

Perencanaan *Rainwater Harvesting* Sebagai Upaya Implementasi Sistem Berkelanjutan di Bandara Ahmad Yani Semarang: Review

Mifta Nila Munana, Velma Nindita
nilamanana@gmail.com

Program Studi Arsitektur, Fakultas Teknik dan Informatika Universitas UPGRi Semarang

Abstrak

Satu – satunya bandara terbesar di Kota Semarang adalah Bandara Ahmad Yani dengan luas kurang lebih 58.652 m². Kota tersebut merupakan kota dengan intensitas hujan yang tergolong tinggi. Maka dari itu untuk mewujudkan sistem berkelanjutan dan sebagai bentuk peduli lingkungan, air hujan ditampung dan dimanfaatkan kembali dengan menerapkan sistem *Rainwater Harvesting*. Sebagai bahan untuk menerapkan sistem tersebut, diperlukan data curah hujan dari stasiun klimatologi dan geofisika, analisa hidrologi dengan metode *Mononobe* dengan PUH 5 tahun dengan pendekatan durasi hujan 1 jam dan instensitas sebesar 72,56. Selanjutnya jika telah terhitung debit air, air bersih tersebut akan di tampung dan didistribusikan ke toilet. Sistem penangkapan air hujan ditempatkan di lahan parkir yang akan ditangkap dari limpasan air hujan tersebut dan dialirkan ke *ground reservoir* kemudian dialirkan ke tanki distribusi. Berikutnya, sistem air kotor toilet disalurkan ke STP (*sewage treatment plant*).

Kata kunci: *Rainwater Harvesting*, Bandara Ahmad Yani, *Mononobe*, *Reservoir*, *Sewage Treatment Plant*.

Abstract

The only largest airport in Semarang City is Ahmad Yani Airport with an area of just over 58,652 m². The city is a city with a high intensity of rainfall. Then from that to realize a sustainable system and as a form of caring for the environment, rainwater is stored and reused by implementing the *Rainwater Harvesting* system. As a material for implementing the system, rainfall data from climatological and geophysical stations, hydrological analysis using the *Mononobe* method with a 5-year PUH with an approximation of 1 hour rain duration and an instance of 72.56 is required. Then, if the drainage has been counted, the clean water will be mounted and distributed to the toilet. The rainwater capture system will be placed in the parking lot, which will be captured from the rainwater drain and drained to the ground reservoir and then drained into the distribution tank. Next, the dirty toilet water system is channeled to the STP (*Sewage Treatment Plant*).

Keywords: *Rainwater Harvesting*, Ahmad Yani Airport, *Mononobe*, *Reservoir*, *Sewage Treatment Plant*.

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Bandara Internasional Ahmad Yani awalnya merupakan pangkalan udara militer untuk TNI Angkatan Darat. Sejak 1 Oktober 1995, pengelolaan dialihkan ke PT Angkasa Pura I dan mulai difungsikan komersial bandara secara penuh hingga saat ini. Pengembangan sering dilakukan dan beberapa kali mengalami pergantian status. Tahun 2004 Bandara Ahmad Yani memperoleh status internasional, namun saat ini status tersebut telah dihilangkan berdasarkan SK Menteri Perhubungan Tahun 2024 dan kini hanya melayani penerbangan domestik.

Curah hujan di Kota Semarang tidak stabil dan dapat tergolong tinggi di waktu tertentu, menurut data dari BPS 2024, curah hujan tertinggi terjadi di Bulan Februari 2021 yaitu 694 mm. Variasi curah hujan tahunan antara 100 mm – 300 mm dalam periode waktu tahun 2020 hingga tahun 2022 (BPS, 2024). Limpasan air hujan (run off) langsung disalurkan pada drainase dengan jenis drainase konvensional.

Drainase konvensional merupakan upaya pembuangan atau pengaliran air hujan ke sungai terdekat dan diteruskan ke laut. Dampak dari konsep ini diantaranya kekeringan, banjir, tanah longsor, dan pelumpuran terjadi dimana-mana (Martono, 2014).

Permasalahan yang dihadapi saat ini adalah belum adanya sistem pengelolaan air hujan untuk alternatif kebutuhan air di terminal bandara. Konsep yang diambil yaitu pengolahan air hujan menjadi air bersih untuk utilitas. Selain air

bersih, akan diulas sekilas mengenai sistem air kotor di bandara.

1.2. Tujuan

Untuk mengetahui secara jelas bagaimana sistem *rainwater harvesting*. Salah satu upaya atau alternatif untuk mewujudkan sistem berkelanjutan dan peduli terhadap lingkungan.

1.3. Sasaran

Agar meningkatkan kinerja fasilitas umum untuk menerapkan sistem serupa, selain peduli lingkungan, hal ini sangat baik dikarenakan dapat menghemat sumber daya alam. Sehingga memperoleh gambaran mengenai *rainwater harvesting* dengan jelas.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Objek penelitian

Penelitian dilakukan di area parkir Bandara Internasional Ahmad Yani yang berada di Tambakharjo, Kec. Semarang Barat, Kota Semarang.

2.2. Sumber Data

2.1.1. Data Primer

Data primer langsung pada materi penelitian, yaitu data dari instansi terkait untuk memperoleh data curah hujan dari badan klimatologi dan geofisika dan juga Badan Pusat Statistik.

2.1.2. Data Sekunder

Data sekunder berupa data pendukung yang meliputi data standar analisa debit air, perhitungan anggaran biaya, dan data penunjang lainnya.

3. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

3.1. Pengolahan Data

A. Analisis Data Curah Hujan

Metode yang digunakan dalam mengolah data curah hujan ini ialah menggunakan metode aritmatik. Metode yang paling sederhana untuk menghitung hujan rerata pada suatu daerah. Jika terdapat data curah hujan yang hilang atau rusak, maka dapat dicari dengan menggunakan rumus berikut :

$$r_x = \frac{1}{n} (r_A + r_B + \dots r_n)$$

Keterangan :

- r_x : Data curah hujan stasiun (mm)
 n : Jumlah stasiun yang curah hujannya telah diketahui.
 r_a, r_b, r_n : Curah hujan stasiun A,B, dan n dalam satuan (mm)

B. Intensitas Hujan

Intensitas hujan diperoleh dengan cara melakukan analisis data hujan baik secara statistik maupun empiris. Biasanya intensitas hujan dihubungkan dengan durasi hujan jangka pendek misalnya 5 menit, 30 menit, 60 menit dan beberapa jam berikutnya. Apabila data hujan pendek tidak tersedia, maka dapat dihitung dengan rumus distribusi *mononobe*, sebagai berikut :

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

Keterangan :

- I : Intensitas curah hujan (mm/jam)
 R_{24} : Curah hujan maksimal dalam 24 jam (mm)

t : Durasi curah hujan (jam)

C. Debit Rencana

Umumnya untuk menentukan debit aliran akibat air hujan diperoleh hubungan rasional antara air hujan limpasannya (Metode Rasional). Besarnya rencana dihitung dengan menggunakan metode rasional. Jika alirannya kurang dari 80 Ha. Adapun rumus perhitungan debit rencana Metode Rasional sebagai berikut:

$$Q = 0,278 \times C \times I \times A$$

Keterangan :

- Q : Debit (m³/detik)
0,278 : Konstanta dalam satuan km²
0,002778 : Konstanta dalam satuan ha
 C : Koefisien aliran
 I : Intensitas curah hujan selama waktu konsentrasi (mm/jam)
 A : Luas daerah aliran (ha)

3.2. Perencanaan *Bill Of Quantity* dan Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Untuk merencanakan suatu konstruksi diperlukan perhitungan anggaran biaya dan kuantitas suatu pekerjaan. *Bill of quantity* adalah perhitungan detail dari sebuah pekerjaan konstruksi. Dalam pembahasan ini, BOQ memuat kuantitas dari pekerjaan pembangunan sistem pemanen air hujan berupa bongkaran, pemasangan, maupun galian dan timbunan. Perhitungan BOQ berdasarkan upah jasa dan material yang berlaku di daerah Kota Semarang. Sedangkan RAB adalah rekapitulasi anggaran biaya keseluruhan proses pembangunan sistem pemanen air hujan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kegiatan dari kawasan bandara Ahmad Yani merupakan kegiatan transportasi udara dimana setiap harinya terdapat ratusan penerbangan. Hal itu setara dengan jumlah pengunjung yang lumayan signifikan. Penggunaan air di terminal bandara digunakan untuk menunjang fasilitas umum seperti masjid, kamar mandi, taman, toilet, dll. Sumber pemakaian air bersih bandara diperoleh dari sumur tanah dalam dan PDAM.

4.1. Data Curah Hujan

Data curah hujan yang digunakan untuk perhitungan diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS) Kota Semarang.

Tabel 1. Data Curah Hujan

Tahun	2015	2016	2017	2020	2021	2022
Rata-Rata	144,42	181,83	181,83	208,98	206,58	222,00

Sumber : Hasil Perhitungan, 2024



Gambar 1. Grafik Curah Hujan Tahunan (2015-2022)
 (Sumber : Hasil Perhitungan, 2024)

A. Analisa Hujan Rencana

Analisa hidrologi dalam perencanaan pemanenan air hujan diperlukan sebagai analisa untuk menentukan berapa besar debit rencana suatu perencanaan pada sistem pemanen air hujan. Dalam perencanaan ini, analisa frekuensi memerlukan data curah hujan maksimum. Dalam

menghitung curah hujan rencana menggunakan metode distribusi normal.

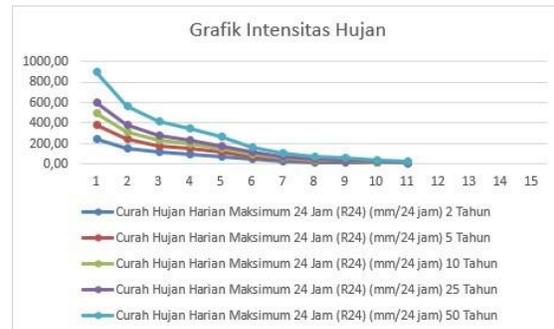
Tabel 2. Curah Hujan Harian Maksimum

No	Tahun	Rerata Hujan Tahunan (mm)	(R-r)	(R-r) ²
1	2015	144,42	-46,52	2164,45
2	2016	181,83	-9,11	82,94
3	2017	181,83	-9,11	82,94
4	2020	208,98	18,03	325,25
5	2021	206,58	15,64	244,71
6	2022	222,00	31,06	964,71
Jumlah		1145,64		3864,98
Rata-rata		190,94		644,16

(Sumber : Hasil Perhitungan, 2024)

B. Intensitas Hujan

Intensitas hujan dapat dihitung dengan menggunakan metode *mononobe* dalam durasi waktu 24 jam dan dapat dilihat dari grafik berikut :



Gambar 2. Intensitas Curah Hujan Metode Mononobe
 (Sumber : Data Primer, 2024)

Dari tabel dan grafik diatas, dapat diketahui bahwa semakin lama durasi hujan maka nilai intensitas hujan akan semakin kecil, ini mengindikasikan bahwa semakin pendek jangka waktu curah hujan semakin besar intensitasnya, karena hujan tidak selalu berulang. Pada perencanaan ini menggunakan *mononobe* PUH 5 dengan durasi 1 jam sehingga didapatkan intensitas hujan sebesar 72,56 mm/jam.

4.2. Volume Air Hujan

Luas area parkir kendaraan roda 4 bandara Ahmad Yani seluas 1,2 ha dan memanfaatkan 20% dari lahan tersebut untuk tangkapan hujan dengan luas 2400 (0,24 ha). Agar sistem pemanenan air hujan lebih mudah dan biaya konstruksi lebih ekonomis, maka pemanenan air hujan dapat dibuat di permukaan tanah dengan adanya saluran drainase. Berikut ini ialah area tangkapannya :

Tabel 3. Volume Air Hujan di Area Parkir

Nama Bangunan	Luas (m ²)	Luas (ha)	Intensitas (l)	Koef (c)	Debit (Q) m ³ /det	Volume Tampungan (V) m ³
Tempat parkir	3600	0,36	72,56	0,5	0,024	687,38
Total	36	0,36			0,024	687,38

(Sumber : Hasil Perhitungan, 2024)

Volume air hujan yang dapat ditampung di area parkir roda 4 bandara sebesar 687,38 m³ dengan *catchment* area sebesar 0,36 ha. Karena dengan jangkauan pelayanan dan profil muka tanah yang berbeda serta ketersediaan lahan untuk membangun reservoir, volume air hujan dimanfaatkan sesuai dengan kebutuhan.

4.3. Perencanaan Jaringan Tangkapan Air Hujan

Sistem jaringan drainase air hujan, dibagi menjadi beberapa bagian sesuai segmen. Pada sistem jaringan 1-A sebesar $b = 0,16$ m $h = 0,07$ m. Untuk saluran 2-B sebesar $b = 0,17$ m $h = 0,08$ m dan saluran 3-C sebesar $b = 0,16$ m $h = 0,07$ m dari saluran ini merupakan saluran sekunder. Sedangkan untuk saluran primer dengan notasi 4-D sebesar $b = 0,25$ m dan $h = 0,15$ m saluran ini nantinya akan dibuat dari beton

semen.

4.4. Bangunan Penunjang

Reservoir pada sistem Rainwater Harvesting berfungsi sebagai penampungan air hujan yang mengalir dari tangkapan air hujan atau *catchment area*. Dimensi reservoir didapat setelah melakukan perhitungan debit tangkapan air hujan. Cara menentukan dimensi reservoir yaitu $\text{volume} = \text{Panjang} \times \text{Lebar} \times \text{Tinggi}$ dalam m³ kemudian di konversi ke dalam liter. Dimensi reservoir yang direncanakan dapat dilihat dalam tabel berikut.

Tabel 4. Dimensi Reservoir

Ground Reservoir		
Panjang (m)	Lebar (m)	Tinggi (m)
4	4	3,5

(Sumber : Hasil Perhitungan, 2024)

4.5. Neraca Air

Neraca air merupakan cara yang digunakan untuk menghitung besaran air yang masuk dan keluar dari sebuah sistem. Di bawah ini merupakan kebutuhan air bersih beserta alat plumbingnya.

Tabel 5. Kebutuhan pemakaian air bersih standar

kebutuhan pemakaian air	Liter	Jumlah	Total
Urnioir	6.0	57	342
Lavatory	10.0	47	470
Kloset	5.0	84	420
		total	1232 liter

(Sumber : SNI 8153-2015)

Untuk mengetahui kebutuhan pemakaian air bersih, standar kuantitas dikali dengan jumlah total unit alat plumbing yang berada di terminal dengan hasil $12321/\text{hari} = 1,23 \text{ m}^3/\text{hari}$. Air limbah yang dihasilkan dari toilet ialah $80\% \times 1,23 \text{ m}^3/\text{hari} = 0,96 \text{ m}^3/\text{hari}$.

Penentuan kapasitas reservoir didapat dari meteran air yang berasal dari sumur dan PDAM pada tabel dibawah ini diasumsikan seperti pada jurnal Fajri Muhammad Ilham tahun 2018 sebagai berikut :

Tabel 6. Meteran Air

Bulan	stand meter air		
	awal	akhir	hasil
Januari	18942	24141	43083
Februari	24141	27592	51733
Maret	27592	31798	59390
April	31798	34569	66367
Mei	34569	38094	72663
Juni	38094	40956	79050
Juli	40956	44040	84996
Agustus	44040	48098	92138
September	40898	49399	90297
Oktober	21244	27176	48420
November	27176	32887	60063
Desember	32887	37786	70673
Total			818873
Rerata			68239

Dari tabel tersebut dapat dilihat bahwa kapasitas reservoir tersebut adalah 68239 m³/bulan dengan rata-rata 2274 m³/hari. Sumber pemakaian air berasal dari sumur dalam dan PDAM yang nantinya akan didistribusikan melalui reservoir kemudian disebar ke toilet bandara.



Gambar 3. Neraca Air

4.6. Perhitungan *Bill Of Quantity* dan RAB

Untuk merencanakan suatu konstruksi diperlukan perhitungan anggaran biaya dan kuantitas suatu pekerjaan. *Bill of Quantity* adalah perhitungan detail dari sebuah pekerjaan konstruksi. Berikut ini perhitungan garis besar

RAB untuk mengetahui biaya yang diperlukan :

Tabel 7. RAB Total

No	Uraian	Total
1	Saluran Sekunder	Rp 103.654.948,85
2	Saluran Primer	Rp 8.754.261,95
3	Reservoir	Rp 195.362.370,20
4	Pekerja	Rp 15.000.000,00
Total		Rp 322.771.581,00

4.7. Sitem Air Kotor Bandara Ahmad Yani

Bandara Ahmad Yani menerapkan sistem *eco-airport*, menurut informasi pada *website* PT Angkasa Pura. Pada tahun 2022 Bandara Ahmad Yani berhasil meraih sertifikat *GreenShip Building* kategori Gold, hal tersebut menandakan bahwa Bandara Ahmad Yani telah memenuhi persyaratan pada penilaian aspek penghematan energi dan efisiensi, penghematan air, pengembangan lokasi gedung, siklus dan sumber data material, kenyamanan kesehatan gedung, dan pengelolaan lingkungan gedung.

Dalam sistem utilitas, jaringan air kotor juga berpengaruh dalam suatu bangunan. Menurut jurnal ilmiah *Aviasi Langit* tahun 2019 oleh Maganda Saraswati, analisa dan perhitungan yang telah dilakukan menjelaskan bahwa saluran limbah sepanjang 916 m dengan diameter 12 inch, terdapat penggunaan pompa karena antar terminal dengan STP (*sewage treatment plant*) terjadi kenaikan dengan perbedaan tinggi sebesar 0,77%. Air hasil olahan dialirkan ke *ponding* dengan kapasitas 106.702,08 m³.

5. KESIMPULAN/RINGKASAN

- 1) Potensi air hujan yang dimiliki di lingkungan Bandara Ahmad Yani cukup besar untuk memenuhi sebagian

cadangan kebutuhan air bersih.

- 2) Sistem saluran drainase RWH hanya mengubah 20% lahan eksisting di area parkir kendaraan roda 4.
- 3) Pengaliran air hujan menuju reservoir memanfaatkan *RunOff* pada sistem drainase saluran terbuka dimana di atas saluran tersebut menggunakan *screen*.
- 4) Bandara Ahmad Yani Semarang dapat mengurangi pembiayaan kebutuhan air bersih jika mengaplikasikan sistem RWH.
- 5) Rencana Anggaran Biaya (RAB) yang diperlukan telah diestimasi sebesar Rp 322.771.581,-
- 6) RWH cukup efisien apabila direncanakan sesuai dengan standar perhitungan.
- 7) Meskipun sistem tersebut merupakan implementasi sistem berkelanjutan, perlu ada kajian dan perhitungan secara mendetail terkait perencanaan RWH, apabila sistem ini akan direalisasikan.

6. DAFTAR PUSTAKA

Fajri, Muhammad Ilham. 2018. Perencanaan Rainwaterharvesting Dalam Upaya Pengembangan Penyediaan Air Bersih di Bandara Ahmad Yani Semarang (Studi Kasus : Bandara Adi Sutjipto, Semarang). Jurnal Teknik Sipil dan Perencanaan.

Kim Ree-Ho, Sangho Lee, Jinwoo Jeong, Jung-Hun Lee dan Yeong-Kwan Kim. 2007. Reuse greywater and rainwater using fiber filter media and metal membrane. *Desalination* 202:326-332.

Made. 2001. Teknik Perhitungan Debit Rencana Bangunan Air. Graha Ilmu. Semarang

Maharjono, Sri, Siri Qomariyah dan Koosdaryani 2017. Analisis Dimensi Tanki PAH guna Pemanfaatan Air Hujan sebagai Sumber Air Cadangan untuk Bangunan Rusunawa (Studi Kasus : Rusunawa Semanggi, Surakarta). *Jurnal Teknik Sipil* 1 (1) :258-264

Saraswati, M., Desryanto, N., dan Fatra, O. 2020. Perencanaan Saluran Limbah Cair di Gedung Terminal Bandar Udara Internasional Ahmad Yani. *Jurnal Sekolah Tinggi Penerbangan Indonesia*.

<https://ap1.co.id/id/information/news/detail/bandara-jenderal-ahmad-yani-semarang-raih-sertifikat-greenship-building-kategori-gold>
diakses tanggal 14 Juli 2024