

**KOMPARASI DESAIN SISTEM AIR BERSIH DAN SISTEM PEMADAM
KEBAKARAN AKTIF**
(Studi Kasus : Gedung Ibrahim Tower RS. Roemani Muhammadiyah Semarang)

Nopiandi Bagus RH¹, Ummi Chasanah², Soehartono³

^{2,3} Dosen Teknik Sipil, Universitas Pandanaran, ⁴Dosen Polteka Semarang

¹ Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Pandanaran Semarang

Email : nopiandib203@gmail.com, chasanah.ummi01@yahoo.co.id,
soehartono.sipilunpand@gmail.com,

Abstrak

Gedung Ibrahim Tower RS. Roemani Muhammadiyah Semarang merupakan bangunan rumah sakit bertingkat 13 lantai yang membutuhkan sistem utilitas bangunan yang andal, khususnya sistem air bersih dan sistem pemadam kebakaran aktif. Penelitian bertujuan untuk menganalisis kebutuhan air bersih, melakukan redesain sistem plumbing air bersih dan sistem pemadam kebakaran aktif, serta membandingkan desain *existing* dengan desain alternatif guna memperoleh sistem yang lebih efektif dan efisien. Metode penelitian yang digunakan adalah metode deskriptif kuantitatif dengan pengumpulan data primer dan data sekunder berupa gambar kerja, data bangunan, data sistem plumbing dan proteksi kebakaran. Analisis kebutuhan air bersih penghuni, pasien rawat inap, pengunjung, unit beban alat plumbing (UBAP), dimensi pipa, dan perhitungan *head loss mayor* serta minor. Analisis dilakukan pada sistem hydrant dan sprinkler berdasarkan standar SNI 8153:2015, NFPA 13, dan peraturan yang berlaku. Analisis dilakukan terhadap kebutuhan air bersih penghuni, pasien rawat inap, pengunjung, unit beban alat plumbing (UBAP), dimensi pipa, serta perhitungan *head loss mayor* dan *minor*. Analisis juga dilakukan pada sistem *hydrant* dan *sprinkler* berdasarkan standar SNI 8153:2015, NFPA 13, dan peraturan yang berlaku. Hasil perbandingan menunjukkan bahwa desain alternatif memberikan perhitungan yang lebih lengkap dan mampu menggambarkan kebutuhan aktual sistem air bersih dan sistem pemadam kebakaran aktif pada gedung rumah sakit.

Kata Kunci : Sistem *Plumbing*, Air Bersih, *Hydrant*, *Sprinkler*.

Abstract

The Ibrahim Tower at Roemani Muhammadiyah Hospital in Semarang is a 13-story hospital building requiring reliable utility systems, specifically for clean water supply and active fire protection. This study aims to analyze clean water demand, redesign the clean water plumbing and active fire protection systems, and compare the existing design with an alternative design to achieve a more effective and efficient system. A quantitative descriptive method was employed, utilizing both primary and secondary data—including working drawings, building specifications, and details regarding plumbing and fire protection systems. Analyses covered clean water requirements for occupants, inpatients, and visitors; Plumbing Fixture Units (PFU); pipe sizing; and calculations for major and minor head losses. Additionally, hydrant and sprinkler systems were analyzed in accordance with SNI 8153:2015,

NFPA 13, and other applicable regulations. The comparison results indicate that the alternative design provides more comprehensive calculations and more accurately reflects the actual requirements for the hospital building's clean water and active fire protection systems.

Keywords: *Plumbing, Clean Water, Hydrant, and Sprinkler Systems.*

Pendahuluan

Gedung Ibrahim Tower RS. Roemani Muhammadiyah Semarang berada di Jl. Wonodri Sendang Raya No.22, Wonodri, Kec. Semarang Sel., Kota Semarang, Jawa Tengah 50242. Gedung ini dibangun dengan tinggi $\pm 60,27$ m atau setara 13 Lantai dan *Rooftop* dan memiliki luas bangunan $20.472,8$ m². Pada Gedung Ibrahim RS. Roemani Muhammadiyah Semarang terdapat 57 tempat tidur rawat inap, dan 75 *toilet*. Gedung Ibrahim Tower RS. Roemani Muhammadiyah Semarang ini terdiri dari ruang administrasi, ruang tindakan operasi, ruang persalinan, ruang kemoterapi, ruang poli, ruang fisioterapi, ruang rawat inap kelas 3, kelas 2, kelas 1, VIP, serta VVIP, dan ruang *medical checkup*.

Menurut Asep Andang (2025), “Utilitas bangunan sendiri merupakan komponen vital dalam perencanaan dan pelaksanaan pembangunan sebuah struktur fisik, baik itu rumah tinggal, gedung perkantoran, fasilitas publik, maupun bangunan industri. Utilitas bangunan mencakup berbagai sistem teknis seperti instalasi air bersih, sistem drainase dan pembuangan limbah, sistem kelistrikan, ventilasi, sistem Keseluruhan sistem tersebut dirancang untuk memenuhi kebutuhan penghuni. Menurut Galih (2022), “Pengelolaan prasarana Rumah Sakit dari aspek keselamatan dan Kesehatan Kerja adalah upaya memastikan sistem utilitas aman bagi sumber daya manusia Rumah Sakit, pasien, pendamping pasien, pengunjung, maupun lingkungan Rumah Sakit.

Utilitas bangunan mencakup berbagai sistem teknis seperti instalasi air bersih, sistem drainase dan pembuangan limbah, sistem kelistrikan, serta ventilasi. Keseluruhan sistem tersebut dirancang untuk memenuhi kebutuhan penghuni. Utilitas bangunan ini memiliki tujuan sebagai penunjang beberapa unsur diantaranya kenyamanan, kesehatan, keselamatan, kemudahan komunikasi, serta mobilitas dalam bangunan. Utilitas bangunan terbagi menjadi tiga yaitu sistem mekanikal, sistem elektrikal, dan sistem *plumbing*.

Nanang Reda (2023) mengatakan “*Mechanical, Electrical, Plumbing* (MEP) adalah tiga elemen penting dalam konstruksi bangunan. Setiap komponen memiliki peran yang sangat penting untuk memastikan bahwa bangunan berfungsi dengan baik. Penyediaan kebutuhan air bersih dalam mendukung operasional harian pada Gedung Ibrahim Tower RS. Roemani Muhammadiyah Semarang ini berasal dari sumur lalu masuk ke *Ground Water Tank* (GWT) setelah itu dipompa menuju *Roof tank*. Pada Gedung Ibrahim Tower memiliki 3 Sumber air bersih, yaitu Sumur, lalu *Ground Water Tank* (GWT) berkapasitas 120 m³, dan *Roof tank* berkapasitas 36 m³. Selain sebagai pendukung operasional harian air bersih ini berperan sebagai *supply* untuk sistem mekanikal pemadam kebakaran aktif yaitu *Sprinkler* dan *Hydrant*.

Sistem pemadam kebakaran aktif ini merupakan salah satu bagian terpenting dalam tindakan *preventive* atau pencegahan terjadinya kebakaran pada Gedung Ibrahim Tower RS. Roemani Muhammadiyah Semarang. Tindakan pencegahan tersebut merupakan salah satu keharusan dalam menjamin keselamatan para pegawai dan pasien yang berada pada Gedung Ibrahim Tower RS. Muhammadiyah Semarang. Mengingat pembangunan Gedung

Ibrahim Tower RS. Roemani Muhammadiyah Semarang ini berjumlah 13 lantai perlu adanya sistem pemadam kebakaran yang memadai sebagaimana yang telah diatur pada Permen PUPR No. 26/PRT/M/2008 tentang Persyaratan Teknis Sistem Proteksi Kebakaran Aktif Pada Bangunan Gedung Dan Lingkungan. Sistem pemadam kebakaran aktif pada gedung meliputi *Sprinkler, Hydrant, Alat Pemadam Api Ringan (APAR), Fire Alarm, dan Smoke Detector*.

Tinjauan Pustaka

Pengertian Plumbing

Menurut Irika (2020), “Sistem *Plumbing* adalah suatu pekerjaan yang meliputi sistem pembuangan limbah/air buangan (air kotor dan air bekas), sistem ventilasi, air hujan, dan penyediaan air bersih. Menurut Ashari, dkk. (2019) “Sistem *Plumbing* adalah suatu sistem penyediaan atau pengeluaran air ke tempat-tempat yang dikehendaki tanpa ada gangguan atau pencemaran terhadap daerah-daerah yang dilaluinya dan dapat memenuhi kebutuhan penghuni.” Sedangkan menurut Osmomarina (2023), “Sistem *Plumbing* adalah sebuah sistem rangkaian pipa air yang terdapat dalam suatu bangunan. Sistem pemipaan ini terdiri dari bahan, pemasangan, perlengkapan, hingga pemeliharaan.

Barli (2024), mengatakan “*System Sanitation Drainage Pipe (SDP)* merupakan sistem yang berhubungan dengan pengelolaan (manajemen) unsur-unsur (*fluid*) yang digunakan pada suatu bangunan. umumnya dikenal dengan istilah sistem *plumbing*.” sistem ini terdiri dari : sistem air bersih, sistem air panas, sistem air kotor dan air bekas, dan sistem air hujan.

Menurut Alwi (2024), “Sistem *Plumbing* merupakan komponen vital dalam bangunan, berperan penting dalam mengalirkan air bersih dan membuang air limbah. Agar sistem ini dapat berfungsi optimal, aman, dan ramah lingkungan, diperlukan standar *plumbing* yang memandu desain, konstruksi, dan pemeliharannya.” Adapun beberapa standar pada sistem *plumbing* yaitu sebagai berikut : SNI 6481:2000 tentang Sistem *Plumbing*, SNI 03-7065-2005 tentang Tata Cara Perencanaan Sistem *Plumbing* dan SNI 8153:2015 tentang Sistem *Plumbing* pada Bangunan Gedung.

Jenis Sistem Distribusi Plumbing Untuk Air Bersih

Menurut Rucika (2023), Berdasarkan cara kerjanya, ada beberapa jenis sistem yang sering digunakan dan diaplikasikan di dalam bangunan bertingkat :

- Sistem sambungan langsung, dalam sistem sambungan langsung pipa distribusi dalam gedung disambung langsung dalam pipa utama penyediaan air bersih.
- Sistem tangki atap, dalam sistem ini air ditampung terlebih dahulu dalam tangki bawah (dipasang pada lantai terendah bangunan atau di bawah muka air tanah).
- Sistem tangki tekan, prinsip kerja dari sistem ini adalah air yang berasal dari kamar mandi, air yang di tampung, air tangki, kemudian dialirkan sesuai sistem distribusi bangunan.

Air Bersih

Menurut Permenkes No. 48 Tahun 2016 “Air bersih adalah air yang dipergunakan untuk keperluan sehari-hari dan kualitasnya memenuhi persyaratan kesehatan air bersih sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku dan dapat diminum apabila dimasak atau diolah dengan macam-macam teknologi.” Sedangkan menurut Theresia dan

Shirley (2015) “Air bersih (*clean water*) adalah air yang memenuhi syarat secara fisik dan dapat dimanfaatkan dalam kehidupan sehari-hari.” Suripin mengatakan “yang dimaksud air bersih yaitu air yang aman (sehat) dan baik untuk diminum, tidak berwarna, tidak berbau, dengan rasa yang segar.” (Triono 2018).

Dwijosaputro mengatakan “air bersih adalah air sehat yang dipergunakan untuk kegiatan manusia dan harus bebas dari kuman-kuman penyebab penyakit, bebas dari bahan-bahan kimia yang dapat mencemari air bersih tersebut.” (Mansur, 2022). Jika mengacu pada Permenkes No.2 Tahun 2023 ada beberapa persyaratan kesehatan pada air terdiri atas :

- a. air dalam keadaan terlindung dari sumber pencemaran, Binatang Pembawa Penyakit, dan tempat perkembangbiakan Vektor;
- b. aman dari kemungkinan terkontaminasi;
- c. pengolahan, pewadahan, dan penyajian untuk Air Minum harus memenuhi prinsip higiene dan sanitasi.

Standar Kebutuhan Air Bersih

Dalam menghitung kebutuhan air bersih pada bangunan gedung terutama rumah sakit harus mengacu pada standar nasional yang berlaku. Standar nasional yang digunakan adalah SNI 8153-2015 Tentang Sistem *Plumbing* Pada Bangunan Gedung.

Permenkes No. 7 Tahun 2019 mengatakan “Minimum volume air yang disediakan oleh rumah sakit per tempat tidur per hari dibedakan antara rumah sakit kelas A dan B dengan rumah sakit kelas C dan D, karena perbedaan jenis layanan kesehatan yang antar ke dua kelas rumah sakit tersebut seperti yang tercantum dalam tabel 2.1.” (Dewi, 2020).

Tabel 1. Standar Kebutuhan Air Menurut Kelas Rumah Sakit

No.	Kelas Rumah Sakit / Jenis Rawat	Standar Baku Mutu	Satuan	Keterangan
1	Semua Kelas	5 – 7,5	L/TT/Hari	Kuantitas air minimum
2	A – B	400 – 450	L/TT/Hari	Kuantitas air untuk keperluan <i>higiene</i> dan sanitasi
3	C – D	200 – 300	L/TT/Hari	Kuantitas air untuk keperluan <i>higiene</i> dan sanitasi
4	Rawat Jalan	5	L/TT/Hari	Termasuk dalam SBM volume air sesuai kelas RS

(Sumber : Permenkes No.7 Tahun 2019)

Menurut Suhardiyanto (2016), “Apabila jumlah penghuni diketahui, atau ditetapkan untuk suatu gedung maka angka tersebut dipakai untuk menghitung pemakaian air rata-rata sehari berdasarkan regulasi dan standar mengenai kebutuhan air per orang per hari untuk sifat penghuni gedung tersebut. Bila jumlah penghuni tidak diketahui, biasanya ditaksir berdasarkan luas lantai dan menetapkan kepadatan hunian per lantai. Menurut M. Toto (2022) “Penginap yaitu pasien yang menginap pada sebuah ruangan, dan jumlah penginap dapat ditentukan berdasarkan data dan jumlah ruangan yang didapatkan dari denah Rumah Sakit. Menurut Ajalia (2022), “Penggunaan air total bangunan dapat dihitung dengan

memilih penggunaan air normal per orang per hari berdasarkan jenis penggunaan bangunan.

Kerugian Akibat Gesekan Pada Sistem Air Bersih (*Head Loss*)

Menurut Ishak Okta (2024) “*Head loss* adalah fenomena penurunan tekanan pada fluida mengalir di dalam pipa. Penurunan tekanan (*pressure drop*) terjadi pada sambungan dan belokan saluran pipa. Pipa adalah saluran tertutup yang biasanya berpenampang lingkaran yang digunakan untuk mengalirkan fluida dengan penampang aliran penuh. Aliran fluida yang ada di dalam saluran pipa tertutup, baik itu jenis aliran laminar maupun turbulen, pasti mengalami kerugian *head* (*Head Losses*). (Irfan & Adi, 2016). Menurut Rucika (2018) “Secara garis besar dibagi menjadi 2 yaitu *major head loss* dan *minor head loss*.”

Menurut Fadhly (2021) “*Head Losses Mayor*, yaitu rugi energi yang diakibatkan dari gesekan fluida terhadap kekasaran permukaan bahan pipanya.” Sedangkan menurut Soufyan M. Noerbambang dan Tako Morimura (2000). Menurut Samuel & Yudika (2025) “Kerugian *minor* (*minor losses*) mencakup kehilangan tekanan akibat gangguan aliran oleh persambungan (seperti *elbow*, *tee*, dan *valve*). Besarnya kerugian ini dinyatakan dengan koefisien kehilangan energi, yang merupakan angka empiris tergantung pada jenis dan geometri sambungan.” Berikut rumus perhitungan kerugian gesek *minor*.

Sistem Mekanikal

Dalam pembangunan sebuah gedung bertingkat penting adanya sistem penyediaan air bersih untuk memenuhi kebutuhan operasional kerja pada gedung tersebut serta adanya fasilitas pengamanan terhadap bahaya kebakaran. (Martini, dkk. 2021). Menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 26 Tahun 2008 “Sistem proteksi kebakaran pada bangunan gedung dan lingkungan adalah sistem yang terdiri atas peralatan, kelengkapan dan sarana, baik yang terpasang maupun terbangun pada bangunan yang digunakan baik untuk tujuan sistem proteksi aktif, sistem proteksi pasif maupun cara-cara pengelolaan dalam rangka melindungi bangunan dan lingkungannya terhadap bahaya kebakaran.

Menurut Muhammad Marsudi dan Gusti (2018) “Secara umum sistem mekanikal terdiri dari sistem-sistem pemadam kebakaran, pendingin udara atau AC (*air conditioning*), dan sistem transportasi vertikal.” Sedangkan menurut Nanang Reda (2023), “*Mechanical* dalam MEP merujuk pada sistem yang melibatkan pergerakan mekanis, seperti sistem pemanas, ventilasi, dan pendingin udara (HVAC)”.

Sistem Pemadam Kebakaran Aktif

Menurut Sarah (2023) “Sistem proteksi kebakaran aktif merupakan sistem proteksi kebakaran yang secara lengkap terdiri dari sistem pendeteksian kebakaran baik manual ataupun otomatis”. Sarana proteksi kebakaran aktif ini mencakup alat deteksi api, panas, dan asap, alarm, tabung pemadam (APAR), *hydrant*, *sprinkler*, dan *house rell*. (Lathifah, 2021). Dalam perencanaan sistem pemadam kebakaran aktif ada beberapa peraturan yang digunakan seperti : SNI-03-1735-2000, SNI-03- 3989-2000, NFPA 13 (*National Fire Protection Association*), NFPA 14 (*National Fire Protection Association*), NFPA 15 (*National Fire Protection Association*), NFPA 20 (*National Fire Protection Association*), Permen PUPR Nomor : 26/PRT/M/2008.

Hydrant

Menurut Rina (2023) “ *Hydrant* adalah sistem pipa yang diisi air dengan tekanan tertentu, yang berfungsi sebagai alat pemadam. *Fire Hydrant* menyemburkan air ke area kebakaran dengan tekanan air yang cukup kuat dari jarak jauh dan jauh untuk memadamkan api. Sedangkan menurut Dr. Arleiny, dkk. (2024) “Sistem *hydrant* adalah sistem pemadam kebakaran yang menggunakan pasokan air bertekanan tinggi sebagai media pemadamnya.” Dapat disimpulkan sistem *hydrant* ini merupakan sistem pemadam kebakaran aktif menggunakan air bertekanan tinggi untuk memadamkan kebakaran dari jarak jauh.

Tabel 2. Kelas Sistem Pipa Tegak

Kelas Sistem Pipa Tegak	Deskripsi	Debit Minimum (liter/menit)
Kelas I	Kotak slang ukuran 63,5 mm (2½ inch) yang digunakan oleh petugas pemadam kebakaran dan mereka yang terlatih.	950 liter/menit
Kelas II	Kotak slang ukuran 38,1 mm (1½ inch) yang digunakan terutama oleh penghuni bangunan atau oleh petugas pemadam kebakaran selama tindakan awal.	400 liter/menit
Kelas III	Kotak slang ukuran 38,1 mm (1½ inch) yang digunakan oleh penghuni bangunan dan sambungan slang ukuran 63,5 mm (2½ inch) petugas pemadam kebakaran atau mereka yang terlatih.	950 – 1900 liter/menit

(Sumber : SNI – 03 – 1745 – 2000)

Selain penentuan kelas perhitungan jumlah *hydrant* dan kebutuhan air *hydrant* dapat menggunakan tabel di bawah ini.

Tabel 3. Jumlah Pasokan Air Hydrant Halaman

No.	Jenis Bangunan	Jumlah <i>Hydrant</i> Yang Akan Dipakai Untuk Pemadam Kebakaran	Pasokan Air Yang Akan Dipakai	Waktu Pasokan Air Simpanan
1	Perumahan	1	Tidak kurang dari 38 liter/detik pada 3,5 bar	45 menit
2	Bukan Perumahan (didasarkan pada luas lantai dari yang terbesar)			
a	< 1000 m ²	2	Tidak kurang dari 38 liter/detik pada 3,5 bar untuk <i>hydrant</i> pertama dan 19 liter/ detik pada 3,5 bar untuk <i>hydrant</i>	45 menit

			kedua.	
b	Setiap penambahan berikutnya dari 1.000 m ² luas lantai.	Penambahan <i>hydrant</i> 1	Untuk setiap <i>hydrant</i> berikutnya, 1200 liter/menit ditambahkan pasokan air umum untuk <i>hydrant</i> .	45 menit

(Sumber : SNI-03-1735-2000)

Sprinkler

Menurut Irika, dkk. (2025) “*Fire Sprinkler* adalah suatu sistem yang bekerja secara otomatis dengan memancarkan air bertekanan ke segala arah untuk memadamkan kebakaran atau setidaknya mencegah meluasnya kebakaran.” Menurut SNI 03-3985-2000 “Suatu sistem instalasi pemadam kebakaran yang dipasang secara tetap/permanen di dalam bangunan yang dapat memadamkan kebakaran secara otomatis dengan menyemprotkan air di tempat mula terjadi kebakaran.

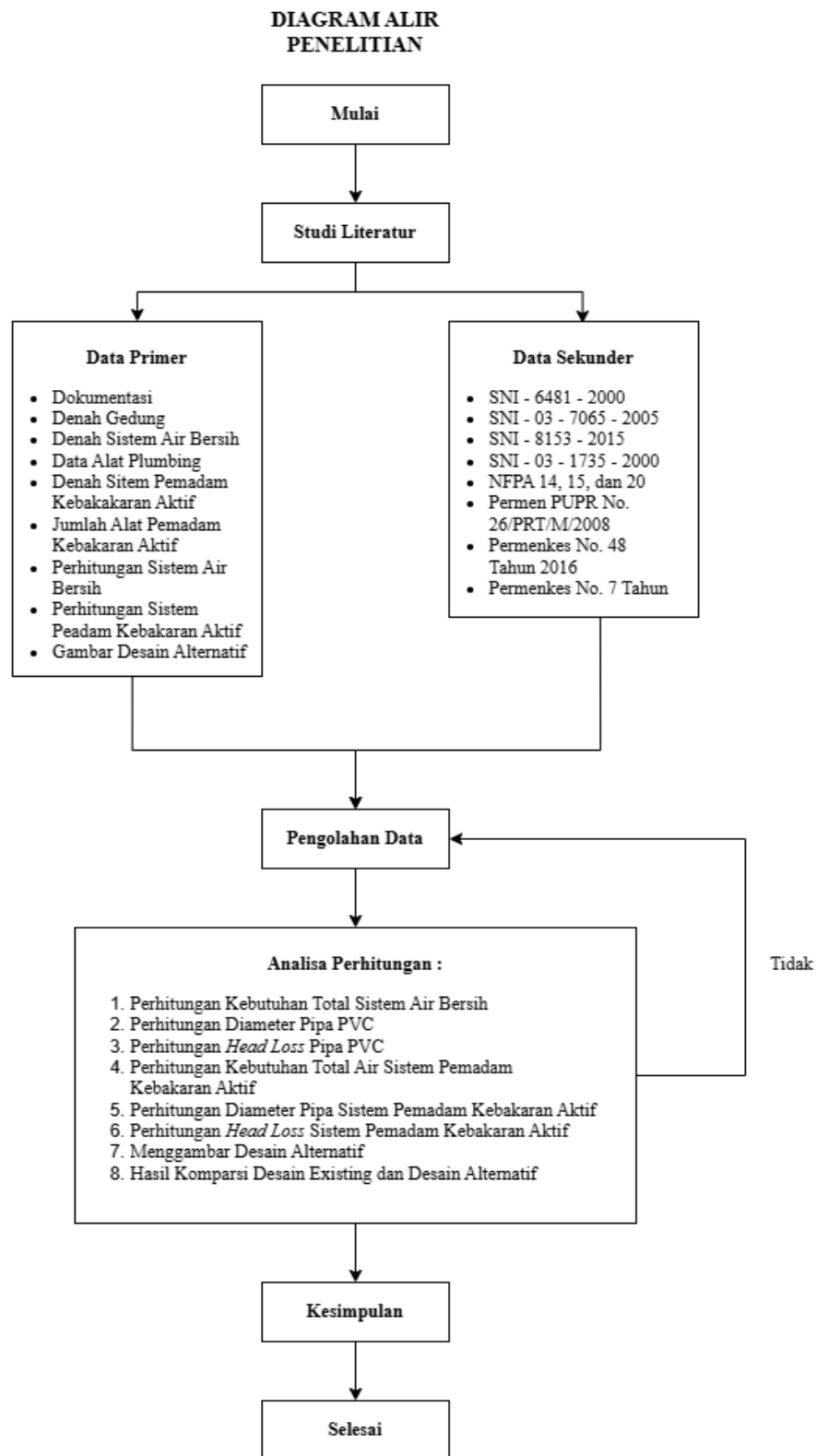
Sebelum menghitung kebutuhan air untuk *sprinkler* perlu ditentukannya klasifikasi sistem yang akan digunakan jika merujuk pada SNI – 03 – 3989 – 2000 klasifikasi untuk *sprinkler* terbagi menjadi 3, yaitu : Bahaya kebakaran ringan, Bahaya kebakaran sedang, dan Bahaya kebakaran berat.

Metode Penelitian

Lokasi Penelitian



Gambar 1. Lokasi
(Sumber : Google Earth Pro)



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian
(Sumber : Dokumen Pribadi)

Analisa dan Pembahasan

Data Perencanaan

- Gambar Denah Setiap Lantai
- Jumlah Alat *Plumbing* Setiap Lantai ($\sum_{Alat}$)
- Nilai Unit Beban Alat *Plumbing* (Q_{sk})
- Penggunaan alat *plumbing* (Q_{pj}) pada penelitian ini dilakukan dengan asumsi.

Perhitungan Sistem Air Bersih Existing

Hasil dari perhitungan penggunaan air rata-rata per jam dengan berdasar beban unit alat *plumbing*, terangkum dalam tabel berikut :

Tabel 4. Rekap Volume Penggunaan Air Berdasarkan UBAP

Rekap Nama dan Volume Penggunaan Air Rata-Rata Per Jam Berdasarkan Unit Beban Alat <i>Plumbing</i>								
Lantai	Kloset (tangki gelantor)	Kloset (katup gelantor)	Bak Cuci Pel	Bak Cuci Bersama	Sink dengan keran 20 mm	Lavatory	Bak Cuci Tangan Kamar Operasi	Shower
1	64	0	0	0	300	30	0	0
2	0	0	0	0	0	20	80	0
3	144	60	0	30	225	110	80	0
4	112	0	45	60	75	40	0	30
5	80	0	45	0	150	120	0	30
6	64	0	0	120	150	100	0	0
7	144	0	45	30	150	110	0	30
8	80	60	45	0	75	40	0	60
9	48	60	0	30	75	40	0	0
10	176	60	0	30	75	120	0	300
11	176	60	0	30	75	120	0	300
12	96	60	0	30	225	80	0	180
13	80	60	45	30	0	30	0	30
Total	1264	420	225	390	1575	960	160	960

(Sumber : Dokumen Pribadi, 2026)

Perhitungan Sistem Hydrant Existing

Pada perhitungan dimensi pipa *hydrant* perlu menentukan jenis pipa yang akan digunakan jika mengacu pada *National Fire Protection Association* (NFPA – 13) pipa yang digunakan menggunakan standar ASTM A53 (*Black Steel Pipe Schedule 40*), dan standar pipa tersebut yang digunakan pada Gedung Ibrahim Tower RS. Roemani Muhammadiyah Semarang, pada perhitungan pipa *hydrant existing* Gedung Ibrahim Tower RS. Roemani Muhammadiyah Semarang menggunakan metode rekapitulasi dari gambar *existing*.

Tabel 5. Rekap Perhitungan Dimensi Pipa Hydrant Lantai 1-13

Lantai	Pipa Layan <i>Hydrant</i> (inch)	Pipa Distribusi <i>Hydrant</i> (inch)
1	3	4
2	3	4
3	3	4
4	3	4
5	3	4
6	3	4
7	3	4
8	3	4
9	3	4
10	3	4
11	3	4
12	3	4
13	3	4

(Sumber : Dokumen Pribadi, 2026)

Perhitungan Sistem *Sprinkler Existing*

Dalam perhitungan *sprinkler* perlu menentukan terlebih dahulu klasifikasi bahaya kebakaran pada bangunan. Pada Gedung Ibrahim Tower RS. Roemani Muhammadiyah Semarang memiliki klasifikasi bahaya kebakaran Tingkat ringan jika mengacu pada NFPA-13, pada perhitungan kebutuhan *sprinkler* desain *existing* menggunakan metode rekapitulasi gambar *existing*.

Tabel 6. Rekap Dimensi Pipa Sprinkler Lantai 1 s/d Lantai 13

L 1	L 2	L 3	L 4	L 5	L 6	L 7	L 8	L 9	L 10	L 11	L 12	L 13
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
65	65	80	80	65	65	80	80	65	65	65	65	80
50	50	65	65	50	50	65	65	50	50	50	50	65
40	40	50	50	32	32	50	50	32	32	32	40	50
25	25	40	40	25	25	40	40	25	25	25	32	40
		32	32			25	25				25	25
		25	25									

(Sumber : Dokumen Pribadi, 2026)

Perhitungan Sistem Air bersih Desain Alternatif**Perhitungan Kebutuhan Air Penghuni****Tabel 7.** Rekap Perhitungan Kebutuhan Air Penghuni Lantai 1-13

Lantai	Luas Bangunan (m ²)	Luas Efektif Bangunan (m ²)	Jumlah Penghuni (orang)	Kebutuhan Air (liter)
1	573,8	275,42	35	4.200
2	573,8	275,42	35	4.200
3	573,8	275,42	35	4.200

4	573,8	275,42	35	4.200
5	573,8	275,42	35	4.200
6	573,8	275,42	35	4.200
7	573,8	275,42	35	4.200
8	573,8	275,42	35	4.200
9	573,8	275,42	35	4.200
10	573,8	275,42	35	4.200
11	573,8	275,42	35	4.200
12	573,8	275,42	35	4.200
13	573,8	275,42	35	4.200

(Sumber : Dokumen Pribadi, 2026)

Hasil dari perhitungan kebutuhan air penghuni desain alternatif pada Gedung Ibrahim Tower RS. Roemani Muhammadiyah Semarang dari lantai 1 sampai dengan lantai 13 adalah sebagai berikut :

- Kebutuhan air penghuni rata-rata setiap lantai Adalah 4.200 liter.
- Kebutuhan total air penghuni padalantai 1-13 adalah 54.600 liter.

Tabel 8. Rekap Volume Penggunaan Air Berdasarkan UBAP

Rekap Nama dan Volume Penggunaan Air Rata-Rata Per Jam Berdasarkan Unit Beban Alat Plumbing								
Lantai	Kloset (tangki gelantor)	Kloset (katup gelantor)	Bak Cuci Pel	Bak Cuci Bersama	Sink dengan keran 20 mm	Lavator y	Bak Cuci Tangan, Untuk Kamar Operasi	Shower
1	64	0	0	0	300	30	0	0
2	32	0	0	0	0	20	80	0
3	144	60	0	30	225	110	80	0
4	80	0	45	60	75	40	0	30
5	80	0	45	0	150	120	0	30
6	64	0	0	120	150	100	0	0
7	128	0	45	30	150	110	0	30
8	80	60	45	0	75	40	0	30
9	64	60	0	30	75	50	0	90
10	176	60	0	30	75	120	0	300
11	176	60	0	30	75	120	0	300
12	144	60	0	30	225	100	0	240
13	80	0	45	0	0	30	0	30
Total	1312	360	225	360	1575	990	160	1080

(Sumber : Dokumen Pribadi, 2026)

Tabel 9. Rekap Kecepatan Rata-Rata Aliran

Lantai	Kecepatan Rata-Rata Aliran Per Diameter (m/detik)					
	63	50	40	32	25	20
Lantai 13	-	0,0183	0,0229	0,0286	0,0366	0,0457
Lantai 12	-	0,0188	0,0235	0,0293	0,0376	0,0470
Lantai 11	0,0165	0,0208	0,0260	0,0325	0,0416	0,0520
Lantai 10	-	0,0199	0,0249	0,0311	0,0398	0,0498
Lantai 9	-	0,0184	0,0230	0,0287	0,0368	0,0460
Lantai 8	-	0,0167	0,0209	-	0,0334	0,0417
Lantai 7	0,0137	0,0173	0,0270	0,0270	0,0346	0,0432
Lantai 6	-	-	0,0206	0,0258	0,0330	0,0413
Lantai 5	-	0,0165	0,0207	0,0259	0,0331	0,0414
Lantai 4	-	-	0,0206	0,0257	0,0329	0,0411
Lantai 3	0,0173	0,0218	0,0273	0,0341	0,0437	0,0546
Lantai 2	-	-	0,0203	0,0254	0,0326	0,0407
Lantai 1	-	-	0,0196	0,0245	0,0313	0,0391
Total Kecepatan Rata-Rata (m/detik)	0,0159	0,0187	0,0229	0,0282	0,0359	0,0449

(Sumber : Dokumen Pribadi, 2026)

Perhitungan Sistem *Hydrant* Desain Alternatif

Data Perencanaan Lantai 1-13

- Luas Bangunan = 573,8 m²
- Laju Aliran (Q) = 400 liter/menit
- Waktu (T) = 30 Menit

Hasil dari perhitungan *head loss mayor* dan *head loss minor* pada desain alternatif sistem air bersih Gedung Ibrahim Tower RS. Roemani Muhammadiyah Semarang adalah sebagai berikut :

Hasil perhitungan *head loss mayor* dan *head loss minor* didapatkan pada desain alternatif sistem *hydrant* Gedung Ibrahim Tower RS. Reoamni Muhammadiyah Semarang lantai 1-13 memiliki nilai yang berbeda-beda yang dimana dipengaruhi dari berbagai faktor seperti panjang pipa, diameter pipa, diameter aksesoris, kecepatan aliran rata-rata air, kekasaran relatif bahan, dan nilai gravitasi, hasil dari perhitungan *head loss mayor* dan *head loss minor*. Pada hasil rekapitulasi nilai bilangan Reynold dan kekasaran relatif bahan *head loss mayor* didapatkan aliran yang terjadi pada pipa *hydrant* adalah aliran Turbulen.

Tabel 10. Rekap Head Loss Hydrant Lantai 1-13

Lantai	Diameter (inch)	Panjang Pipa (m)	Head Loss Mayor (m)
Lantai 1	4	4,7	12,28428
	2	24,15	7,27871
Lantai 2	4	4,5	11,76154
	2	24,15	7,27871
Lantai 3	4	4,5	11,76154

	2	24,15	7,27871
Lantai 4	4	4,5	11,76154
	2	24,15	7,27871
Lantai 5	4	4,5	11,76154
	2	24,15	7,27871
Lantai 6	4	4,5	11,76154
	2	24,15	7,27871
Lantai 7	4	4,5	11,76154
	2	24,15	7,27871
Lantai 8	4	4,5	11,76154
	2	24,15	7,27871
Lantai 9	4	4,5	11,76154
	2	24,15	7,27871
Lantai 10	4	4,5	11,76154
	2	24,15	7,27871
Lantai 11	4	4,5	11,76154
	2	24,15	7,27871
Lantai 12	4	4,5	11,76154
	2	24,15	7,27871
Lantai 13	4	4,5	11,76154
	2	24,15	7,27871

(Sumber : Dokumen Pribadi, 2026)

Tabel 11. Rekap Head Loss Minor Hydrant Lantai 1-13

Lantai	Diameter (inch)	Panjang Pipa (m)	Head Loss Minor (m)
Lantai 1	4	4,7	33,98900
	2	24,15	61,70100
Lantai 2	4	4,5	33,98900
	2	24,15	61,70100
Lantai 3	4	4,5	33,98900
	2	24,15	61,70100
Lantai 4	4	4,5	33,98900
	2	24,15	61,70100
Lantai 5	4	4,5	33,98900
	2	24,15	61,70100
Lantai 6	4	4,5	33,98900
	2	24,15	61,70100
Lantai 7	4	4,5	33,98900
	2	24,15	61,70100
Lantai 8	4	4,5	33,98900

	2	24,15	61,70100
Lantai 9	4	4,5	33,98900
	2	24,15	61,70100
Lantai 10	4	4,5	33,98900
	2	24,15	61,70100
Lantai 11	4	4,5	33,98900
	2	24,15	61,70100
Lantai 12	4	4,5	33,98900
	2	24,15	61,70100
Lantai 13	4	4,5	33,98900
	2	24,15	61,70100

(Sumber : Dokumen Pribadi, 2026)

Tabel 4. 12 Rekap Bilangan Reynold dan Kekasaran Relatif Bahan

Diameter Pipa (inch)	Bilangan Reynold	Kekasaran Relatif Bahan	Faktor Gesek
2	201.787,49	0,00098	0,07510
4	403.574,97	0,00492	0,32563

(Sumber : Dokumen Pribadi, 2026)

Perhitungan Sistem *Sprinkler* Desain Alternatif

Data Perencanaan Lantai 1-13

- Jarak Maksimum per *Head Sprinkler* = 4,6 m
- Luas Cakupan per *Head Sprinkler* = 20 m²
- Luas Area

Pada perhitungan kebutuhan *sprinkler* pada desain alternatif Gedung Ibrahim Tower RS. Roemani Muhammadiyah Semarang, sebagai contoh pada *lobby* lantai 1 Gedung Ibrahim Tower RS. Roemani Muhammadiyah Semarang.

Tabel 4. 13 Rekap Jumlah *Sprinkler* Lantai 1-13

No.	Lantai & Deskripsi	Luasan (m ²)	Luasan Efektif (m ²)	Jumlah <i>Sprinkler</i> di Bulatkan
1	Lantai 1	436	119	27
2	Lantai 2	506	190,4	21
3	Lantai 3	471	261,8	35
4	Lantai 4	504	261,8	40
5	Lantai 5	507	202,3	28
6	Lantai 6	506	178,5	32
7	Lantai 7	507	190,4	33
8	Lantai 8	549	166,6	30
9	Lantai 9	511	119	22
10	Lantai 10	480	202,3	24
11	Lantai 11	480	202,3	24
12	Lantai 12	491	178,5	24

13	Lantai 13	330	107,1	32
----	-----------	-----	-------	----

(sumber : Dokumen Pribadi, 2026)

Kesimpulan

Penelitian ini memiliki tujuan membandingkan antara desain *existing* dengan desain alternatif pada sistem air bersih dan sistem pemadam kebakaran pada Gedung Ibrahim Tower RS. Roemani Muhammadiyah Semarang, berdasarkan hasil analisa hasil perbandingan antara desain *existing* dan desain alternatif sistem *plumbing* air bersih dan sistem pemadam kebakaran

1. Sistem *plumbing* air bersih

- Desain existing

- Tidak terdapat perhitungan : kebutuhan air penghuni, kebutuhan air penginap, dan kebutuhan air pengunjung, debit kebutuhan air, jam puncak dan *head loss mayor* atau kerugian akibat gesek pada pipa tegak, dan *head loss minor* atau kerugian gesek akibat belokan atau aksesoris pipa.
- Perhitungan total penggunaan air Berdasarkan Unit Beban Alat *Plumbing* didapatkan 5.894 liter/jam dan Perhitungan dimensi pipa dilakukan dengan metode rekapitulasi dimana rata-rata pipa yang digunakan berdiameter 50 mm, 32 mm, 25 mm, dan 20 mm.

- Desain alternatif

- Hasil perhitungan : kebutuhan total air untuk penghuni pada lantai 1-13 sebesar 54.600 liter/hari, kebutuhan air rata-rata untuk penginap pada lantai 1-13 sebesar 57.500 liter/hari, dan kebutuhan total air pengunjung sebesar 3.360 liter/hari.
- Hasil perhitungan pemakaian air rata-rata perjam didapatkan sebesar 17.319 liter/jam, dan pada jam puncak pemakaian air sebesar 34.638 liter/jam, dimana jika di konversi ke menit sebesar 866 liter/menit.
- Hasil dari perhitungan penggunaan air total berdasarkan unit beban alat *plumbing* sebesar 6.062 liter/jam, dimana ada peningkatan penggunaan air dikarenakan adanya penambahan alat *plumbing* pada lantai 2, lantai 9 dan lantai 12.
- Hasil perhitungan dimensi pipa dilakukan dengan menggunakan rumus persamaan Hazzen-William dimana didapatkan pipa dengan diameter 63 mm, 50 mm, 40 mm, 32 mm, 25 mm, dan 20 mm. Pipa yang digunakan merupakan pipa PPR atau termasuk kedalam golongan pipa PVC.
- Hasil perhitungan : *head loss mayor* rata-rata didapatkan sebesar 0,21210 m, *head loss minor* rata-rata sebesar 0,02408 m, *head loss* total sebesar 0,04529 m.
- Nilai perhitungan *head loss* perlu sangat di perhatikan dikarenakan dapat mempengaruhi umur pemakaian pipa, dimana jika nilai *head loss* terlalu besar maka akan terjadi penurunan tekanan, jika nilai *head loss* terlalu kecil dapat memperpendek umur pemakaian pipa karena dapat terdapat faktor kekasaran permukaan pipa.

2. Sistem pemadam kebakaran aktif *hydrat*

- Desain existing

- Tidak terdapat perhitungan : kebutuhan air *hydrant*, *head loss mayor* atau kerugian gesek pipa tegak, dan *head loss minor* kerugian gesek akibat belokan atau aksesoris pada pipa.

- b. Perhitungan dimensi pipa menggunakan metode rekapitulasi berdasarkan gambar desain *existing*.
- Desain alterbatif
 - a. Hasil perhitungan kebutuhan air *hydrant* pada lantai 1-13 sebesar 12.000 liter/menit selama 30 menit dengan laju aliran rata-rata pada setiap lantai sebesar 400 liter/menit. Kebutuhan total air *hydrant* sebesar 156.000 liter/menit.
 - b. Hasil perhitungan dimensi : pipa distribusi *hydrant* dimana dengan laju aliran 0,0067 m³/detik sebesar 4 inch, pipa layan *hydrant* dengan laju aliran yang sama 0,0067 m³/detik sebesar 2 inch, dan pipa yang digunakan sesuai aturan ASTM A53 (*Black Steel Schedule 40*).
 - c. Hasil perhitungan : *head loss mayor* rata-rata pada lantai 1-13 sebesar 9,54023 m, *head loss minor* rata-rata pada lantai 1-13 sebesar 47,84500 m, *head loss* total sebesar 57,38523 m.
 - d. Hasil perhitungan *head loss hydrant* terlihat sangat besar dikarenakan pipa yang digunakan berbeda kekasaran bahan pipa *Black Steel Sch 40* sebesar 0,00098 untuk pipa diameter 2 inch, sedangkan pada pipa diameter 4 inch sebesar 0,00492.
 - e. Serupan dengan sistem air bersih nilai perhitungan *head loss* perlu sangat di perhatikan dikarenakan dapat mempengaruhi umur pemakaian pipa, dimana jika nilai *head loss* terlalu besar maka akan terjadi penurunan tekanan, jika nilai *head loss* terlalu kecil dapat memper- pendek umur pemakaian pipa karena dapat terdapat faktor kekasaran permukaan pipa.
- 3. Sistem pemadam kebakaran aktif *sprinkler*
 - Desain existing
 - a. Perhitungan : kebutuhan *sprinkler* menggunakan metode rekapitulasi berdasarkan gambar desain *existing*, dimensi pipa *sprinkler* menggunakan metode rekapitulasi berdasarkan gambar desain *existing*, dimana diameter pipa yang di dapat adalah 100 mm, 80 mm, 65 mm, 50 mm, 40 mm, dan 25 mm.
 - b. Tidak terdapat perhitungan : kebutuhan air *sprinkler*, *head loss mayor* atau kerugian gesek pipa tegak, dan *head loss minor* kerugian gesek akibat belokan atau aksesoris pada pipa.
 - Desain alterbatif
 - a. Hasil perhitungan total kebutuhan *sprinkler* didapatkan sebanyak 520 *head sprinkler*. Kebutuhan pada lantai 1-13 tentunya berbeda-beda karena ada beberapa nilai faktor yang mempengaruhi seperti luas area, dan jarak pemasangan antar *head sprinkler*.
 - b. Hasil perhitungan dimensi pipa dengan berdasar pada jumlah *head sprinkler* dan jalur yang dilalui, serta mengacu pada NFPA-13, diameter pipa yang di dapat sebesar 100 mm, 80 mm, 65 mm, 50 mm, 40 mm, 32 mm, dan 25 mm. Jika mengacu pada NFPA-13 pipa yang digunakan dengan standar ASTM A53 *Black Steel schedule 40*.
 - c. Hasil perhitungan kebutuhan air *sprinkler* didapatkan sebesar 50.400 m³/detik pada setiap lantainya, untuk kebutuhan total air *sprinkler* lantai 1-13 sebesar 655.200 m³/detik. Kebutuhan air ini tidak terlepas dari jumlah *sprinkler* pada setiap lantainya, serta beberapa nilai faktor seperti *density* atau kepadatan pancaran.

- d. Hasil perhitungan : *head loss mayor* rata-rata didapat sebesar 0,41616 m, *head loss mayor* rata-rata didapat sebesar 0,37827 m, *head loss* total didapatkan sebesar 0,794429 m.
 - e. Perhitungan *head loss sprinkler* terlihat sangat besar karena dipengaruhi oleh pipa yang digunakan yaitu pipa *Black Steel Sch 40* dimana nilai relatif kekearsaan bahan pipa tersebut lebih kecil dari pada pipa PPR atau PVC, dimana semakin kecil nilai relatif kesaran bahan makan semakin kasar permukaan pada pipa tersebut.
4. Secara perhitungan dapat disimpulkan hasil dari perbandingan desain *existing* dengan desain alternatif, dimana desain alternatif lebih efesien dimana ada nya pengecilan diameter pipa pada sistem *plumbing* dan sistem pemadam kebakaran aktif yang dimana dapat mengurangi biaya bahan material pada pekerjaan tersebut.

Daftar Pustaka

- Abdul Rahman, Et Al. 2022, Metode Penelitian Ilmu Sosial. Diakses pada 25 April 2026 dari https://books.google.co.id/books/about/Metode_Penelitian_Ilmu_Sosial.html?id=frjeqaaqbaj&redir_esc=y.
- Adela, Et Al. 2023, “Analisis Kebutuhan Air Bersih Pada Hotel Grandhika Pemuda Semarang.” Diakses pada 31 Maret 2026 dari https://Jurnal.Polines.Ac.Id/Index.Php/Bangun_Rekaprima/Article/View/4466/108559.
- Ajalial. 2022, “Analisis Kebutuhan Air Bersih Pada Gedung Puskesmas.” Diakses pada 10 Maret 2026 dari <https://repository.ummat.ac.id/7610/>.
- Alwi. 2024, Standar Aturan Instalasi Plumbing Air Kotor. Diakses pada 8 Maret 2026 dari <https://Ishakoktasagita.Com/Blog/Teknik-Engineering/Regulasi-Instalasi-Plumbing-Air-Kotor/>.
- Anonim. 2025, “*National Fire Protection Assosiation*.” Diakses pada 6 April 2026 dari <https://Www.Nfpa.Org/En>.
- Anonim. 2023, Peraturan Menteri Kesehatan No. 2. Diakses pada 8 Maret 2026 dari <https://Peraturan.Bpk.Go.Id/Details/245563/Permenkes-No-2-Tahun>.
- Anonim. 2019, Peraturan Menteri Kesehatan No. 7. Diakses pada 9 Maret 2026 dari <https://Peraturan.Bpk.Go.Id/Details/111721/Permenkes-No-7-Tahun-2019>.
- Anonim. 2016, Peraturan Meteri Kesehatan No. 48. Diakses pada 8 Maret 2026 dari <https://Peraturan.Bpk.Go.Id/Details/113097/Permenkes-No-48-Tahun-2016>.
- Anonim. 2000, Sni-03-1735-2000 Tentang Tata Cara Perencanaan Akses Bangunan Dan Akses Lingkungan. Diakses pada 31 Maret 2026 dari <https://Www.Endlessafe.Com/Wp-Content/Uploads/2022/03/Sni-03-1735-2000.Pdf>.
- Anonim. 2000, Sni-03-1745-2000 Tentang Tata Cara Perencanaan Akses Bangunan Dan Akses Lingkungan Untuk Pencegahan Bahaya Kebakaran Pada Bangunan Gedung. Diakses pada 31 Maret 2026 dari https://Katigaku.Top/Wp-Content/Uploads/2016/03/Sni_Pipa_1745_2000.Pdf.
- Anonim. 2015, Sni-8153-2015 Tentang Sistem Plambing Pada Bangunan Gedung. Diakses pada 10 Maret 2026 dari

- <https://Archive.Org/Details/Sni81532015sistemplumbingpadabangunangedung/Mo de/2up>.
- Anonim. 2009, Undang-Undang Republik Indonesia No. 44. Diakses pada 1 April 2026 dari <https://Peraturan.Bpk.Go.Id/Details/38789/Uu-No-44-Tahun-2009>.
- Asep Andang. 2025, “Sistem Utilitas Bangunan Mekanikal Elektrikal.” Diakses pada 2 April 2026 dari https://Www.Google.Co.Id/Books/Edition/Sistem_Utilitas_Bangunan_Mekanikal_Elekt/Yicieqaaqbaj?Hl=Id&Gbpv=0.
- Ashari, Et Al. 2024, Pengantar Ilmu Arsitektur. Diakses pada 8 Maret 2026 dari https://Www.Google.Co.Id/Books/Edition/Pengantar_Ilmu_Arsitektur/Qemoeqaaqbaj?Hl=Ban&Gbpv=0.
- Bambang Dan H. R. Ricky. 2022, Metodologi Penelitian Kuantitatif. Diakses pada 24 April 2026 dari https://books.google.co.id/books/about/Metodologi_Penelitian_Kuantitatif.html?id=M7NNEQAAQBAJ&redir_esc=y.
- Barli Arsitektur. 2024, Sistem Mep (Mekanikal Elektrikal Plumbing) Pada Bangunan Tinggi. Diakses pada 8 Maret 2026 dari https://Www.Google.Co.Id/Books/Edition/Sistem_Mep_Mekanikal_Elektrikal_Plumbing/W_Cyeqaaqbaj?Hl=Ban&Gbpv=0.
- Dewi Ratnasari. 2020, “Analisa Kebutuhan Air Bersih Rumah Sakit Umum Daerah.” Diakses pada 3 Maret 2026 dari <https://Repository.Ummat.Ac.Id/691/1/Cover-Bab%20iii.Pdf>.
- Dita. 2021, Analisis Data Adalah: Mengenal Pengertian, Jenis, Dan Prosedur Analisis Data. Diakses pada 25 April 2026 dari <https://Dqlab.Id/Analisis-Data-Adalah-Mengenal-Pengertian-Jenis-Dan-Prosedur-Analisis-Data>.
- Dr. Arleiny, Et Al. 2024, Panduan Praktis Menggunakan Pemadam Kebakaran Untuk Kapal Nelayan. Diakses pada 6 April 2026 dari https://Books.Google.Co.Id/Books?Id=Wc0beqaaqbaj&Newbks=0&Printsec=Frontcover&Pg=Pa39&Dq=Hydrant+Adalah&Hl=Ban&Source=Newbks_Fb&Redir_Esc=Y#V=Onepage&Q=Hydrant%20adalah&F=False.
- Galih Endradita. 2022, Pengelolaan Prasarana Rumah Sakit Dari Aspek Keselamatan Dan Kesehatan Kerja. Diakses pada 9 Maret 2026 dari <https://Galihendradita.Wordpress.Com/2022/08/05/Pengelolaan-Prasarana-Rumah-Sakit-Dari-Aspek-Keselamatan-Dan-Kesehatan-Kerja%Ef%Bf%Bc/>.
- Gifa. 2022, Pengertian Data Sekunder Hingga Contohnya. Diakses pada 25 April 2026 dari <https://Dqlab.Id/Pengertian-Data-Sekunder-Hingga-Contohnya>.
- Hanif. Perbedaan Shop Drawing Dan As Built Drawing. 2020. Diakses pada 16 April 2026 dari <https://Eticon.Co.Id/Shop-Drawing-Dan-As-Built-Drawing/>.
- Indonesia, Taman Sains. 2023, Perbedaan Literature Review, Kajian Pustaka, Penelitian Terdahulu, Dan Istilah Penting Lainnya Dalam Bab 2 Penelitian. Diakses pada 26 April 2026 dari <https://Tamansains.Id/Perbedaan-Istilah-Dalam-Bab2/>.
- Iqbal. Et Al 2024, “Perancangan Dan Penempatan Alat Pemadam Kebakaran Jenis Sprinkler.” Diakses pada 8 April 2026 dari https://Www.Researchgate.Net/Publication/382646133_Perancangan_Dan_Penempatan_Alut_Pemadam_Kebakaran_Jenis_Sprinkler.

- Irika Widiyanti. 2021, Pemeliharaan Dan Perawatan Gedung Muhammad Syaifei. Diakses pada 8 Maret 2026 dari https://www.google.co.id/books/edition/Pemeliharaan_Dan_Perawatan_Gedung_Muhamm/Pthceaaqbaj?hl=Ban&gbpv=1&dq=Sistem+Plumbing+Adalah&pg=Pa17&printsec=Frontcover.
- Lathifah. 2021, Panduan Keselamatan Saat Kebakaran. Diakses pada 6 April 2026 dari https://books.google.co.id/books?id=8yf_Eaaqbaj&newbks=0&printsec=Frontcover&pg=Pa30&dq=Sarana+Proteksi+Kebakaran+Aktif&hl=Ban&source=newbks_fb&redir_esc=y#v=onepage&q=sarana%20proteksi%20kebakaran%20aktif&f=false.
- Luqman. 2026, Penelitian Terdahulu: Tabel, Cara Membuat Dan Contoh. Diakses pada 26 April 2026 dari <https://deepublishstore.com/blog/penelitian-skripsi/penelitian-terdahulu/>.
- M. Rafianza, Razul Dan Bambang. 2024, Analisis Perencanaan Sistem Hydrant Pada Gudang.” Diakses pada 7 April 2026 dari <https://journal.istn.ac.id/index.php/presisi/article/view/1991>.
- M. Toto Apriatna. 2020, “Analisa Kebutuhan Air Bersih Dan Limbah Di Rumah Sakit.” Diakses pada 10 Maret 2026 dari <https://repository.ummat.ac.id/5960/1/01%20cover-Bab%20iii.pdf>.
- Mansur. 2022, “Analisis Kebutuhan Air Bersih Di Desa Santigi Kecamatan Tolitoli Utara Kabupaten Tolitoli.” Diakses pada 8 Maret 2026 dari <https://media.neliti.com/media/publications/470217-None-62a1757e.pdf>.
- Marsudi Dan Gusti Rusydi. 2018, “Perencanaan Sistem Mekanikal Elektrikal Dan Plumbing (MEP).” Diakses pada 6 April 2026 dari <https://media.neliti.com/media/publications/270983-perencanaan-sistem-mekanikal-elektrikal-7c38f072.pdf>
- Muhd Shabri, Anindito Dan Lina. 2021, “Perencanaan Sistem Plumbing Air Bersih Gedung.” Diakses pada 31 Maret 2026 dari <https://ejurnal.itenas.ac.id/index.php/lingkungan/article/view/3921/2320>.
- Mujahid, Fadhly. 2021, “Pengaruh Head Losses Mayor Dan Minor Pada Sistem.” Diakses pada 4 April 2026 dari <https://jurnalmahasiswa.umsu.ac.id/index.php/jimt/article/download/703/pdf>.