

RE-DESIGN SISTEM DISTRIBUSI AIR BERSIH DAN FIRE HYDRANT DI GEDUNG PLN UP3B KALSELTENG

Anas Satria Aji¹⁾, Rudi Siswanto²⁾

^{1,2)} Program Studi Teknik Mesin

Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat

Jln. Ahmad Yani KM 36 Banjarbaru, Kalimantan Selatan, 70714

Email: anassatriaaji@gmail.com

Abstract

Clean water supply and distribution systems in high rise buildings often experience problems. No exception is the PT. PLN (Persero) UP3B Kalselteng Building which did not escape this problem. For this reason, it is necessary to re-design the distribution system and provide clean water and fire hydrants to the building. The objectives of this study include analyzing the needs and distribution of clean water and fire hydrants in the building. Clean water needs was calculated based on the number of people that consuming the clean water, the type and number of plumbing tools load unit. Calculation of head loss in pipes used Hazen – William, Darcy-Weisbach and Colebrook-White equation.

Keyword: Plumbing, Re-Design, Water Needs

Abstrak

Sistem penyediaan dan distribusi air bersih di gedung-gedung bertingkat sering mengalami kendala. Tidak terkecuali PT. PLN (Persero) Gedung UP3B Kalselteng yang tidak luput dari permasalahan tersebut. Untuk itu perlu dilakukan perancangan ulang sistem distribusi dan penyediaan air bersih serta hidran kebakaran pada gedung. Tujuan dari penelitian ini antara lain menganalisis kebutuhan dan distribusi air bersih dan hidran kebakaran di dalam gedung. Kebutuhan air bersih dihitung berdasarkan jumlah penduduk yang mengkonsumsi air bersih, jenis dan jumlah unit beban alat perpipaan. Perhitungan head loss pada pipa menggunakan persamaan Hazen - William, Darcy-Weisbach dan Colebrook-White.

Kata Kunci: Perpipaan, Perancangan Ulang, Kebutuhan Air

PENDAHULUAN

Air adalah kebutuhan utama makhluk hidup terutama bagi manusia yang memegang peranan penting untuk kehidupan sehari-hari, salah satunya sebagai sumber energi. Air juga sangat erat kaitannya dengan pembangunan suatu gedung yang sangat memerlukan adanya air bersih. Ketersediaan air merupakan fasilitas penting dalam sebuah bangunan yang digunakan oleh penghuni bangunan maupun untuk keperluan lain. Kebutuhan air pada suatu bangunan ditentukan oleh fungsi dan jumlah penghuni bangunan tersebut (Tjouwardi, 2015). Oleh karena itu, setiap jenis bangunan tentunya memiliki kebutuhan air bersih yang berbeda pula.

PT. PLN (Persero) Unit Pelaksana Penyaluran dan Pengatur Beban Sistem Kalimantan Selatan dan Kalimantan Tengah ialah salah satu kantor Unit PLN yang bertugas mengoperasikan sistem tenaga listrik sesuai tata cara. Tata cara tersebut meliputi perencanaan study aliran daya, study hubung singkat, economic load dispatch, maintenance scheduling unit pembangkit, pengoperasian real time, konfigurasi jaringan sistem tenaga listrik, rencana operasi harian, dan SCADA. Kantor ini berada di Jl. Mistar Cokrokusumo KM.39 Banjarbaru ini memiliki dua buah gedung yaitu gedung SCADA dan gedung UP2D. Gedung ini digunakan sebagai pusat pengendalian tenaga listrik di setiap gardu induk yang terletak di Kalimantan Selatan dan Kalimantan Tengah.

Terdapat beberapa masalah dalam penyediaan air bersih di gedung bertingkat khususnya di gedung PT. PLN (Persero) UP3B Kalselteng yang disebabkan oleh beberapa faktor. Hasil dari survey pra penelitian berupa wawancara dengan penghuni gedung bertingkat tersebut bahwa ditemukan kendala berupa minimnya debit air yang mengalir, sering mati air, dan sering kehabisan air di bak penampungan. Berdasarkan survey tersebut, kurang cermatnya perancangan sistem plambing dalam gedung menjadi faktor terbesar atas kegagalan instalasi plambing. Oleh karena itu, perancangan instalasi sistem plambing adalah hal utama yang harus lebih diperhatikan.

Sistem penyediaan air bersih pada gedung tersebut memiliki sumber air reservoir bawah yang sekaligus digunakan sebagai sumber penyediaan air sistem hydrant. Berdasarkan Standar SNI 03-1735-2000 bahwa sistem fire hydrant harus memiliki sumber yang mencukupi. Minimal debit air yang disyaratkan yaitu 2400 dm³/menit dan minimal waktu operasi adalah 45 menit. Di samping permasalahan volume reservoir, sistem fire hydrant pada gedung tersebut tidak bekerja dengan otomatis, dikarenakan terjadi kebocoran pada pipa, sehingga pompa jockey pump terlalu sering bekerja yang mengakibatkan jockey pump rusak.

Perancangan ulang sistem plambing pada gedung PT. PLN (Persero) UP3B Kalselteng ini bertujuan untuk meningkatkan efisiensi pada sistem instalasi perpipaan sistem air bersih, serta mengetahui volume reservoir yang dibutuhkan untuk sistem fire hydrant pada gedung tersebut sehingga didapatkan instalasi sistem air bersih yang baik. Adanya perencanaan instalasi sistem air bersih yang baik dapat memenuhi kebutuhan air bersih sehingga sistem instalasi air bersih dapat difungsikan secara efektif dan tidak mengalami kendala yang berarti. Perencanaan sistem fire hydrant yang baik akan meningkatkan keandalan dari sistem tersebut, sehingga apabila sewaktu-waktu terjadi kebakaran sistem fire hydrant dapat bekerja dengan baik. Selain itu, perencanaan yang tepat juga dapat berpengaruh pada anggaran biaya produksi pengadaan air bersih. Maka dari itu diperlukan perencanaan ulang instalasi plambing, termasuk alat-alat plambing yang digunakan serta jenis pompa yang digunakan pada gedung tersebut.

Plambing

Plambing adalah seni dalam teknologi pemipaan yang peralatan pendukungnya dapat menyediakan air bersih ke tempat yang dituju; baik dengan kualitas, kuantitas, maupun kontinuitas yang memenuhi syarat yang berlaku. Adanya plambing bertujuan membuang air kotor atau air bekas dari tempat-tempat tertentu tanpa mencemari bagian penting lainnya untuk tercapainya kondisi yang nyaman dan higienis sesuai standar yang berlaku. Plambing dapat dibentuk menjadi sebuah

sistem yang merupakan sistem penyediaan air bersih dan pembuangan air kotor yang saling terkait satu sama lain serta telah memenuhi syarat peraturan perundang-undangan yang berlaku, pedoman pelaksanaan, serta standar tentang peralatan dan instalasinya (Morimura dan Noerbambang, 2000).

Sistem Penyediaan Air Bersih

Terdapat beberapa kelompok sistem penyediaan air bersih yang saat ini telah banyak digunakan, yaitu:

1. Sistem tangki atap.
2. Sistem tangki tekan.
3. Sistem sambungan langsung.
4. Sistem tanpa tangki (booster system).

Alat Plumbing

Secara umum, peralatan plumbing adalah perangkat yang digunakan untuk menyediakan air bersih dan membuang air kotor yang dipasang pada bagian dalam maupun bagian luar gedung. Bahan-bahan yang direkomendasikan untuk menjadi peralatan plumbing wajib mempunyai sifat sebagai berikut:

1. Kedap air atau sangat sedikit menyerap air
2. Mudah dibersihkan
3. Tidak mudah berkarat dan tidak mudah aus
4. Relatif mudah dibuat
5. Relatif mudah dipasang

Dalam menginstal perangkat plumbing untuk sebuah hunian, perlu memperhatikan jumlah alat plumbing yang dibutuhkan. Beberapa persyaratan penginstalan peralatan plumbing yang dibutuhkan untuk jenis hunian usaha (BSN, 2015) minimal harus dilengkapi dengan kloset dan bak cuci tangan untuk para karyawannya. Banyaknya jumlah alat plumbing pada hunian usaha harus sesuai dengan Tabel 1 (BSN : 2015).

Tabel 1. Jumlah alat plumbing

Jml. Kloset	Jml. Karyawan	Jml. Bak Cuci Tangan	Jml. Karyawan	Jml. Peturasan	Jml. Karyawan Laki-Laki
1	1 – 10	1	1 – 20	1	31 – 75
2	11 – 30	2	21 – 40	2	76 – 185
3	31 – 50	3	41 – 60	3	186 – 305
4	51 – 75	4	61 – 80	4	
5	76 – 105	5	81 – 100	5	
6	106 – 145	6	101 – 125	6	
7	146 – 185	7	126 – 150	7	

Apabila jumlah karyawan laki-laki lebih dari 30 orang maka jumlah kloset untuk karyawan laki-laki dapat diganti dengan peturasan minimal sebanyak 1/3

jumlah kloset yang disyaratkan. Hal lain yang harus diperhatikan adalah toilet pria dan wanita pun harus terpisah.

Penyediaan Kebutuhan Air Bersih

Dalam menentukan kebutuhan air bersih suatu gedung perlu melihat beberapa faktor, diantaranya jenis gedung dan jumlah penghuni. Berdasarkan Tabel 2, besarnya pemakaian air bersih pada lingkungan perkantoran termasuk ke dalam kategori kantor sebesar 10 liter/pegawai/hari. Volume kebutuhan air bersih didapat berkaitan dengan kapasitas reservoir bawah dan tangki atas.

Tabel 2. Pemakaian air bersih per hari per orang

No.	Sektor	Pemakaian Air	Satuan
1	Pendidikan/Sekolah	10	Liter/murid/hari
2	Rumah Sakit	200	Liter/bed/hari
3	Puskesmas	2000	Liter/unit/hari
4	Masjid	3000	Liter/unit/hari
5	Kantor	10	Liter/pegawai/hari
6	Pasar	12000	Liter/hektar/hari
7	Hotel	150	Liter/bed/hari
8	Rumah makan	100	Liter/tempat duduk/hari
9	Komplek militer	60	Liter/orang/hari
10	Kawasan industri	0,2 – 0,8	Liter/detik/hektar
11	Kawasan	0,1 – 0,3	Liter/detik/hektar

Perhitungan Kebutuhan Air Bersih

Kebutuhan air bersih suatu gedung merupakan jumlah air bersih yang akan digunakan oleh gedung tersebut. Untuk mengetahui besarnya jumlah kebutuhan air dalam gedung, perlu diperhitungkan terlebih dahulu jumlah pemakai air pada gedung, banyaknya alat-alat plambing yang ada dan kebutuhan tambahan yang diakibatkan oleh kebocoran maupun hal-hal yang tak terduga lainnya sebagai safety factor. Kebutuhan air bersih suatu bangunan ditentukan dengan persamaan berikut ini:

$$Qd = Pg \times R \times 1,2 \quad (1)$$

Dimana :

Qd = debit air

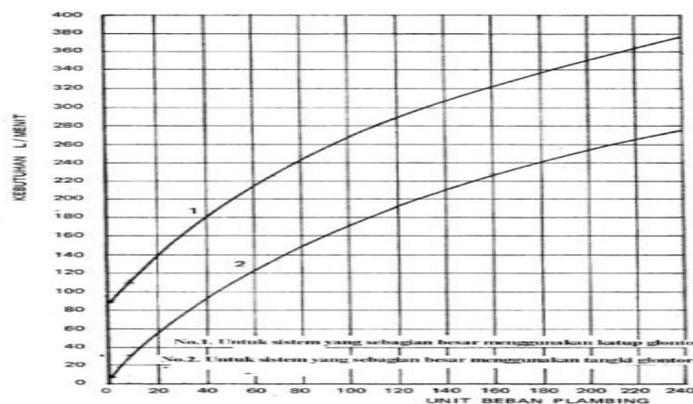
Pg = tekanan

R = bilangan reynold

Tabel 3. Nilai unit beban alat plumbing

No.	Jenis Alat Plumbing	UBAP Pribadi	UBAP Umum
1	Bak Mandi	2	4
2	<i>Bedpan Washer</i>	-	10
3	Bidet	2	4
4	Pancaran air minum	1	2
5	Bak cuci tangan	1	2
6	Bak cuci dapur	2	2
7	<i>Service sink</i>	2	4
8	Peturasan pedestal berkaki	-	10
9	Peturasan, <i>wall lip</i>	-	5
10	Peturasan, palung	-	5
11	Peturasan dengan tangki penggelontor	-	3
12	Bak cuci, bulat atau jamak (setiap kran)	-	2
13	Kloset dengan katup penggelontor	6	10
14	Kloset dengan tangki penggelontor	3	5

Nilai beban kebutuhan air bersih alat plumbing berdasarkan besarnya nilai beban unit alat plumbing dapat diketahui pada Tabel 3. Selanjutnya untuk mengetahui besarnya debit air pada alat plumbing keseluruhan pada sebuah sistem dapat dilihat pada kurva perkiraan beban kebutuhan air pada Gambar 1.



Gambar 1. Kurva Perkiraan Beban Kebutuhan Alat Plumbing

Perhitungan Kapasitas Tangki

Tangki atau reservoir adalah media penyimpanan air bersih dalam sistem plumbing. Berdasarkan tata letaknya, reservoir dibedakan menjadi dua jenis, yaitu reservoir bawah (ground reservoir) dan tangki atas (roof tank). Reservoir bawah dibuat sebagai tempat penyimpanan air bersih sementara sebelum air dialirkan ke tangki atas untuk melayani kebutuhan air bersih per harinya. Kapasitas reservoir bawah suatu sistem plumbing tergantung pada besarnya kebutuhan air bersih per hari.

Head Loss (ht)

Head loss terdiri dari dua macam, yakni head loss mayor dan head loss minor. Head loss(ht) merupakan penjumlahan dari head loss mayor dan head loss minor, yang dapat dilihat pada Persamaan (2).

$$ht = hf + hm \quad (2)$$

Keterangan :

ht = head losstotal (m)

hf = head loss mayor (m)

hm = head loss minor (m)

Head Loss Mayor (hf)

Head loss mayor dapat terjadi karena adanya gesekan antara aliran fluida yang mengalir pada suatu dinding pipa sehingga besarnya dipengaruhi oleh panjang pipa. Head loss mayor bisa dihitung dengan mengetahui jenis aliran fluida yang mengalir di sepanjang pipa tersebut. Jenis aliran tersebut dapat diketahui melalui Reynold Number sebagai berikut :

$$Re = \frac{\rho \times v \times D}{\mu} \quad (3)$$

Dimana :

v = kecepatan fluida (m/s)

ρ = massa jenis fluida (kg/m³)

D = diameter pipa (m)

μ = viskositas fluida (kg/ms)

Kecepatan fluida (V) pada Reynold Number dapat dihitung dengan Persamaan (4) :

$$\dot{m} = \rho \times v \times A \quad (4)$$

Dimana :

\dot{m} = laju aliran massa fluida (kg/s)

ρ = massa jenis fluida (kg/m³)

v = kecepatan fluida (m/s)

A = luas penampang (m²)

Berdasarkan bilangan Reynold, jenis aliran terdiri dari 3 kelompok, yaitu aliran transisi ($Re = 2300$), aliran laminar ($Re < 2300$), aliran turbulen ($Re > 2300$) (Haruo Tahara dan Sularso, 2000).

Head loss mayor menurut Hazen-Williamsd dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan (5)

$$hf = \frac{10,666 \times Q^{1,85}}{C^{1,85} \times D^{4,85}} \times L \quad (5)$$

Dimana :

hf = kerugian gesek dalam pipa (m)

Q = laju aliran dalam pipa (m³/s)

L = panjang pipa (m)

C = koefisien kekasaran pipaHazen -Williams(m/s)

d = diameter pipa (m)

Head Loss Minor (hm)

Head loss minor disebabkan oleh adanya sambungan pipa (fitting) seperti katup (valve), belokan (elbow), sambungan T (tee) dan sebagainya. Rumus perhitungan head loss minor dapat dilihat pada Persamaan (6).

$$Hm = f \frac{v^2}{2g} \quad (6)$$

Dimana :

- v = kecepatan fluida (m/s)
- f = koefisien minor losses
- g = gravitasi (m/s^2)

Perencanaan Sistem Fire Hydrant

Hydrant merupakan solusi yang menjanjikan apabila bangunan yang mengalami kebakaran berada di akses jalan yang sempit dan tidak memungkinkan Fire Truck mendekat. Untuk itu, alat ini sangat diwajibkan berada di area pasar, supermarket, perkantoran, sekolah dan pemukiman. Karena fungsinya sangat dibutuhkan dan berkaitan dengan kerugian yang besar, maka fire hydrant harus memenuhi standar yang sesuai dengan standar Indonesia dan luar negeri. Peraturan pada sistem fire hydrant umumnya telah diketahui oleh kontraktor, sehingga hasil instalasi sesuai dengan standar. Sistem hydrant di Indonesia mengacu pada Standar Fire Hydrant SNI mengacu pada dokumen nomor SNI 03-1745-2000 tentang Tata cara perencanaan dan pemasangan sistem pipa tegak dan selang untuk pencegahan bahaya kebakaran pada bangunan rumah dan gedung, serta NFPA (National Fire Protection Association).

Penentuan kebutuhan pasokan air kebakaran mengacu pada perhitungan SNI 03-1735-2000 dengan syarat sebagai berikut:

1. Pasokan air untuk hydrant halaman harus sekurang-kurangnya 2400 liter/menit, serta mampu mengalirkan air minimal selama 45 menit.
2. Jumlah pasokan air untuk hydrant halaman yang dibutuhkan ditunjukkan pada rumus berikut :

$$V = Q \times t \quad (7)$$

Dimana :

- V = Volume air yang dibutuhkan hydrant (liter)
- Q = Debit aliran untuk hydrant pilar (liter/menit)
- t = Waktu pasokan air simpanan (menit)

METODE PENELITIAN

Tempat penelitian dilakukan pada Gedung PT. PLN (Persero) UP3B Kalselteng. Data yang diambil adalah data denah gedung, jumlah pegawai dan data sumber air bersih. Waktu yang dibutuhkan dalam melakukan pengambilan dan pengolahan data mulai tanggal 08 Oktober 2018 sampai dengan 30 Oktober 2018.

Tahapan Perancangan

Pada tahap awal, penulis mengumpulkan konsep-konsep serta teori-teori penelitian yang mendukung penyelesaian problem yang ditemukan. Kemudian studi pustaka dilakukan dengan menelaah teori-teori yang ditemukan sebelumnya dan menambahkan dengan literatur baru sehingga mendapatkan rumusan teori yang

komprehensif yang dapat digunakan untuk menyusun solusi untuk mencapai tujuan penelitian.

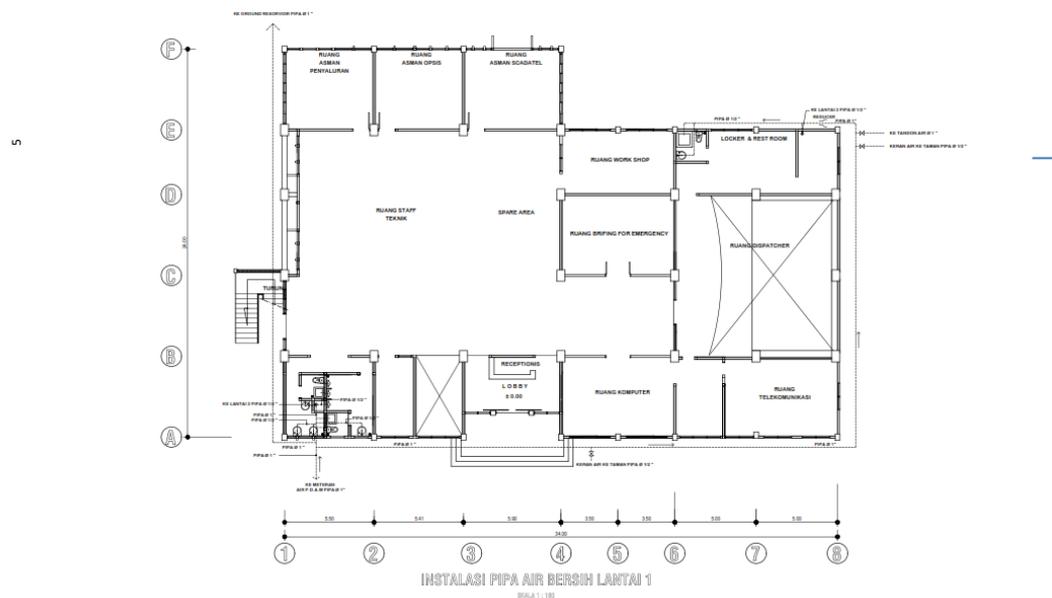
Setelah mengumpulkan teori-teori yang diperlukan, penulis melakukan pengumpulan data dengan metode yang dilakukan adalah melakukan wawancara kepada pimpinan maupun karyawan PT. PLN (Persero) UP3B Kalselteng serta mencatat seluruh elemen yang menjadi objek penelitian. Data yang diperlukan antara lain data denah gedung, data lokasi gedung, jumlah pegawai, data sistem perpipaan air bersih, data sumber air bersih serta data lain yang mendukung penyusunan laporan tugas akhir ini.

Data yang terkumpul dari beberapa sumber kemudian diolah agar dapat digunakan dalam penelitian yang dilakukan. Setelah dilakukan perhitungan dan pengkajian yang lebih mendalam, penulis melakukan analisis terhadap data yang telah didapat.

Dari analisis data tersebut maka akan dapat ditarik suatu kesimpulan apakah perancangan ulang sistem perpipaan air bersih di Gedung PT. PLN (Persero) UP3B Kalselteng dapat memenuhi kebutuhan air bersih dan sistem Fire Hidrant di komplek Gardu Induk 150 kV Cempaka.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan kebutuhan air berdasarkan metode luas lantai efektif gedung. Untuk menghitung kebutuhan air bersih pada lantai dasar Gedung PT. PLN (Persero) UP3B Kalselteng, maka perlu diketahui luas gedung tersebut yaitu seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Luas penampang Lt. 1 Gedung PLN UP3B Kalselteng

Berdasarkan pengukuran, luas lantai gedung PT. PLN (Persero) UP3B Kalselteng pada Tabel 4.

Tabel 4. Luas lantai pada Gedung PT. PLN (Persero) UP3B Kalselteng

Lantai	Luas (m ²)
Lantai 1	747,2
Lantai 2	747,2

Total	1494,4
-------	--------

Perhitungan kebutuhan air bersih pada Gedung PT. PLN (Persero) UP3B Kalselteng pada Tabel 5.

Tabel 5. Kebutuhan air bersih di pada gedung PT. PLN (Persero) UP3B Kalselteng (metode luas lantai efektif)

Lantai	Orang	Q (m ³ /hari)	Q _d (m ³ /hari)	Q _h (m ³ /jam)	Q _{h-max} (m ³ /jam)	Q _{m-max} (m ³ /menit)
Lantai 1	75	3,75	4,5	0,45	0,9	0,225
Lantai 2	45	0,45	0,54	0,054	0,108	0,0027
Total	120	4,20	5,04	0,504	1,008	0,2277

Volume Reservoir Bawah

Diketahui estimasi Qs adalah sebesar dua per tiga dari pemakaian rata-rata perjam, maka Volume reservoir bawah adalah sebesar 1,7 m³.

Volume Reservoir Atas

Dalam merencanakan besar volume *reservoir* atas, maka harus mengetahui jumlah beban alat plambing. Berikut adalah Tabel beban unit alat plambing pada Gedung PT. PLN (Persero) UP3B Kalselteng berdasarkan jenis dan jumlahnya. Jumlah Beban Unit Alat Plambing pada Lantai 1 ditunjukkan pada Tabel 6 dan Tabel 7.

Tabel 6. Jumlah beban unit alat plambing pada lantai 1

Jenis alat plambing	Jumlah alat	Unit beban	Total unit beban
Wc (kloset tanki gelontor)	3	4	12
Peturasan (<i>urinal stall</i>)	4	5	20
Wastafel	5	2	10
Keran taman	1	2	2
Bak mandi	3	2	6
Total	16	-	50

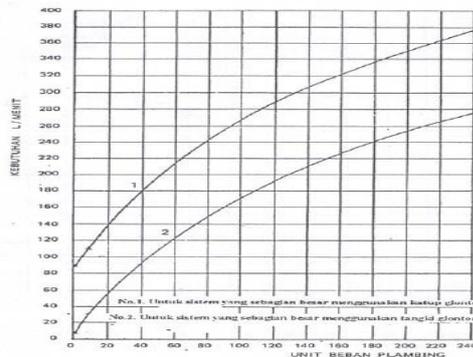
Tabel 7. Jumlah beban unit alat plambing pada lantai 2

Jenis alat plambing	Jumlah alat	Unit beban	Total unit beban
Wc (Kloset tanki gelontor)	2	4	8
Peturasan (<i>urinal stall</i>)	3	5	15
Wastafel	3	2	6
Bak mandi	2	2	4
Total	10	-	32

Total beban seluruh unit alat plambing pada Gedung PT. PLN (Persero) UP3B Kalselteng adalah :

$$\begin{aligned}
 \text{Total beban keseluruhan} &= \text{total beban lt. 1} + \text{total beban lt. 2} \\
 &= 50 + 32 \\
 &= 82
 \end{aligned}$$

Dari perhitungan di atas diketahui bahwa total beban keseluruhan alat plambing pada Gedung PT. PLN (Persero) UP3B Kalselteng sebesar 82, maka untuk mengetahui perkiraan Gambar 3.



Gambar 3. Kurva perkiraan beban kebutuhan air untuk UBAP 240

Dari Gambar 3, dapat dilihat bahwa untuk beban unit alat plambing sebesar 82 perkiraan pemakaian air bersih secara serentak sebesar 150 L/menit. Jadi pemakaian air puncak pada Gedung PT. PLN (Persero) UP3B Kalselteng sebesar 150 L/menit.

Menentukan Diameter Pipa

Penentuan diameter pipa yang akan dipakai untuk pendistribusian air bersih dilakukan dengan peninjauan secara detail terhadap alat plambing dimulai dari yang terjauh pada setiap lantai kemudian dilanjutkan dengan mencari diameter pipa yang cukup untuk mengalirkan air ke suatu alat plambing sesuai dengan ketentuan masing-masing alat plambing tersebut.

Perhitungan teknik dari Nielsen menyatakan bahwa batas maksimum kecepatan air untuk semua alat plambing adalah 2,4 m/s. Jika kecepatan air lebih dari 2,4 m/s maka akan timbul suara pluit dan suara berisik pada sambungan pipa, interval kecepatan air (1,8-2,4) m/s.

Untuk menentukan ukuran pipa, dipakai asumsi besarnya kecepatan yaitu 2 m/s, sehingga didapatkan diameter yang dikehendaki lalu baru bias didapatkan kecepatan aliran air yang sesungguhnya. Kecepatan aliran air ini tidak boleh melebihi dari batas yang telah ditentukan yaitu 2,4 m/s.

Diameter Pipa Dari Sumber Air (Sumur Dangkal) Ke Tangki Bawah

Dalam perancangan ini memanfaatkan sumber air sumur dangkal maka dari itu dapat diperhitungkan untuk memenuhi kebutuhan reservoir bawah sebagai berikut. Berdasarkan kebutuhan pasokan air tanki bawah sebesar 1,7 m³, maka diameter pipa yang dibutuhkan untuk mengalirkan air ($\rho=988 \text{ kg/m}^3$) dari sumur dangkal ke tangki bawah adalah 1,697 ton

Sesuai standar ukuran diameter pipa, jadi pipa yang digunakan berdiameter 60 mm, sehingga pipa yang saya pilih pipa PVC dengan kode AW 2 in.

Diameter Pipa Dari *Ground Reservoir* Ke *Roof Reservoir*

Kecepatan (V) asumsi adalah 2 m/s, volume *reservoir* atas adalah 2,4 m³ dan waktu pemompaan tiap 16 menit (960 detik). Dimensi pipa air bersih didapatkan dengan estimasi besarnya debit pengaliran. Berikut adalah perhitungan penentuan dimensi pipa air bersih dari *ground reservoir* (tangki bawah) ke *reservoir* atas (tangki atas).

Jadi debit aliran yang direncanakan (Q) untuk *reservoir* atas (tangki atas) sebesar $0,002500 \text{ m}^3/\text{s}$.

Dimensi pipa air bersih (D) dari *ground reservoir* (tangki bawah) ke *reservoir* atas (tangki atas) sebesar 39 mm sehingga dimensi pipa air bersih (D) dari *ground reservoir* (tangki bawah) ke *reservoir* atas (tangki atas) sebesar 39 mm. Dari berbagai macam pipa, peneliti mengambil pipa dengan jenis pipa PVC dengan kode AW 1,5 in.

Diameter Pipa Utama

Diameter pipa utama yang digunakan pada Gedung PT. PLN (Persero) UP3B Kalselteng adalah sebagai berikut :

- Beban unit alat plambing total = 82 WSFU
- Laju aliran air = $2,5 \text{ L/s} = 0,0025 \text{ m}^3/\text{s}$
- Kecepatan aliran asumsi = 2 m/s

Diameter pipa utama adalah 40 mm, sehingga jenis pipa yang digunakan adalah pipa PVC dengan kode AW 2 in.

Diameter Pipa Di Lantai 2

Pada lantai 2 terdapat urinoir, bak mandi dan closed.

- Beban unit alat plambing total = 32 WSFU
- Laju aliran air = $1,3 \text{ L/s} = 0,0013 \text{ m}^3/\text{s}$
- Kecepatan aliran asumsi = 2 m/s

Diameter pipa lantai 2 adalah 28 mm, sehingga jenis pipa yang digunakan adalah pipa PVC dengan kode AW 1 in.

Diameter Pipa Di Lantai 1

Pada lantai 1 terdapat urinoir, bak mandi, dan closed.

- Beban unit alat plambing total = 50 WSFU
- Laju aliran air = $1,8 \text{ L/s} = 0,0018 \text{ m}^3/\text{s}$
- Kecepatan aliran asumsi = 2 m/s

Diameter pipa lantai 1 adalah 34 mm, sehingga jenis pipa yang digunakan adalah pipa PVC dengan kode AW 1½ in.

Perhitungan Tekanan

Pendistribusian air bersih dari *reservoir* atas (tangki atas) ke instalasi perpipaan di setiap lantai pada perancangan ini menggunakan tangki atas yang bersumber dari tekanan akibat gaya gravitasi, hal ini dikarenakan agar aliran dan tekanan air yang diperlukan dapat terpenuhi. Kurangnya tekanan air akan menyebabkan kesulitan dalam pemakaian air, tetapi tekanan air yang terlalu tinggi juga dapat menimbulkan rasa sakit terkena pancaran air, menambah kemungkinan timbulnya pukulan air, dan dapat mempercepat kerusakan peralatan plambing.

Perhitungan tekanan pada tiap lantai :

- Tekanan pada lantai 2 = $29341,2 \text{ N/m}^2$
- Tekanan pada lantai 1 = $68462,8 \text{ N/m}^2$

Kerugian Gesek Dalam Jalur Pipa (Head Loss Mayor)

Perhitungan kerugian gesek dalam pipa lurus sebelum masuk pompa transfer pada sumber air (sumur dangkal) adalah sebagai berikut :

Total *head loss mayor* dalam pipa lurus adalah :

$$\begin{aligned} H_t &= 3,6096 + 1,218 + 23,5099 + 4,7099 \\ &= 33,0474 \text{ m.} \end{aligned}$$

Kerugian Gesek Dalam Jalur Pipa (Head Loss Minor)

Total *head loss minor* dalam pipa lurus

$$\begin{aligned} h_{m\text{-total}} &= 0,00341 + 0,395 + 10,2597 + 6,5825 + 0,5265 \\ &= 17,767 \text{ m.} \end{aligned}$$

Head Loss Total

Total *head loss* total perencanaan instalasi perpipaan air bersih pada Gedung PT. PLN (Persero) UP3B Kalselteng sebesar 50,814 m.

Pompa

Head total (pompa sumur dangkal) sebesar 10,732 m

Berdasarkan hasil perhitungan, spesifikasi pompa yang dipakai untuk menghisap air dari sumur ke *ground reservoir* dengan kode :

40 x 32C₄ – 5 0,75.

Diameter isap : 40 mm

Diameter keluar : 32 mm

Jenis rumah : C

Jumlah kutub : 4

Frekuensi : 50 Hz

Daya motor : 0,75 kW

Pendekatan spesifikasi dengan merek pompa yang ada di pasaran adalah pompa air merek Grundfos NS Basic 13-18 T yang mempunyai total head sebesar 12 m dan kapasitas 120 L/menit.

Head total (pompa reservoir bawah ke reservoir atas) sebesar 14,31 m

Berdasarkan hasil perhitungan, spesifikasi pompa yang dipakai untuk menghisap air dari *ground reservoir* ke tangki reservoir atas dengan kode :

40 x 32A₄ – 5 0,75.

Diameter isap : 40 mm

Diameter keluar : 32 mm

Jenis rumah : A

Jumlah kutub : 4

Frekuensi : 50 Hz

Daya motor : 0,75 kW

Pendekatan spesifikasi dengan merek pompa yang ada di pasaran adalah pompa air merek Venezia CUC4-40 yang mempunyai head sebesar 30 m dan kapasitas 67 L/menit.

Reservoir Fire Hydrant

Sesuai SNI 03-1735-2000 bahwa debit aliran untuk hydrant pilar halaman sebesar 2400 liter/menit dan hydrant untuk gedung sebesar 400 liter/menit. Maka total aliran hydrant yang dibutuhkan sebesar 126 m³.

Rencana Anggaran Biaya

Anggaran biaya yang direncanakan pada perencanaan instalasi perpipaan air bersih pada gedung PT. PLN (Persero) UP3B Kalselteng dapat dilihat dalam Tabel 8.

Tabel 8. Rencana anggaran biaya

No	Jenis Barang	Ukuran	Harga(Rp)	Jml	Harga Total (Rp)
1	Pipa PVC AW (Masphion)	Ø 1"	35.000/4m	18	630.000
2	Pipa PVC AW (Masphion)	Ø 1 ½"	42.500/4m	21	892.500
3	Pipa PVC AW (Masphion)	Ø 2 "	62.000/4m	18	1.116.000
4	Bend PVC AW	Ø 1" × 90 ⁰	3000/buah	13	39.000
5	Bend PVC AW	Ø 1 ½" × 90 ⁰	4000/buah	45	180.000
6	Bend PVC AW	Ø 2" × 90 ⁰	6000/buah	4	24.000
7	Tee PVC AW	Ø 1" × Ø 1"	4000/buah	10	40.000
8	Tee PVC AW	Ø 1 ½" × Ø 1 ½"	4500/buah	10	45.000
9	Tee PVC AW	Ø 2" × Ø 2"	7500/buah	3	22.500
10	Reducer	Ø 2" × Ø 1 ½"	7500/buah	2	15.000
11	Reducer	Ø 1 ½" × Ø 1"	6000/buah	1	6.000
12	Reducer	Ø 1" × Ø ½"	5000/buah	1	5.000
13	Gate Valve	Ø 2 ½"	38.000/buah	2	76.000
14	Gate Valve	Ø 3"	45.000/buah	2	90.000
15	Stop Keran	Ø 1"	10.000/buah	5	50.000
16	Keran Air	Ø 1"	10.000/buah	12	120.000
17	Wastafel (TOTO L 237 VIB)	-	1.371.000/buah	8	10.968.000
18	Closet Duduk (MONOBLOCK TOTO CW 420 J)	-	2.140.000/buah	5	10.700.000
19	Urinoir (TOTO U57M)	-	1.910.000/buah	8	15.280.000
20	Bak Mandi	-	500.000/buah	3	1.500.000
21	Reservoir Atas	1.200 liter	1.700.000/buah	6	10.200.000
22	Reservoir Bawah	5 mx3 mx 4m	5.000.000/buah	1	5.000.000
23	Pompa Venezia CUC4-40	67 L/m H: 30 m	2.640.000/buah	2	2.640.000
24	Pompa Grundfos NS Basic 13-18 T	120 L/m H:12 m	2.849.000/buah	1	2.849.000
25	Biaya bongkar pasang	-	20.000.000/ls	1	20.000.000
26	Biaya pembuatan reservoir fire hydrant	-	400.000/m ³	126	50.400.000
27	Biaya Perbaikan Jokey Pump	-	500.000/buah	1	500.000
				Total	134.387.000

Perbandingan Antara Kondisi Eksisting Dengan Kondisi Hasil Perhitungan Peneliti

Tabel 9 merupakan perbandingan antara kondisi eksisting dengan kondisi hasil perhitungan peneliti.

Tabel 9. Perbandingan spesifikasi peralatan eksisting dan hasil perhitungan

Parameter	Kondisi Eksisting	Hasil Perhitungan
Volume GRT	24 m ³	17 m ³
Volume RT	2,4 m ³	2,4 m ³
Diameter Pipa GRT	Besi 1 in	PVC AW 2 ½ in
Diameter Pipa RT	Besi 1 in	PVC AW 2 in
Diameter Pipa Utama	Besi 1 in	PVC AW 2 in
Diameter Pipa Lt. 2	Besi ½ in	PVC AW 1 in
Diameter Pipa Lt. 1	Besi 1 in	PVC AW 1 ½ in
Head loss total	-	50,524 m
Pompa GRT	Shimizu PN 125 BIT 125 w, 18L/menit. Head : 5 m	Grundfos NS Basic 13-18T 0,75kw 120 L/menit. Head : 12 m
Pompa RT	Shimizu PN 125 BIT 125 w, 18L/menit. Head : 5 m	Venezia CUC4-40 0,75kw 67 L/menit. Head : 30 m
Volume Reservoir <i>Fire Hydrant</i>	24 m ³ (GRT dan RFH menggunakan tangki yang sama)	126 m ³ (GRT dan RFH menggunakan tangki terpisah)

KESIMPULAN

Dari hasil analisis dan perhitungan, dapat ditarik beberapa kesimpulan mengenai perencanaan instalasi perpipaan air bersih pada gedung PT. PLN (Persero) UP3B Kalselteng.

1. Cara mengatasi ketersediaan air bersih di gudang PT. PLN (Persero) UP3B Kalselteng adalah dengan melakukan perancangan ulang sistem air bersih dengan *ground reservoir tank* berkapasitas 24.000 L yang didistribusikan ke bawah dari tandon berkapasitas 2.400 L melalui pipa PVC AW 2 in, 1 ½ in, 1 in. Selain itu, perlu adanya suatu perencanaan penempatan pipa agar mudah dilakukan perawatan yaitu dengan menempatkan pipa di luar gedung (tidak tertanam).
2. Volume reservoir sistem fire hydrant minimum yang dibutuhkan sesuai standar SNI 03-1735-2000 adalah sebesar 126 m³. Pembangunan reservoir tersebut berupa kolam penampungan air dengan dimensi 10 m x 13 m x 1 m khusus melayani sistem *Fire Hydrant* agar kontinuitas 2.800 L/m selama 45 menit dapat terpenuhi.
3. Rencana anggaran biaya yang dibutuhkan sesuai perhitungan peneliti yaitu sebesar Rp 134.387.000,-

REFERENSI

- Badan Standardisasi Nasional, 2015. Sistem Plambing pada Bangunan Gedung. Ditjen Cipta Karya, 2000. Pengembangan Air Minum.
- Gupta, Ram S. *Hydrology and Hydraulic Systems*.
- Nurbambang, Soufyan. M dan Morimura, Takeo, 1991. Perancangan dan Perawatan Sistem Plambing, Pradya Paramita, Jakarta.
- Tahara, Haruo dan Sularso. 2000. Pompa dan Kompresor, Pradya Paramita. Jakarta
- SNI (03-1735-2000).