering Science, Technology and Innovation (IRJESTI)*. Vol. 4(1) pp. 032-037.
- Steffen, Jennifer; Jensen, Mark; Pomeroy, Christine A; Burian, Steven J. (2013). “Water Supply and Stormwater Management Benefits of Residential Rainwater Harvesting in U.S. Cities”. *Journal of The American Water Resources Association*, Volume 49, No. 4.
- Said, Nusa Idaman; Widayat, Wahyu. (2014). *Pengisian Air Tanah Buatan, Pemanenan Air Hujan dan Teknologi Pengolahan Air hujan*. BPPT Press, Jakarta.