

## PERHITUNGAN BIAYA DAN PENGHEMATAN DARI RENCANA PENERAPAN SISTEM PEMANENAN AIR HUJAN DI APARTEMEN ROYAL MEDITERANIA

Julian Kietowibowo<sup>1</sup>, Arianti Sutandi<sup>2</sup>, dan Vittorio Kurniawan<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Sarjana Teknik Sipil, Universitas Tarumanagara, Jl. Letjen S. Parman No.1 Jakarta  
*Julian.325160028@stu.untar.ac.id*

<sup>2</sup>Program Studi Sarjana Teknik Sipil, Universitas Tarumanagara, Jl. Letjen S. Parman No.1 Jakarta  
*ariantis@ft.untar.ac.id*

<sup>3</sup>Program Studi Sarjana Teknik Sipil, Universitas Tarumanagara, Jl. Letjen S. Parman No.1 Jakarta  
*vkurniawan@ft.untar.ac.id*

Masuk: 04-07-2020, revisi: 28-07-2020, diterima untuk diterbitkan: 30-07-2020

### ABSTRACT

*Rainwater harvesting system is system that can be used to collect rain water that falls on the roof to be used as raw water for example to water a garden, to flush water in the toilet, etc. Another benefit of the rainwater harvesting system is also to reduce rainwater runoff to the city channel so as to reduce flood discharge. In this study an analysis of rainwater harvesting systems was made at Royal Mediterania Garden Apartment, from a financial perspective to find out the amount of costs carried out for the construction of a rainwater harvesting system and the magnitude of the savings prospects resulting from making this system, then the investment payback time was also calculated using the method payback period. From the calculation results, the time needs to return the investment is 11 years 11 months 8 days. So in terms of the length of time required to return the initial investment, making this system less attractive. Another thing that can be considered is following the existing government regulations in making this rainwater harvesting system and also reduce the use of raw water and can be one of the criteria in making the building as a green building.*

*Keywords: rainwater harvesting system; payback period; apartment.*

### ABSTRAK

Sistem pemanenan air hujan adalah salah satu sistem yang dapat digunakan untuk menampung air hujan yang jatuh ke atap untuk kemudian digunakan sebagai air baku misalnya untuk menyiram taman, untuk menyiram air di toilet, dan lain-lain. Fungsi lain dari sistem pemanenan air hujan ini juga dalah untuk mengurangi limpasan air hujan ke saluran kota sehingga dapat mengurangi debit banjir. Pada penelitian ini dilakukan analisis pembuatan sistem pemanenan air hujan di Apartemen Royal Mediterania Garden, dari segi finansial untuk mengetahui besarnya biaya yang diperlukan untuk konstruksi sistem pemanenan air hujan serta besarnya prospek penghematan yang dihasilkan dari pembuatan sistem ini, kemudian dihitung juga waktu pengembalian investasi dengan metode *payback period*. Dari hasil perhitungan didapatkan waktu yang diperlukan untuk pengembalian investasi adalah selama 11 tahun 11 bulan 8 hari. Sehingga ditinjau dari segi lamanya waktu yang diperlukan untuk pengembalian investasi awal, pembuatan sistem ini kurang menarik. Hal lain yang dapat menjadi pertimbangan adalah mengikuti peraturan pemerintah yang ada dalam pembuatan sistem pemanenan air hujan ini, dan juga mengurangi pemakaian air baku serta dapat menjadi salah satu kriteria dalam menjadikan bangunan sebagai bangunan hijau.

Kata kunci: sistem pemanenan air hujan; *payback period*; apartemen.

## 1. PENDAHULUAN

Permasalahan yang sedang dihadapi di Jakarta adalah permasalahan permasalahan sumber daya air. Permasalahan ini disebabkan oleh pertumbuhan jumlah penduduk di DKI Jakarta. Pertumbuhan penduduk di daerah resapan menyebabkan perubahan fungsi lahan untuk pemukiman. Saat musim hujan terjadi peningkatan volume air yang besar tapi karena terbatasnya lahan resapan air makan resapan air ke dalam tanah akan turun sehingga timbul genangan air atau banjir. Saat musim kemarau, air yang meresap ke tanah saat musim hujan berkurang maka air tanah yang dapat digunakan sedikit dan menimbulkan kekeringan.

Sudah cukup banyak studi mengenai sistem pemanenan air hujan dari segi hidrologi dengan tujuan penghematan air bersih seperti pada salah satu penelitian yang dilakukan oleh Tri Yayuk Susana (2012) tentang pemanfaatan metode *rainwater harvesting* untuk pertamanan di Bank Indonesia diperoleh potensi penghematan air PAM sebesar 65,41% dari total kebutuhan air. Sedangkan studi mengenai sistem pemanenan air hujan untuk aspek finansial perlu diteliti secara lebih detail. Studi ini diperlukan agar pihak *owner* dapat mengetahui besarnya investasi yang harus dikeluarkan dan pihak *owner* dapat mempertimbangkan apakah investasi yang dikeluarkan ini layak untuk dilakukan atau tidak, terutama pada pelaksanaan gedung yang sudah ada (*existing*). Dengan adanya penghematan penggunaan air PAM yang digantikan dengan sistem pemanenan air hujan ini maka ada biaya yang dihemat, dengan jumlah biaya yang dihemat maka pihak *owner* dapat mengetahui berapa lama waktu yang diperlukan untuk dapat mengembalikan biaya yang dikeluarkan di awal investasi.

Dikarenakan masih sedikitnya yang menggunakan metode ini, maka perlu juga dilakukan studi kelayakan agar dana yang dikeluarkan oleh pihak *owner* untuk melakukan investasi pada metode ini tidak terbuang sia-sia, dan dana yang dikeluarkan terpakai secara efisien.

### **Rainwater harvesting**

*Rainwater harvesting* atau pemanenan air hujan adalah kegiatan menampung air hujan secara lokal dan menyimpannya melalui berbagai teknologi, untuk penggunaan masa depan untuk memenuhi tuntutan konsumsi manusia atau kegiatan manusia. (Said, 2014) Metode ini dapat digunakan pada daerah yang tidak memiliki sistem penyediaan air bersih, kualitas air yang kurang baik serta tidak tersedianya air tanah dan air permukaan.

### **Perhitungan struktur**

Pada perencanaan struktur dari bak beton akan digunakan perhitungan tulangan lentur dengan pedoman **SNI 2847 – 2013 (Tata Cara Perencanaan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung)**.

### **Penulangan lentur**

Pada perencanaan penulangan lentur melalui beberapa tahap sebagai berikut:

$$m = \frac{f_y}{0,85 \times f_c} \quad (1)$$

dengan  $f_y$  = tegangan leleh tulangan,  $f_c$  = kuat tekan beton.

$$R_n = \frac{M_u}{\phi \cdot b \cdot d^2} \quad (2)$$

dengan  $M_u$  = momen yang terjadi,  $\phi = 0,9$ ,  $b$  = lebar penampang,  $d$  = tebal pelat – tebal selimut beton –  $\frac{1}{2}$ . diameter tulangan

$$\rho \text{ perlu} = \frac{1}{m} \times \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times m \times R_n}{f_y}} \right) \quad (3)$$

dengan  $f_y$  = tegangan leleh tulangan.

$$\rho \text{ min} = \frac{1,4}{f_y} \quad (4)$$

dengan  $f_y$  = tegangan leleh tulangan,  $f_c$  = kuat tekan beton.

$$\rho \text{ susut} = 0,002 \quad (5)$$

$$\rho \text{ min} > \frac{4}{3} \rho \text{ perlu} > \rho \text{ susut, maka digunakan } \rho \text{ min.} \quad (6)$$

$$\rho \text{ min} < \frac{4}{3} \rho \text{ perlu, maka digunakan } \frac{4}{3} \rho \text{ perlu.} \quad (7)$$

$$A_s = \rho \text{ perlu} \times b \times d \quad (8)$$

dengan  $b$  = lebar penampang,  $d$  = tebal pelat – tebal selimut beton –  $\frac{1}{2}$ . diameter tulangan

$$n = As / \frac{1}{4} \times \pi \times d^2 \quad (9)$$

dengan  $d$  = diameter tulangan.

$$S = 1000/n \quad (10)$$

dengan  $n$  = jumlah tulangan.

### Perhitungan biaya

Pada perhitungan biaya dari pembuatan sistem pemanenan air hujan digunakan pedoman Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. Nomor: 28/PRT/M/2016. Tentang Analisis Harga Satuan dan Pekerjaan Bidang Pekerjaan Umum. Bagian Keempat: Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) Bidang Cipta Karya.

### Payback period (PBP)

*Payback Period* (PBP) ialah jangka waktu pengembalian biaya awal. *Payback period* merupakan teknik penilaian terhadap jangka waktu (periode) yang dibutuhkan untuk menutup *initial investment* dari suatu proyek dengan menggunakan *cash inflow* yang dihasilkan proyek tersebut. Jika aliran kas tidak sama maka harus dicari satu persatu yakni dengan cara mengurangi total investasi dengan *cash flow*-nya sampai diperoleh hasil total investasi sama dengan *cash flow* pada tahun tertentu (Syamsudin, 2011:445).

Semakin cepat pengembaliannya maka alternatif tersebut lebih menarik dibandingkan dengan alternatif lainnya. Kelebihan dari metode *payback period* adalah mudah dalam penggunaan dan perhitungan, berguna untuk memilih investasi yang mana yang mempunyai masa pemulihan tercepat, masa pemulihan modal dapat digunakan untuk alat prediksi resiko ketidakpastian pada masa mendatang, dan masa pemulihan tercepat memiliki resiko lebih kecil dibandingkan dengan masa pemulihan yang relatif lebih lama. (Rachadian et al., 2013).

Sedangkan kelemahannya adalah mengabaikan adanya perubahan nilai uang dari waktu ke waktu, mengabaikan arus kas setelah periode pemuliahn modal dicapai, mengabaikan nilai sisa proses dan sering menjebak analisator jika biaya modal atau bunga kredit tidak diperhitungkan dalam arus kas yang menyebabkan usaha tidak likuid (Rachadian et al., 2013).

Teknik yang digunakan untuk menghitung *Payback Period* ialah:

$$\text{Payback Period} = n + \frac{a-b}{c-b} \times 1 \text{ tahun} \quad (10)$$

dengan  $n$  = tahun terakhir dimana jumlah arus kas masih belum bisa menutup investasi mula – mula,  $a$  = jumlah investasi mula-mula,  $b$  = jumlah kumulatif arus kas pada tahun ke –  $n$ ,  $c$  = jumlah kumulatif arus kas pada tahun ke  $n + 1$ .

## 2. METODE PENELITIAN

### Lokasi penelitian

Berikut adalah data mengenai lokasi penelitian:

- Nama : Royal Mediterania Garden Residences
- Koordinat : 6°10'34,9"S106°47'21,3"E
- Alamat : Jln. Letjen. S. Parman Kav. 28, Tanjung Duren Selatan, Grogol Petamburan, RT.9/RW.5, RT3/RW5, Jakarta Barat 11470
- Developer : Agung Podomoro Group
- Tower : 3 ( Lavender Timur, Lavender Selatan, dan *Marygold*)
- Luas Lantai : 89.343 m<sup>2</sup>
- Jumlah Unit : 1619 unit
- Mulai Beroperasi : 2011

### Data yang diperlukan

Data-data yang diperlukan untuk dapat melakukan perhitungan adalah sebagai berikut:

- Gambar kerja system pemanenan air hujan
- Data pemakaian air PAM
- Denah *site plan*

### Data sistem pemanenan air hujan

Data dari sistem pemanenan air hujan adalah data yang sudah eksisting diambil dari skripsi Heidi Irawan (2019) dan datanya adalah sebagai berikut:

- Dimensi bak penampungan : 4 m x 4 m x 1 m
- Dimensi sumur resapan : diameter 1 m x 1,3 m
- Pipa PVC : diameter 4 inci dan 1 inci

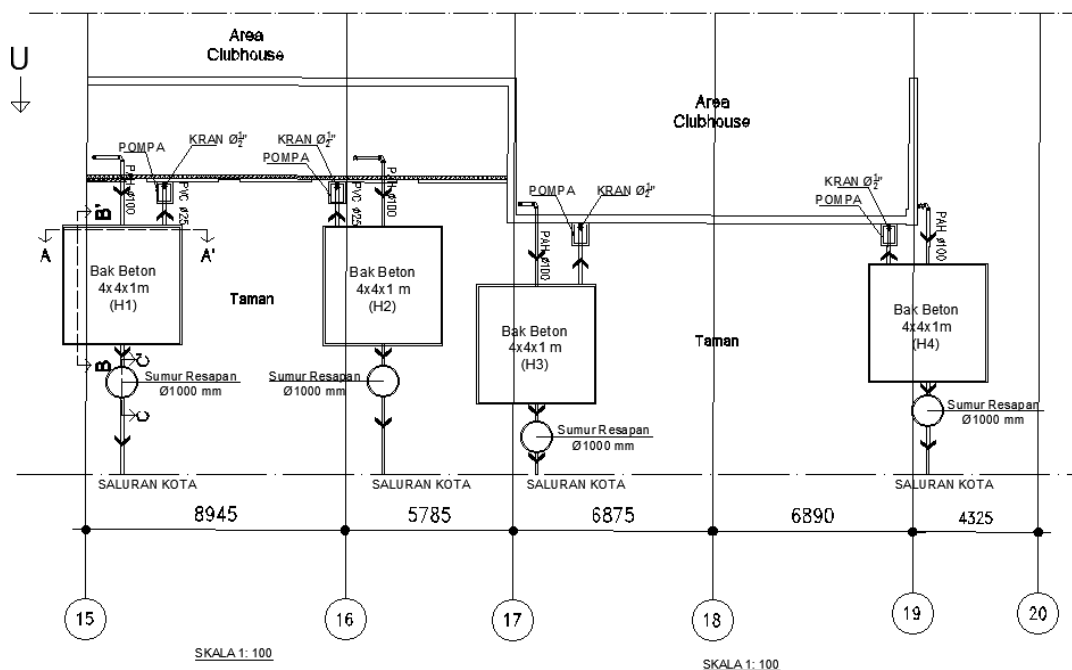
### Data tanah

Data tanah yang berlokasi di Jakarta Barat khususnya daerah Grogol diambil dari komunikasi pribadi dengan Laboratorium Geoteknik Universitas Tarumanagara. Data tanahnya sebagai berikut:

- $\gamma_{tanah}$  : 1,65 T/m<sup>3</sup>
- Muka air tanah : -0,5 meter

### Denah lapangan

Denah tempat peletakan bak penampungan dan sumur resapan dapat dilihat pada gambar 1 sebagai berikut.



Gambar 1. Denah letak bak penampungan area *club house*

Tanda panah pada denah menunjukkan arah aliran air.

Pada gambar 1 dapat dilihat bahwa pertama-tama air hujan akan jatuh ke atap *club house* lalu disalurkan ke bak penampungan dengan pipa PVC diameter 4 inci. Bila air yang ditampung di bak penampungan melebihi kapasitas penampungannya maka air akan disalurkan ke sumur resapan menggunakan pipa PVC diameter 4 inci untuk dialirkan ke tanah, namun apabila tanah sudah terlalu jenuh maka air tersebut akan dialirkan ke saluran kota menggunakan pipa PVC diameter 4 inci (Irawan H,2019).

Setelah air tertampung di bak penampungan, apabila air tersebut akan digunakan untuk kebutuhan penyiraman di taman maka air akan ditarik ke kran taman menggunakan 1 buah pompa tarik yang disalurkan dengan pipa PVC diameter 1 inci langsung disalurkan ke kran taman dengan diameter 1/2 inci, antara pipa 1 inci dengan kran 1/2 inci digunakan sambungan pipa 1 inci ke 1/2 inci. Setelah dipasang pipa 1/2 inci baru dipasang kran taman. Penggunaan pipa

1 inci dan ½ inci berdasarkan spesifikasi pompa yang menggunakan ukuran pipa 1 inci dan ukuran normal kran adalah ½ inci.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Data beton dan tulangan

Data kuat tekan beton dan tegangan leleh tulangan digunakan data yang umum dipakai dalam konstruksi. Data-data untuk beton dan tulangan adalah sebagai berikut:

- Kuat tekan beton ( $f'_c$ ) : 30 MPa
- Tegangan leleh tulangan ( $f_y$ ) : 400 MPa
- Tebal dinding : 200 mm (Tarigan,2018)
- Diameter tulangan : 19 mm
- Tebal selimut beton : 50 mm (SNI 2847 – 2013 pasal 7.7)

#### Pembebanan pada bak penampungan

Pembebanan yang terjadi pada bak penampungan akan dibagi 2 jenis keadaan yaitu dengan keadaan bak terisi air penuh dan keadaan bak kosong tanpa air. Masing-masing keadaan terbagi 2 lagi untuk sisi dinding dan juga sisi dasar bak.

##### 1. Kondisi Air Penuh

Pembebanan untuk ke 2 sisi berbeda, dan sebagai berikut:

- Dinding bak:
  - $q \text{ tanah} = \gamma_{\text{sat}} \times h = 1,65 \text{ T/m}^3 \times 1 \text{ m} = 1,65 \text{ T/m}^2$
  - $q \text{ air} = \gamma_{\text{air}} \times h = 1 \text{ T/m}^3 \times 1 \text{ m} = 1 \text{ T/m}^2$
- Dasar bak:
  - $q \text{ tanah} = \gamma_{\text{sat}} \times h = 1,65 \text{ T/m}^3 \times 1 \text{ m} = 1,65 \text{ T/m}^2$
  - $q \text{ air} = \gamma_{\text{air}} \times h = 1 \text{ T/m}^3 \times 1 \text{ m} = 1 \text{ T/m}^2$
  - $q \text{ sendiri bak} = \text{berat jenis beton} \times \text{tebal} = 2,4 \text{ T/m}^3 \times 0,2 \text{ m} = 0,48 \text{ T/m}^3$ .

##### 2. Kondisi Bak Kosong

Pembebanan untuk ke 2 sisi berbeda, dan sebagai berikut:

- Dinding bak:
  - $q \text{ tanah} = \gamma_{\text{sat}} \times h = 1,65 \text{ T/m}^3 \times 1 \text{ m} = 1,65 \text{ T/m}^2$
- Dasar bak:
  - $q \text{ tanah} = \gamma_{\text{sat}} \times h = 1,65 \text{ T/m}^3 \times 1 \text{ m} = 1,65 \text{ T/m}^2$
  - $q \text{ sendiri bak} = \text{berat jenis beton} \times \text{tebal} = 2,4 \text{ T/m}^3 \times 0,2 \text{ m} = 0,48 \text{ T/m}^3$ .

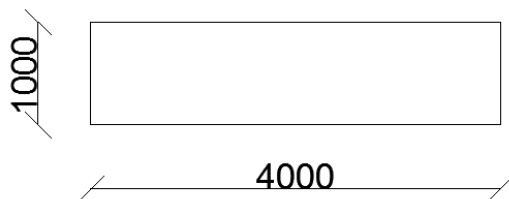
#### Perhitungan penulangan bak (kondisi air terisi penuh)

Pada saat melakukan perhitungan penulangan bak dengan kondisi air terisi penuh, akan terbagi menjadi 2 bagian yaitu bagian dinding bak dan dasar bak.

##### • Penulangan dinding bak

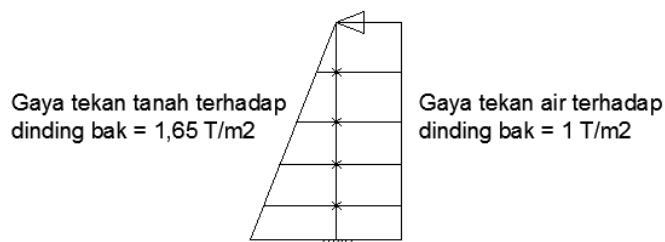
Dengan dimensi bak ukuran 4 m x 4 m x 1 m maka untuk ukuran dinding bak dapat dilihat pada gambar 2.

Dengan dimensi dinding bak 4 m x 1 m dan dengan  $\frac{L_y}{L_x} = \frac{4}{1} = 4 > 2$  maka tulangan terdistribusi 1 arah.



Gambar 2. Sisi dinding bak penampungan

Pembebanan pada sisi dinding bak penampungan dapat dilihat pada gambar 3, sebagai berikut.



Gambar 3. Pembebanan dinding bak (terisi penuh)

Pembebanan dihitung menggunakan program *grasp*. Dari perhitungan *grasp* didapatkan momen maksimal sebesar 0,4343 kN-m. Selanjutnya dihitung penulangan sebagai berikut:

$$d = 200 \text{ mm} - 50 \text{ mm} - (0.5 \times 19 \text{ mm}) = 140,5 \text{ mm}$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 f'_c} = \frac{400 \text{ MPa}}{0,85 \times 30 \text{ MPa}} = 15,6863$$

$$R_n = \frac{M_u}{\phi \cdot b \cdot d^2} = \frac{0,4343 \times 10^6 \text{ Nmm}}{0,9 \times 1000 \text{ mm} \times (140,5 \text{ mm})^2} = 0,0244 \text{ N/mm}^2$$

$$\rho = \frac{1}{m} \times \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times m \times R_n}{f_y}} \right)$$

$$\rho = \frac{1}{15,6863} \times \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 15,6863 \times 0,0244 \text{ N/mm}^2}{400 \text{ MPa}}} \right) = 6,11 \times 10^{-5}$$

$$\rho_{\text{susut}} = 2 \times 10^{-3} < \frac{4}{3} \rho_{\text{perlu}}$$

$$\frac{4}{3} \rho_{\text{perlu}} = \frac{4}{3} \times 6,11 \times 10^{-5} = 8,152 \times 10^{-5}$$

$$\rho_{\text{susut}} = 2 \times 10^{-3} > \frac{4}{3} \rho_{\text{perlu}}, \text{ maka digunakan } \rho_{\text{susut}}.$$

$$\text{As tulangan} = \rho \times 1000 \times d$$

$$\text{As tulangan} = 2 \times 10^{-3} \times 1000 \text{ mm} \times 140,5 \text{ mm} = 281 \text{ mm}^2$$

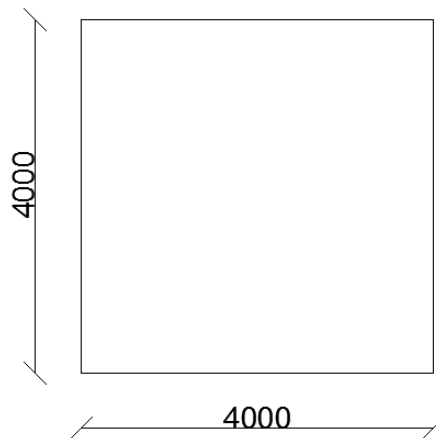
$$n = \frac{\text{As tulangan}}{\text{Luas tulangan}} = \frac{281 \text{ mm}^2}{\frac{1}{4} \times \pi \times (19 \text{ mm})^2} = 0,99 \approx 1 \text{ buah tulangan}$$

$$s = \frac{1000}{n} = \frac{1000}{1} = 1000 \text{ mm} \approx \text{Digunakan } S_{\text{max}} = 250 \text{ mm}$$

Dari hasil perhitungan didapatkan bahwa untuk tebal dinding bak 20 cm, dengan tulangan diameter 19 mm jarak antar tulangan adalah 250 mm (D19 – 250 mm).

• **Penulangan dasar bak**

Dengan ukuran bak 4 m x 4 m x 1 m maka ukuran dasar bak dapat dilihat pada gambar 4. Dengan ukuran dasar bak 4 m x 4 m maka  $\frac{L_y}{L_x} = \frac{4}{4} = 1 < 2$  tulangan terdistribusi 2 arah, yang artinya beban yang bekerja akan dibagi 2.



Gambar 4. Sisi dasar bak penampungan

Besarnya beban akibat tanah, air, dan beton sendiri dihitung dapat dilihat pada gambar 5 sebagai berikut.

$$q \text{ tanah} = \gamma_{\text{sat}} \times h = 1,65 \text{ T/m}^3 \times 1 \text{ m} = 1,65 \text{ T/m}^2$$

$$q \text{ air} = \gamma_{\text{air}} \times h = 1 \text{ T/m}^3 \times 1 \text{ m} = 1 \text{ T/m}^2$$

$$q \text{ sendiri bak} = \text{Berat Jenis Beton} \times \text{tebal} = 2,4 \text{ T/m}^3 \times 0,2 \text{ m} = 0,48 \text{ T/m}^2$$



Gambar 5. Pembebanan pada dasar bak (terisi penuh)

Pembebanan dihitung menggunakan program *grasp*. Dari perhitungan *grasp* didapatkan momen maksimal sebesar 3,4 kN-m. Selanjutnya dihitung penulangan sebagai berikut:

$$d = 200 \text{ mm} - 50 \text{ mm} - (0.5 \times 19 \text{ mm}) = 140,5 \text{ mm}$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 f'_c} = \frac{400 \text{ MPa}}{0,85 \times 30 \text{ MPa}} = 15,6863$$

$$R_n = \frac{M_u}{\phi \cdot b \cdot d^2} = \frac{3,4 \times 10^6 \text{ Nmm}}{0,9 \times 1000 \text{ mm} \times (140,5 \text{ mm})^2} = 0,1914 \text{ N/mm}^2$$

$$\rho = \frac{1}{m} \times \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times m \times R_n}{f_y}} \right)$$

$$\rho = \frac{1}{15,6863} \times \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 15,6863 \times 0,1914 \text{ N/mm}^2}{400 \text{ MPa}}} \right) = 4,802 \times 10^{-4}$$

$$\rho_{\text{susut}} = 2 \times 10^{-3} < \frac{4}{3} \rho_{\text{perlu}}$$

$$\frac{4}{3} \rho_{\text{perlu}} = \frac{4}{3} \times 4,802 \times 10^{-4} = 6,403 \times 10^{-4}$$

$$\rho_{\text{susut}} = 2 \times 10^{-3} > \frac{4}{3} \rho_{\text{perlu}}, \text{ maka digunakan } \rho_{\text{susut}}.$$

$$\text{As tulangan} = \rho \times 1000 \times d$$

$$\text{As tulangan} = 2 \times 10^{-3} \times 1000 \text{ mm} \times 140,5 \text{ mm} = 281 \text{ mm}^2$$

$$n = \frac{\text{As tulangan}}{\text{Luas tulangan}} = \frac{281 \text{ mm}^2}{\frac{1}{4} \times \pi \times (19 \text{ mm})^2} = 0,99 \approx 1 \text{ buah tulangan}$$

$$s = \frac{1000}{n} = \frac{1000}{1} = 1000 \text{ mm} \approx \text{Digunakan } S_{\text{max}} = 250 \text{ mm}$$

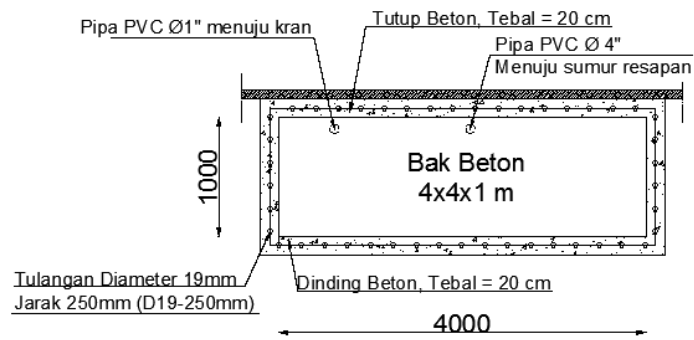
Dari hasil perhitungan didapatkan bahwa untuk tebal dinding bak 20 cm, dengan tulangan diameter 19 mm jarak antar tulangan adalah 250 mm (D19 – 250 mm).

### **Resume penulangan bak penampungan**

Dengan perhitungan dari kedua kondisi yang sudah dihitung maka didapatkan hasil akhir dan bentuk potongan yang dapat dilihat pada gambar 6.

1. Ukuran bak : 4 x 4 x 1 m
2. Tebal dinding bak : 200 mm
3. Tulangan :
  - a. Dinding Bak : D19 – 250 mm
  - b. Dasar dan penutup Bak : D19 – 250 mm

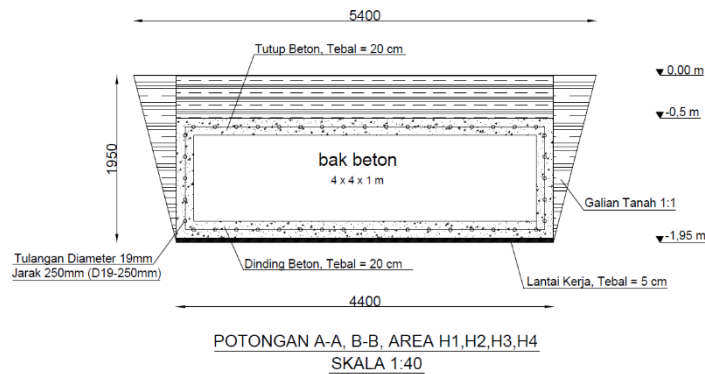




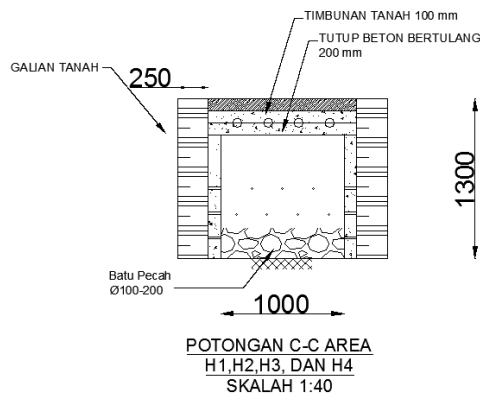
Gambar 6. Potongan bak penampungan

**Perhitungan volume pekerjaan**

Perhitungan volume pekerjaan menggunakan gambar kerja untuk bak penampungan sesuai dengan gambar 7 dan gambar kerja sumur resapan sesuai dengan gambar 8 sebagai berikut:



Gambar 7. Gambar kerja bak penampungan



Gambar 8. Gambar kerja sumur resapan

Total volume pekerjaan adalah sebagai berikut:

1. Galian Tanah = 47,307 m<sup>3</sup>
2. Urugan Tanah = 24,075 m<sup>3</sup>
3. Cor Beton K350 = 12,904 m<sup>3</sup>
4. Buis Beton Diameter 1000 mm Tinggi 500 mm = 2 buah
5. Bekisting Beton = 52,16 m<sup>2</sup>

6. Besi Tulangan Diameter 19 mm = 669,5818 kg
7. Batu Pecah = 1 m<sup>3</sup>
8. Pipa PVC 4 inci = 19,5 m
9. Pipa PVC 1 inci = 3,2 m
10. Kran taman ½ inci = 1 buah
11. Pompa dari bak menuju kran taman = 1 buah

Untuk rincian anggaran biaya dari bak penampungan dan sumur resapan sesuai dengan tabel 1 sebagai berikut.

Tabel 1. Rencana anggaran biaya

Jenis Pekerjaan	Satuan	Koefisien	Volume	Jumlah Harga (Rp)
<b>Bak Penampungan</b>				
Galian Tanah	m <sup>3</sup>	1	47,307	4.730.700
Urugan Tanah	m <sup>3</sup>	1	24,075	1.203.750
Cor Beton	m <sup>3</sup>	1	11,776	14.849.536
Tulangan Besi	kg	1	653,2505	12.816.774
Bekisting	m <sup>2</sup>	1	52,16	12.028.096
Lantai Kerja t=5 cm	m <sup>3</sup>	1	0,968	1.220.648
Total				43.406.944
<b>Sumur Resapan</b>				
Galian Tanah	m <sup>3</sup>	1	2,2973	229.730
Urugan Tanah	m <sup>3</sup>	1	0,255	12.750
Cor Beton	m <sup>3</sup>	1	0,16	201.760
Buis Beton	buah	1	2	671.000
Tulangan Besi	kg	1	16,33127	320.419
Batu Pecah	m <sup>3</sup>	1	1	185.000
Pipa PVC tipe AW diameter 1"	m	1	3,2	53.072
Pipa PVC tipe AW diameter ½"	m	1	19,5	1.692.307
Pompa SW-60	buah	1	1	2.600.000
Kran taman ½"	buah	1	1	41.800
Total				Rp. 5.336.839

Total pengeluaran untuk pembuatan 1 buah bak penampungan dengan ukuran 4m x 4m x 1m dan 1 buah sumur resapan adalah Rp. 48.743.783. Harga untuk jenis bak penampungan yang lain dihitung menggunakan cara yang sama dengan perhitungan di atas, dan untuk total pengeluaran biaya dari 1 apartemen dapat dilihat pada tabel 2 sebagai berikut.

Tabel 2. Total pengeluaran biaya

Area	Ukuran Bak	Harga Bak (Rp)	Harga Sumur Resapan (Rp)	Total Harga (Rp)
Lavender Timur	11,2 x 4,8 x 2 m	165.613.858	5.336.839	170.950.697
<i>Core</i>	4 x 4 x 1,5 m	55.178.053	5.336.839	60.514.892
	4 x 4 x 1,5 m	55.178.053	5.336.839	60.514.892
Lavender Selatan	5,5 x 4,5 x 1,5 m	76.831.170	-	76.831.170
	8 x 7 x 1,5 m	145.608.932	-	145.608.932
<i>Marygold</i>	4,5 x 4 x 1 m	45.218.863	5.336.839	50.555.702
	4,5 x 4 x 1 m	45.218.863	5.336.839	50.555.702
	5 x 5 x 1,5 m	66.897.692	5.336.839	72.234.531
	5 x 5 x 1,5 m	66.897.692	5.336.839	72.234.531
	4 x 3 x 1 m	33.220.147	5.336.839	38.556.986
<i>Club House</i>	5 x 5 x 1 m	57.747.869	-	57.747.869
	4 x 4 x 1 m	43.406.944	5.336.839	48.743.783
	4 x 4 x 1 m	43.406.944	5.336.839	48.743.783
	4 x 4 x 1 m	43.406.944	5.336.839	48.743.783
	4 x 4 x 1 m	43.406.944	5.336.839	48.743.783
Total				Rp. 1.051.281.036

### Volume ketersediaan air bak penampungan

Dengan curah hujan harian rata-rata sebesar 14,941 mm, jumlah hari hujan rata-rata per tahunnya adalah 140 hari dan total luas atap semua area adalah 3413,652 m<sup>2</sup> maka volume curah hujan yang ditampung dalam 1 tahun adalah sebanyak 7140,5 m<sup>3</sup>/tahun (Irawan H,2019).

### Perhitungan penghematan biaya

Menurut salah satu kajian di Pusat Teknologi Lingkungan Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi, bahwa volume penyiraman air minimal adalah 30 liter per meter persegi dan tergantung kepada luas taman itu sendiri (Rahardjo,2007). Dengan total luas taman di area apartemen sebesar 328,17 m<sup>2</sup> dan penyiraman dilakukan sehari 2 kali dan dilakukan setiap hari, maka volume penggunaan air dalam 1 bulan adalah:

$$V = 328,17 \text{ m}^2 \times 30 \text{ liter} \times 2 \text{ kali penyiraman} = 19690,2 \text{ liter} = 19,69 \text{ m}^3$$

Sehingga total penggunaan air untuk menyiram taman yang dapat digantikan dengan air hujan adalah 19,69 m<sup>3</sup>/hari, bila dilakukan selama 1 tahun maka volume yang dibutuhkan untuk menyiraman taman adalah 19,69 m<sup>3</sup>/hari x 365 hari = 7186,85 m<sup>3</sup> sehingga jumlah ini tidak sebanding dengan jumlah air hujan yang ditampung dalam 1 tahun. Maka jumlah volume air baku yang bisa digantikan dengan air hujan adalah sebanyak 7140,5 m<sup>3</sup>.

### Biaya yang dapat dihemat

Dengan jumlah air baku yang dapat dihemat sebanyak 7140,5 m<sup>3</sup> / tahun maka bila dihitung biayanya sesuai dengan simulasi tagihan rekening pada *website* resmi PAM JAYA, jumlah yang akan dapat dihemat adalah sebesar Rp.90.071.280 per tahun.

### Perhitungan *payback period*

Jumlah investasi di awal untuk pembuatan system pemanenan air hujan ini adalah sebesar Rp. 1.051.281.036, dan penghematan per tahunnya adalah Rp. 90.071.280. Penghematan kumulatif tiap taun dapat dilihat pada tabel 3 sebagai berikut.

Tabel 3. Penghematan kumulatif

Tahun ke -	Penghematan (Rp)	Penghematan Kumulatif (Rp)
1	90.071.280	90.071.280
2	90.071.280	180.142.560
3	90.071.280	270.213.840
4	90.071.280	360.285.120
11	90.071.280	990.784.080
12	90.071.280	1.080.855.360

$$\text{Payback Period} = n + \frac{a - b}{c - b} \times 1 \text{ tahun}$$

$$n = 11 \text{ tahun}$$

$$a = \text{Rp. } 1.051.281.036$$

$$b = \text{Rp. } 990.784.080$$

$$c = \text{Rp. } 1.080.855.360$$

$$\text{Payback Period} = 11 + \frac{1051281036 - 990784080}{1080855360 - 990784080} \times 1 \text{ tahun}$$

$$\text{Payback Period} = 11 + 0,6717$$

$$\text{Payback Period} = 0,6717 \times 12 \text{ bulan} = 8,0598$$

$$\text{Payback Period} = 0,0598 \times 30 \text{ hari} = 2 \text{ hari}$$

Berdasarkan hasil perhitungan *payback period* atau masa pengembalian modal investasi yaitu 11 Tahun 8 Bulan 2 Hari.

## Analisis hasil perhitungan

Dari hasil perhitungan *payback period* yang didapatkan lamanya waktu untuk mengembalikan modal awal selama kurang lebih 11,5 tahun. Setelah 11,5 tahun dana yang dikeluarkan untuk penggunaan air PDAM yang berbayar sebesar Rp. 90.071.280 menjadi penghematan dana per tahun karena seluruh dana investasi sudah dikembalikan, jadi pihak Apartemen akan mendapatkan penghematan dana atau bisa dijadikan pendapatan tambahan sebesar Rp. 90.071.280 / tahun.

Dari segi lingkungan manfaat yang paling utama dari dibuatnya sistem pemanenan air hujan adalah dapat mengurangi limpasan air hujan ke saluran kota sehingga akan dapat mengurangi debit banjir pada saat musim hujan. Terutama pada musim hujan, di daerah Jakarta sering terjadi banjir atau adanya genangan air, sehingga sistem ini dapat memberikan efek untuk mengurangi penyebab banjir di Jakarta.

Dengan Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 12 Tahun 2009 tentang Pemanfaatan Air Hujan, pada Pasal 3 Ayat 1 disebutkan setiap penanggung jawab bangunan wajib melakukan pemanfaatan air hujan, dan pada Pasal 3 Ayat 2 disebutkan pemanfaatan air hujan sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dilakukan dengan cara membuat kolam pengumpulan air hujan, sumur resapan, dan/atau lubang resapan biopori. Lalu pada Peraturan Gubernur Provinsi Daerah Khusus Ibu Kota Jakarta Nomor 68 Tahun 2005, pada Bab IV ada kewajiban untuk pembuatan sumur resapan guna untuk mengurangi limpasan air yang masuk ke saluran kota untuk mengurangi potensi banjir. Sehingga sesuai dengan peraturan yang disebutkan maka pembuatan sistem pemanenan air hujan dengan sumur resapan sudah memenuhi peraturan yang ditetapkan.

Di Indonesia terdapat suatu lembaga untuk bangunan hijau yang cukup besar, yaitu *Green Building Council Indonesia* (GBCI). GBCI sendiri juga bisa memberikan sertifikat kepada bangunan yang mengikuti kriteria dari bangunan hijau sesuai dengan *GreenShip Rating Tools* yang dibuat oleh GBCI, bila pihak Apartemen bisa mendapatkan sertifikat tersebut maka ini adalah sebuah keuntungan bagi pihak Apartemen karena bisa dijadikan keunggulan dari Apartemen yang ingin mereka jual atau pasarkan. Sistem pemanenan air hujan ini sendiri sudah terdapat disalah satu kriteria penilaian bangunan hijau sesuai dengan *GreenShip Rating Tools*, dimana 100% kebutuhan irigasi tidak bersumber dari sumber air primer (PDAM dan air tanah).

## 4. KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan, dapat disimpulkan investasi awal yang diperlukan untuk biaya konstruksi sistem pemanenan air hujan di Apartemen Royal Mediterania Garden Jakarta sebanyak Rp. 1.051.281.036, dan lamanya waktu pengembalian investasi dengan penghematan yang dihasilkan adalah sekitar 11 tahun 8 bulan 2 hari. Bila ditinjau dari segi finansial investasi ini kurang menarik karena waktu yang dibutuhkan untuk mengembalikan investasi awal terlalu lama.

### Saran

Dari hasil studi yang telah dilakukan, dapat disarankan sebagai berikut:

1. Pembuatan sistem pemanenan air hujan lebih baik direncanakan dari awal dan konstruksi dibuat bersamaan dengan pembangunan gedung agar fungsi dari sistem pemanenan air hujan dapat lebih maksimal, sehingga biaya konstruksi dapat dikurangi dan penghematan yang dihasilkan lebih besar.
2. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan untuk memperluas penelitian dengan penghematan dana yang dikeluarkan dari penyiraman air toilet di Apartemen.

## DAFTAR PUSTAKA

Badan Standarisasi Nasional (2002b). *Tata Cara Perencanaan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung (SNI 03-2847-2013)*. Jakarta: BSN.

Irawan, Heidi. "Potensi Penerapan *Rainwater Harvesting* di Apartemen Royal Mediterania Garden Jakarta." *Jakarta: Universitas Tarumanagara Jakarta* (2019).

Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 28/PRT/M/2016. "Analisis Harga Satuan Pekerjaan Bidang Pekerjaan Umum."

Kementerian Lingkungan Hidup, Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 12 Tahun 2009. "Pemanfaatan Air Hujan."

- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. "Analisis Harga Satuan Pekerjaan Bidang Pekerjaan Umum Bagian Keempat." *Jakarta* (2016).
- Rachadian, et al. "Analisis kelayakan investasi penambahan mesin frais baru pada CV. XYZ." *J@ ti Undip: Jurnal Teknik Industri* 8.1 (2013): 15-20.
- Rahardjo, Petrus Nugro. "Kajian Pengelolaan Sumber Daya Air Untuk Aplikasi Konsep Ecopark Pada Taman Kota Yang Berukuran Besar Di DKI Jakarta." *Jurnal Teknologi Lingkungan* 8.2 (2007).
- Said, N. I., dan I. W. Widayat. "Pengisian Air Tanah Buatan Pemanenan Air Hujan dan Teknologi Pengolahan Air Hujan." *Jakarta: BPPT Press* (2014).
- "Simulasi Tagihan Rekening". Pamjaya.co.id. 14 Mei 2020 <http://pamjaya.co.id/id/customer-info/bill-simulation>
- Susana, Tri Yayuk. "Analisa pemanfaatan potensi air hujan dengan menggunakan cistern sebagai alternatif sumber air pertamanan pada gedung perkantoran Bank Indonesia." *Depok: FT. UI.* (2012).
- Syamsudin, Lukman. "Manajemen Keuangan Perusahaan, PT." *Raja Grafindo Persada, Jakarta* (2011).
- Tarigan, Johannes, et al. "Kajian Kriteria Perencanaan Dan Metode Pelaksanaan Struktur Reservoir." *Jurnal Rekayasa Konstruksi Mekanika Sipil* 1.2 (2018): 62-71.

