

PEMANFAATAN AIR HUJAN PADA KANTOR OPERASI TAMBANG DAN HD, SSE, SHOVEL, WORKSHOP BANKO BARAT

Hanifah Rahmiati^{1*}, Firdaus², Ely Mulyati³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Sipil Universitas Bina Darma, hanifahrahmiati@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini membahas perencanaan sistem pemanfaatan air hujan sebagai sumber air bersih non-konsumsi pada Kantor Operasi Tambang dan HD, SSE, Shovel, Workshop Banko Barat PT XYZ. Kebutuhan air bersih harian dihitung berdasarkan jumlah pengguna gedung sebanyak 392 orang, mengacu pada SNI 03-7065-2005, yaitu sebesar 23,52 m³/hari. Potensi ketersediaan air hujan dianalisis menggunakan data curah hujan maksimum harian 10 tahun terakhir dengan metode distribusi Log Pearson Tipe III, diperoleh curah hujan periode ulang 2 tahun sebesar 494,632 mm. Dengan luas atap tangkapan 4.617,04 m² dan koefisien limpasan 0,8, volume ketersediaan air hujan mencapai 10.786,74 m³/tahun, melebihi kebutuhan tahunan sebesar 8.561,28 m³, sehingga terdapat surplus. Sistem penampungan direncanakan dalam dua alternatif, yaitu tangki atas berbahan Fiberglass Reinforced Plastic (FRP) berkapasitas 40 m³ dan bak bawah beton bertulang berkapasitas 23,52 m³. Distribusi air menggunakan pompa sentrifugal vertical multistage Grundfos CR 10-3 berkapasitas 10 m³/jam dengan head total maksimum 23 m, dilengkapi unit filtrasi HYDRO STF-12 untuk peningkatan kualitas air. Perhitungan Rencana Anggaran Biaya menunjukkan kebutuhan biaya Rp437.855.000,00 untuk alternatif FRP dan Rp286.538.000,00 untuk alternatif beton bertulang. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem pemanfaatan air hujan pada gedung MSF Banko Barat mampu memenuhi kebutuhan air bersih saniter secara berkelanjutan dan mendukung penghematan penggunaan sumber daya air di lingkungan tambang.

Kata kunci : pemanfaatan air hujan, sistem *plumbing*, curah hujan, penampungan air hujan

Penerbit : Fakultas Teknik Universitas Pasifik Morotai

1 PENDAHULUAN

Air bersih merupakan kebutuhan mendasar bagi manusia serta berbagai sektor industri, termasuk pertambangan batubara. Dalam kegiatan operasional tambang, air bersih digunakan untuk kebutuhan domestik karyawan, pengelolaan limbah, serta pemeliharaan peralatan. Namun, sebagian besar lokasi tambang berada di wilayah dengan keterbatasan akses sumber air bersih, sehingga penyediaannya menjadi tantangan tersendiri [1].

PT XYZ yang beroperasi di Kabupaten Muara Enim dan Lahat, memiliki berbagai fasilitas penunjang, termasuk Kantor Operasi Tambang dan HD, SSE, Shovel, Workshop Banko Barat (*Mine Service Facility/MSF*). Saat ini, potensi air hujan di area tersebut belum dimanfaatkan secara optimal, padahal dapat menjadi sumber alternatif air bersih yang berkelanjutan.

Pemanfaatan air hujan melalui sistem pemanenan (*rainwater harvesting*) di kawasan perkantoran tambang berpotensi mengurangi ketergantungan pada sumber air eksternal, menekan biaya operasional, serta mendukung

pengelolaan lingkungan [2]. Perencanaan yang tepat, termasuk desain instalasi plambing, perhitungan potensi air hujan, dan analisis biaya, diperlukan agar sistem dapat berfungsi optimal [3], [4], [5].

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk merencanakan desain sistem pemanfaatan air hujan pada Kantor Operasi Tambang dan HD, SSE, *Shovel, Workshop* Banko Barat PT XYZ, menghitung potensi air hujan yang dapat dimanfaatkan untuk keperluan air bersih, serta menyusun rencana anggaran biaya pembangunan sistem tersebut.

Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi masukan bagi perusahaan dalam mengoptimalkan pemanfaatan air hujan sebagai sumber air bersih karyawan, mendukung efisiensi operasional, dan berkontribusi pada penerapan konsep pertambangan yang ramah lingkungan.

2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Air Bersih dan Kebutuhannya di Pertambangan

Air merupakan senyawa kimia esensial yang tidak dapat digantikan oleh senyawa lain dalam mendukung keberlangsungan kehidupan di bumi. Keberadaan air dalam berbagai bentuk ini sangat penting untuk menunjang berbagai aktivitas kehidupan, baik bagi manusia, makhluk hidup lainnya, maupun ekosistem secara keseluruhan. Air bersih adalah air yang memenuhi syarat kesehatan dan layak digunakan untuk kebutuhan manusia maupun kegiatan industri. Dalam sektor pertambangan, air bersih diperlukan untuk kebutuhan domestik karyawan, pengolahan limbah, pendinginan peralatan, dan pembersihan area kerja. Ketersediaan air bersih yang terbatas di lokasi tambang menjadi tantangan, sehingga diperlukan alternatif sumber air yang berkelanjutan [6].

Standar air bersih di Indonesia diatur dalam Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017 terdapat parameter air untuk higiene sanitasi yang meliputi berbagai standar baku mutu kesehatan lingkungan [7]. Standar ini bertujuan untuk memastikan kualitas air yang digunakan oleh masyarakat memenuhi persyaratan kesehatan, agar dapat digunakan untuk keperluan domestik seperti konsumsi, mandi, dan sanitasi, tanpa menimbulkan risiko bagi kesehatan.

Tabel 1. Parameter Fisik dalam Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan untuk Media Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi

Parameter Wajib	Unit	Standar Baku Mutu (kadar maksimum)
Kekeruhan	NTU	25
Warna	TCU	50
Zat padat terlarut (<i>total dissolved solid</i>)	Mg/l	1000
Suhu	°C	Suhu udara ± 3
Rasa		Tidak berasa
Bau		Tidak berbau

(Permenkes Nomor 32 Tahun 2017)

2.2 Potensi dan Pemanfaatan Air Hujan

Air hujan merupakan sumber daya alam yang dapat dimanfaatkan sebagai alternatif pasokan air bersih. Sistem pemanenan air hujan (*rainwater harvesting*) memanfaatkan atap bangunan atau permukaan lain untuk menampung air hujan, yang kemudian disalurkan ke tangki penyimpanan melalui sistem talang dan pipa. Menurut *World Health Organization* (WHO), air hujan yang ditampung dan dikelola dengan baik dapat digunakan untuk berbagai keperluan, termasuk mencuci, menyiram tanaman, hingga kebutuhan domestik setelah melalui proses penyaringan dan desinfeksi [8], [9].

2.3 Desain Sistem Pemanenan Air Hujan

Desain sistem *rainwater harvesting* meliputi komponen utama seperti permukaan penangkap (atap), saluran penyalur, *first flush diverter* untuk membuang air hujan awal, tangki penampung, dan sistem penyaringan. Perencanaan harus mempertimbangkan luas permukaan penangkap, curah hujan tahunan, kebutuhan air, serta kualitas air yang dihasilkan. Standar teknis instalasi merujuk pada SNI 8153:2015 tentang Sistem Plambing [10], [11], [12].

a. *Ferro* Semen/Beton

Ferro semen adalah inovasi dari beton bertulang konvensional yang lebih ringan, kokoh, tahan lama, anti retak, dan fleksibel dalam bentuk. Teknologi konstruksi sederhana ini tidak memerlukan keterampilan khusus atau peralatan modern, namun tetap menghasilkan kualitas baik, lebih ekonomis, dan mudah diperbaiki dibanding beton atau batu.



Gambar 1. PAH *Ferro* Semen (Google).

b. Tangki *Fiberglass Reinforced Plastic*

Tangki ini memiliki keunggulan dalam hal kekuatan, ketahanan terhadap korosi, dan daya tahan yang baik dalam berbagai kondisi lingkungan.



Gambar 2. PAH *Fiberglass RP* (Google).

c. Beton Cor

Penampungan air dari beton adalah struktur tangki atau reservoir yang dibuat sepenuhnya dari material beton bertulang atau tanpa tulangan. Beton digunakan karena sifatnya yang kuat, tahan lama, dan mampu menahan tekanan air dalam jumlah besar [13].



Gambar 2. PAH Beton Cor (Google).

2.4 Perhitungan Potensi Air Hujan

Potensi curah volume air hujan yang dapat ditampung dihitung menggunakan persamaan:

$$S = A \times h \times c$$

dengan,

S = volume ketersediaan air hujan / *V supply* (m^3/tahun)

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

h = curah hujan rata-rata dalam 10 tahun (m)

C = koefisien limpasan (*run off*). Untuk atap dapat menggunakan 0,80

Perhitungan ini membantu menentukan kapasitas tangki dan memastikan sistem mampu memenuhi kebutuhan air bersih secara optimal.

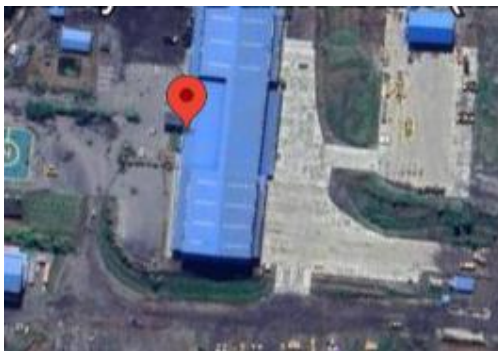
2.5 Biaya dan Efisiensi Sistem

Analisis biaya meliputi pengadaan material, instalasi, dan pemeliharaan. Pemilihan material yang tepat, seperti pipa PVC, tangki polietilen, atau beton bertulang, memengaruhi biaya dan umur pakai sistem [14]. Efisiensi sistem tidak hanya ditentukan oleh kapasitas penampungan, tetapi juga oleh pengelolaan pemeliharaan berkala untuk menjamin kualitas air. Tahapan yang harus dilakukan untuk menyusun anggaran biaya adalah sebagai berikut :

- a. Menyiapkan gambar rencana.
- b. Melakukan perhitungan volume pekerjaan berdasarkan gambar rencana.
- c. Menyusun harga satuan pekerjaan.
- d. Langkah perhitungan rencana anggaran biaya dilakukan dengan cara mengalikan volume pekerjaan dengan harga satuan untuk masing-masing item pekerjaan yang tercantum.
- e. Membuat rekapitulasi semua item pekerjaan sehingga mendapatkan hasil total biaya yang harus dikeluarkan untuk membangun proyek tersebut.

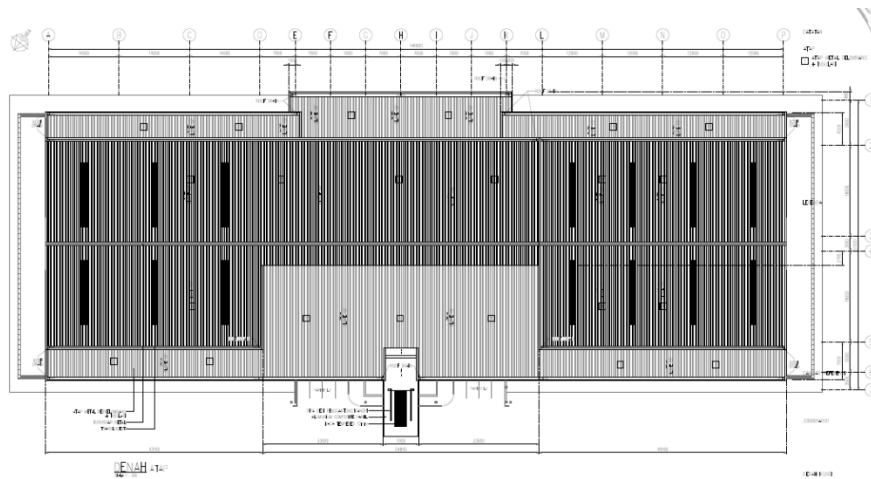
3 METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode eksperimen untuk menguji pengaruh variabel bebas terhadap variabel terikat. Lokasi penelitian dilakukan di Kantor Operasi Tambang dan HD, SSE, Shovel, Workshop Banko Barat di PT XYZ yang terletak di Site Tanjung Enim, Kecamatan Lawang Kidul, Kabupaten Muara Enim, Sumatera Selatan. pada periode Oktober 2024 – Agustus 2025).



Gambar 3. Lokasi penelitian (Google).

Metode yang digunakan adalah deskriptif kuantitatif dengan pendekatan studi perencanaan teknis, yang meliputi pengumpulan data, perhitungan potensi air hujan, perancangan sistem pemanfaatan, dan perhitungan rencana anggaran biaya (RAB).



Gambar 4. Denah Atap Kantor Operasi Tambang dan HD, SSE, Shovel, Workshop Banko Barat (Data Pribadi, 2025).

Tahapan penelitian dimulai dari identifikasi masalah, yaitu menganalisis keterbatasan pasokan air bersih di lokasi penelitian serta potensi pemanfaatan air hujan sebagai sumber alternatif. Selanjutnya dilakukan pengumpulan data yang terdiri dari data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh melalui pengukuran luas bidang tangkap (*catchment area*), observasi lapangan, serta pencatatan kondisi eksisting sistem plambing. Data sekunder meliputi data curah hujan rata-rata tahunan dari BMKG, standar kebutuhan air bersih berdasarkan SNI 03-7065-2005 [15], literatur mengenai sistem plambing, dan data harga satuan material dari HSPK daerah setempat.

Tahap berikutnya adalah analisis potensi air hujan. Perhitungan dilakukan menggunakan rumus $S = A \times h \times c$, di mana S adalah volume air hujan (m^3), A adalah luas bidang tangkap (m^2), h adalah curah hujan (m), dan C adalah koefisien tampungan. Hasil perhitungan ini menjadi dasar dalam perencanaan sistem pemanfaatan air hujan yang mencakup komponen penangkap, penyaluran, penampungan, penyaringan, dan distribusi. Penentuan kapasitas bak penampung dilakukan berdasarkan neraca air dan kebutuhan pada jam puncak.

Selanjutnya dilakukan perhitungan instalasi perpipaan dan pompa, meliputi penentuan dimensi pipa, kapasitas pompa, dan head pompa berdasarkan analisis hidrolis serta standar plambing SNI 03-6481-2000. Tahap akhir adalah perhitungan rencana anggaran biaya pembangunan sistem pemanfaatan air hujan dengan menggunakan metode analisis harga satuan pekerjaan, yaitu mengalikan volume pekerjaan dengan harga satuan untuk setiap item pekerjaan.

Data yang diperoleh dianalisis secara kuantitatif untuk menghasilkan potensi volume air hujan yang dapat dimanfaatkan, desain sistem pemanfaatan air hujan yang efisien sesuai standar, serta estimasi rencana anggaran biaya pembangunan sistem. Hasil analisis disajikan dalam bentuk tabel, diagram, dan gambar teknis untuk memudahkan interpretasi.

4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kebutuhan Air Bersih

Kebutuhan air bersih pada Gedung *Mine Service Facility* (MSF) Banko Barat dihitung berdasarkan jumlah total penghuni gedung, baik karyawan tetap maupun tenaga alih daya, yang menempati dua lantai bangunan. Berdasarkan hasil pendataan, total penghuni mencapai 392 orang, dengan rincian :

- Kebutuhan harian minimum = 19,6 m³/hari
- Penambahan 20% untuk kebocoran & penyiraman = 23,52 m³/hari
- Kebutuhan rata-rata per jam (8 jam kerja) = 2,94 m³/jam
- Jam puncak (C1 = 1,75) = 5,15 m³/jam
- Menit puncak (C2 = 3,5) = 171,50 liter/menit

Tabel 2. Kebutuhan Air Bersih Berdasarkan Jumlah Penghuni Gedung Kantor Operasi Tambang dan HD, SSE, Shovel, Workshop Banko Barat

Jumlah Penghuni (orang)	Waktu Pemakaian (jam/hari)	Kebutuhan Air (liter/orang/hari)	Kebutuhan Air Min. (m ³)	Qd (liter/hari)	Qh (liter/jam)	Qm (liter/menit)
392	8	50.00	23.52	23520.00	5145.00	171.50

4.2 Potensi Ketersediaan Air Hujan

Potensi ketersediaan air hujan di Gedung *Mine Service Facility* (MSF) Banko Barat dihitung berdasarkan luas area tangkapan atap bangunan dan data curah hujan historis. Hasil pengukuran pada gambar denah atap menunjukkan bahwa luas area tangkapan yang efektif digunakan adalah sebesar 4.617,04 m².

Hasil perhitungan dengan metode Log Pearson III menunjukkan bahwa untuk PUH 2 tahun, diperoleh Curah Hujan Harian Maksimum (CHHM) sebesar 494,632 mm. Nilai ini selanjutnya digunakan untuk menghitung intensitas curah hujan.

Perhitungan intensitas hujan (I) menggunakan metode Van Breen, dengan rumus :

$$I = \frac{90\% \times R_{24}}{4}$$

Dengan R₂₄ adalah curah hujan maksimum 24 jam. Hasil perhitungan memberikan intensitas sebesar 111,292 mm/jam. Dalam menghitung debit limpasan, digunakan koefisien aliran (C) sebesar 0,95 yang sesuai untuk permukaan atap dengan material kedap air. Persamaan yang digunakan :

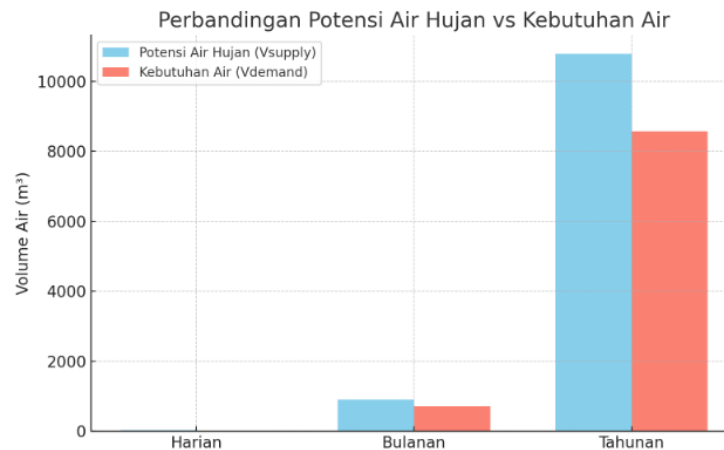
$$Q = 0,2778 \times C \times I \times A$$

$$Q = 0,2778 \times 0,95 \times 111,292 \times 4.617,04 = 135,61 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Nilai debit ini menggambarkan volume limpasan air hujan yang dapat tertangkap dan dialirkan ke sistem penampungan setiap harinya pada kondisi hujan maksimum sesuai PUH yang dipilih. Selain perhitungan harian, volume ketersediaan air hujan tahunan (V_{supply}) juga dihitung menggunakan rata-rata curah hujan tahunan selama 10 tahun. Dengan rata-rata curah hujan tahunan sebesar 0,242 m, maka:

$$V_{supply} = A \times h_{rata-rata} \times c$$

$$V_{supply} = 4.617,04 \times 0,242 \times 0,80 = 10.786,74 \text{ m}^3/\text{tahun}$$



Gambar 5. Perbandingan Potensi Air Hujan dan Kebutuhan Air (Data Pribadi, 2025).

Dari hasil ini dapat disimpulkan bahwa potensi air hujan yang tersedia di Gedung MSF sangat signifikan, bahkan melebihi kebutuhan air tahunan untuk keperluan saniter, sebagaimana akan dibandingkan lebih lanjut pada analisis neraca air di subbab berikutnya.

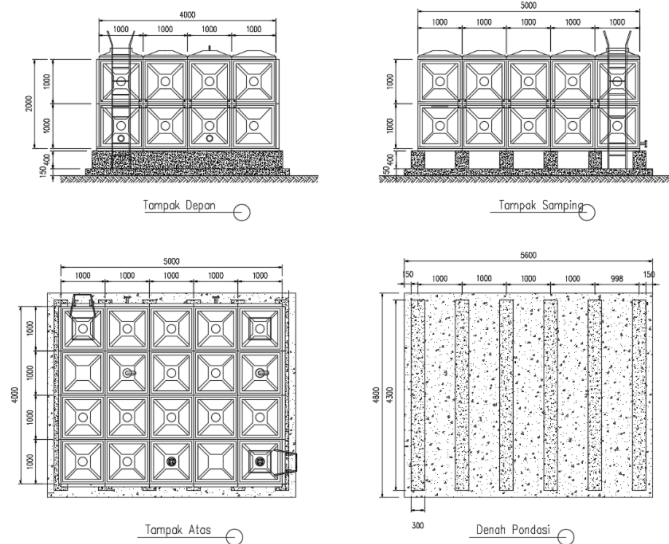
4.3 Neraca Air

Berdasarkan hasil perhitungan, kebutuhan air bersih tahunan (V_{demand}) pada Gedung MSF Banko Barat adalah sebesar 8.561,28 m³/tahun. Analisis neraca air yang membandingkan antara volume ketersediaan air hujan (V_{supply}) dengan kebutuhan bulanan menunjukkan bahwa terdapat surplus air hujan pada delapan bulan, yaitu Januari hingga Mei serta Oktober hingga Desember. Sementara itu, defisit air terjadi pada empat bulan, yaitu Juni hingga September. Meskipun demikian, defisit yang muncul pada periode musim kemarau ini masih dapat sepenuhnya tertutupi oleh kelebihan pasokan air pada bulan-bulan surplus, sehingga secara keseluruhan ketersediaan air hujan mampu memenuhi kebutuhan tahunan untuk keperluan saniter.

4.4 Desain Sistem Penampungan

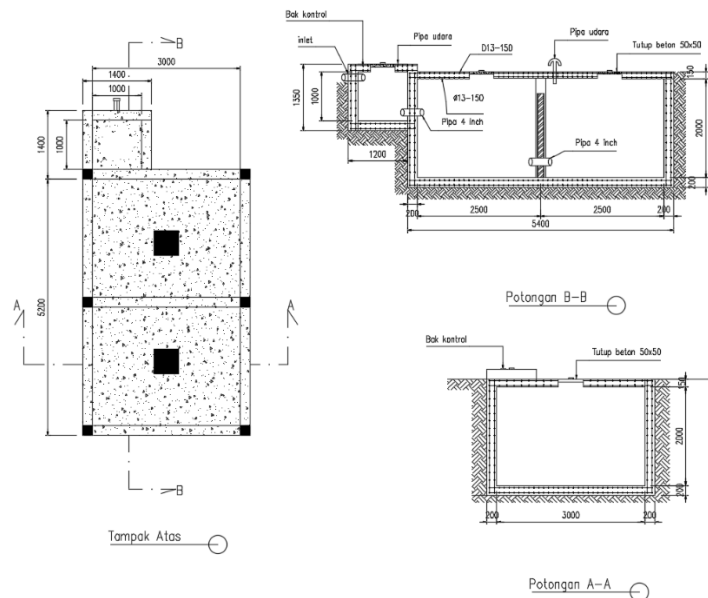
Perencanaan sistem penampungan air hujan pada Gedung MSF Banko Barat dilakukan dengan mempertimbangkan kapasitas yang memadai untuk memenuhi kebutuhan puncak harian serta ketersediaan lahan. Terdapat dua alternatif desain yang diusulkan antara lain :

- a. Alternatif pertama adalah penggunaan *upper tank* berbahan *Fiberglass Reinforced Plastic* (FRP) dengan kapasitas 40 m³ dan dimensi 4,0 m × 5,0 m × 2,0 m.



Gambar 6. Desain Bak Penampungan Air Hujan Jenis FRP (Data Pribadi, 2025).

b. Alternatif kedua adalah *ground tank* berbahan beton bertulang dengan ukuran 5,0 m × 3,0 m × 2,0 m, yang dihitung berdasarkan kebutuhan puncak harian. Ukuran *ground tank* ini lebih hemat lahan dibandingkan ukuran teoritis yang mencapai 50 m × 25 m × 2 m, sehingga lebih sesuai dengan kondisi keterbatasan ruang di lokasi pembangunan.

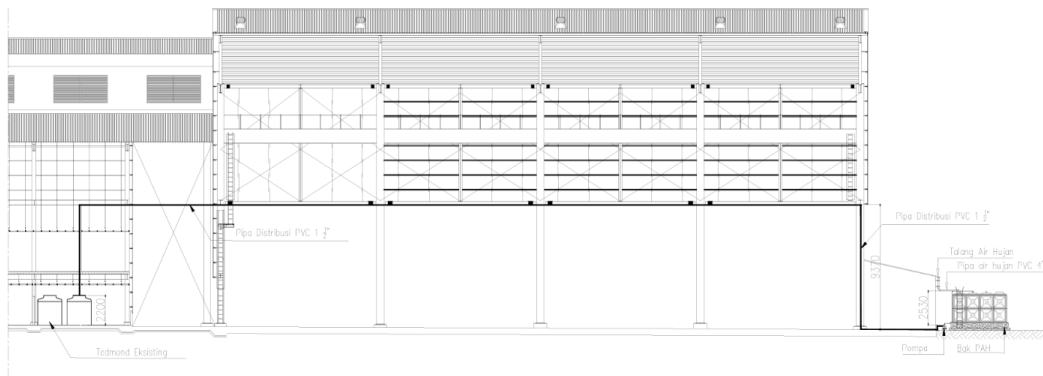


Gambar 7. Desain Bak Penampungan Air Hujan Jenis Beton Cor (Data Pribadi, 2025).

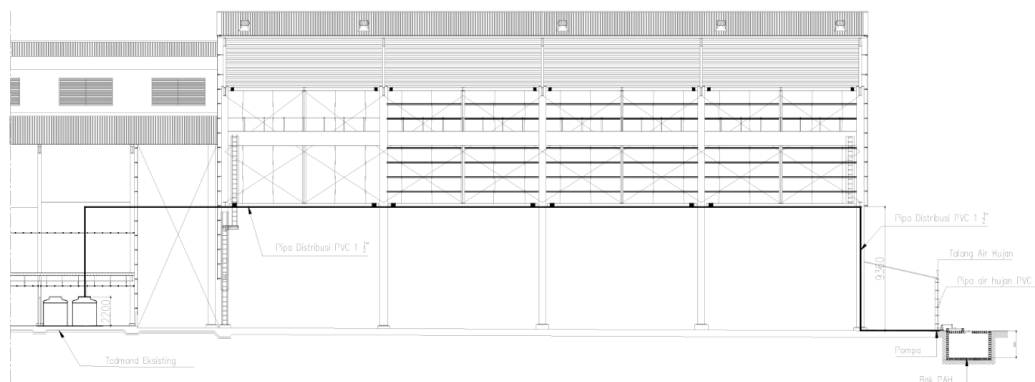
4.5 Perpipaan dan Pompa

Perencanaan jaringan perpipaan dalam sistem penampungan air hujan dirancang menggunakan pipa dengan diameter nominal 20 mm, yang kemudian disesuaikan menjadi 1½ inch untuk mengurangi kehilangan tekanan akibat gesekan aliran. Untuk mendukung proses distribusi, pompa yang dipilih adalah Grundfos CR 10-3 dengan kapasitas 10 m³/jam, head maksimum 23 meter, dan daya 1,1 kW menggunakan sistem 3 phase. Hasil

perhitungan menunjukkan bahwa kebutuhan head total sistem adalah 16,94 meter untuk desain upper tank dan 16,44 meter untuk desain ground tank, sehingga spesifikasi pompa tersebut memenuhi kriteria kinerja yang dibutuhkan.



Gambar 8. Head Pompa Bak PAH jenis FRP (Data Pribadi, 2025).



Gambar 9. Head Pompa Bak PAH jenis Beton Bertulang (Data Pribadi, 2025).

4.6 Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Perhitungan estimasi biaya pembangunan sistem penampungan air hujan pada Gedung MSF Banko Barat mencakup dua alternatif desain. Untuk upper tank berbahan *Fiberglass Reinforced Plastic* (FRP), total biaya yang diperlukan adalah sebesar Rp 437.855.000. Sementara itu, untuk *ground tank* berbahan beton bertulang, total biayanya mencapai Rp 286.538.000. Rincian komponen biaya meliputi pekerjaan persiapan, pekerjaan tanah, pekerjaan pondasi atau pengecoran beton, instalasi pipa PVC, pembelian dan pemasangan pompa, serta pengadaan tangki filtrasi.

5 KESIMPULAN

Hasil analisis menunjukkan bahwa dengan kebutuhan air harian sebesar 23,52 m³ dan potensi ketersediaan air hujan tahunan sebesar 10.786,74 m³, sistem pemanfaatan air hujan di Gedung MSF dapat direalisasikan secara efektif. Neraca air menunjukkan surplus pada sebagian besar bulan, sehingga risiko kekurangan pasokan dapat diminimalkan. Desain penampungan yang diusulkan dalam bentuk upper tank FRP berkapasitas 40 m³ dan ground tank beton berkapasitas sesuai kebutuhan puncak harian, dilengkapi dengan pipa PVC 1 1/2 inch, pompa

Grundfos CR 10-3, dan filter HYDRO STF-12, memberikan solusi yang optimal. Estimasi biaya pelaksanaan berada pada kisaran Rp286 juta–Rp437 juta, tergantung jenis penampungan yang dipilih.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Lenie, *Pengaruh Penerapan Teknik dan Metode Pengolahan Air Sederhana berdasarkan Sumber Daya Lokal dalam Penyediaan Sumber Air Bersih untuk PascaBanjir, Pertambangan, dan Lahan Basah*. 2021.
- [2] I. Ali, S. Suhardjono, and A. P. Hendrawan, “Pemanfaatan Sistem Pemanenan Air Hujan (Rainwater Harvesting System) Di Perumahan Bone Biru Indah Permai Kota Watampone Dalam Rangka Penerapan Sistem Drainase Berkelanjutan,” *J. Teknik Pengair.*, vol. 008, no. 01, pp. 26–38, 2017, doi: 10.21776/ub.jtp.2017.008.01.03.
- [3] I. T. Purnomo, M. Z. Alfarisi, and M. Sukmono, “Perencanaan Sistem Pemanfaatan Air Hujan sebagai Air Siap Minum di Kantor Dinas Pendidikan Provinsi DKI Jakarta,” *Potensi J. Sipil Politek.*, vol. 22, no. 2, pp. 139–148, 2020, doi: 10.35313/potensi.v22i2.1916.
- [4] C. S. Silvia and M. Safriani, “Analisis Potensi Pemanenan Air Hujan Dengan Teknik Rainwater Harvesting Untuk Kebutuhan Domestik,” *J. Tek. Sipil dan Teknol. Konstr.*, vol. 4, no. 1, pp. 62–73, 2018, doi: 10.35308/jts-utu.v4i1.590.
- [5] P. S. Komala and Y. Maisuara, “Perencanaan Sistem Plambing Air Hujan Pengembangan Hotel Grand Zuri Kota Padang,” *Cived*, vol. 8, no. 3, p. 199, 2021, doi: 10.24036/cived.v8i3.115791.
- [6] E. S. Sahabuddin, *Filosofi Cemaran Air*, vol. 53, no. 9. 2015.
- [7] Menteri Kesehatan Republik Indonesia, “Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017 Tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan Dan Persyaratan Kesehatan Air Untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, Solus Per Aqua dan Pemandian Umum,” *Peratur. Menteri Kesehat. Republik Indones.*, pp. 1–20, 2017.
- [8] R. H. Indriatmoko and N. Rahardjo, “Kajian Pendahuluan Sistem Pemanfaatan Air Hujan,” *J. Air Indones.*, vol. 8, no. 1, pp. 105–114, 2018, doi: 10.29122/jai.v8i1.2387.
- [9] E. Nirahua, R. J. Betaubun, and H. D. Titaley, “Pemanenan Air Hujan Sebagai Alternatif Sumber Air Bersih Untuk Kebutuhan Masyarakat Desa Mesiapi Kabupaten Maluku Barat Daya,” *J. Agreg.*, vol. 3, no. 1, pp. 117–125, 2024.
- [10] Daffa Allam Hoesain, “Evaluasi Sistem Plambing Air Buangan di Bandar Udara Adi Soemarmo Berdasarkan SNI 8153-2015,” *Tugas Akhir*, pp. 1–75, 2022.
- [11] A. PRILLIYANI, “Perencanaan Sistem Instalasi Plambing Air Limbah dan Sistem Jaringan Perpipaan Air Limbah Infeksius di Gedung Unit Pelayanan Terpadu Geriatri dan Paliatif Rumah Sakit Cipto Mangunkusumo,” *J. Reka Lingkung.*, vol. 7, no. 2, pp. 68–77, 2019, doi: 10.26760/rekalingkungan.v7i2.68-77.
- [12] Suhardiyanto, “Perancangan Sistem Plambing Instalasi Air Bersih dan Air Buangan Pada Pembangunan Gedung Perkantoran Bertingkat Tujuh Lantai,” *J. Tek. Mesin*, vol. 05, no. 3, pp. 90–97, 2016.
- [13] M. Ely, “Pengujian Kuat Tekan Beton dengan Muatan Lokal Pasir Siring Agung dan Batu Pecah Malus,” vol. 3, no. 1, pp. 83–93.
- [14] M. A. Friantori, “Evaluasi Perhitungan Volume Pekerjaan, Anggaran Biaya Dan Waktu Pembangunan Struktur Pada Proyek Revitalisasi Halte Brt Transjakarta Halte Cikoko St. Cawang Jakarta Timur Dki Jakarta Dengan Metode Bim Dan Konvensional,” Universitas Bina Darma, 2024.
- [15] SNI 03-7065-2005, “Tata Cara Perencanaan Sistem Plambing,” *Badan Standar Nas.*, no. SNI 03-7065-2005, p. 23, 2005.