



Terbit online pada laman web jurnal :<http://jurnaldampak.ft.unand.ac.id/>

Jurnal Dampak

| ISSN (Print) 1829-6084 |ISSN (Online) 2597-5129|



Artikel Perancangan

Perencanaan Sistem Plumbing Air Bersih Gedung Rusunawa Mahasiswa Universitas Andalas

Puti Sri Komala, Suarni S. Abuzar, Purnama Mentari Dewi

Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Andalas

ARTICLE INFORMATION

Received: 22 Juli 2017
Revised: 10 Agustus 2017
Available online: 31 Januari 2018

KEYWORD

SNI 03-7065-2005
Rusunawa of Andalas University
Gravity flow and booster pump
Hydrant and sprinkler

CORRESPONDENCE

Phone: -
E-mail: putisrikomala@eng.unand.ac.id

A B S T R A C T

Design of water supply and fire protection system in a low income five storey apartment of Andalas University has been conducted based on Indonesian National Standard (SNI) regulation No.03-7065-2005, that the building which has more than 500 inhabitants or more than 1.500 visitors, should prepare plumbing system design. The University of Andalas Student Rental Building is a residential building of five floors. In this water supply plan the water source is supplied from the Unand's water treatment plant. The water supply system uses a roof tank system with a combination of gravity flow and booster pump. The water supply tank consists of the bottom tank and the upper tank with capacities of 74 m³ dan 4,5 m³, respectively. The booster pump meets the critical pressure on the 3rd floor up to the 5th floor with 5,44 m head. Class II fire prevention systems use hydrant and sprinkler systems with automatic wet-type upright pipes. The distribution pipes use PVC pipes (1/2 - 1 1/4) inches, while the hydrants and sprinkler pipes use Black Steel (1-4) inch pipe.

PENDAHULUAN

Universitas Andalas terus melaksanakan pembangunan yang berkelanjutan dalam rangka untuk mendukung kegiatan mahasiswa dan meningkatkan fasilitas kampus. Salah satu fasilitas yang terus ditingkatkan oleh pihak kampus yaitu gedung asrama Universitas Andalas yang diperuntukkan bagi mahasiswa baru selama satu tahun pertamanya.

Melalui Kementerian Pekerjaan Umum, pada tahun 2014 Universitas Andalas mendapat bantuan berupa pembangunan satu unit twin block asrama. Gedung asrama baru Universitas Andalas yang diberi nama "Rusunawa Mahasiswa Universitas Andalas" ini dibangun setinggi 5 lantai pada lahan seluas ± 1.410 m² untuk kapasitas lebih dari 500 orang. Gedung asrama ini dibangun dengan berbagai fasilitas yang memadai diantaranya yaitu kamar asrama, difable room, dan ruang publik. Salah satu fasilitas yang harus ada dalam pembangunan gedung rusunawa ini yaitu sistem plumbing yang baik.

Menurut SNI 03-7065-2005, perencanaan sebuah gedung yang mempunyai jumlah penghuni lebih dari 500 orang atau jumlah pengunjung lebih dari 1.500 orang harus mempunyai perancangan sistem plumbing. Berdasarkan hal tersebut, dalam perancangan ini direncanakan sistem plumbing air bersih untuk menunjang kelancaran aktivitas penghuni maupun pengunjung Gedung Rusunawa Mahasiswa Unand

METODOLOGI

Sistem plumbing air bersih yang direncanakan mengacu kepada buku referensi plumbing, peraturan-peraturan mengenai sistem plumbing pada gedung tentang air bersih maupun pencegahan kebakaran seperti SNI 8153-2015, SNI 03-1745-2000, SNI 03-6481-2000, SNI 03-3989-2000, SNI 03-7065-2005 dan Kepmen PU Nomor 10/2000.

Data sekunder yang diperlukan untuk perencanaan diantaranya adalah gambar denah, fasilitas gedung, data sumber air bersih serta data lain yang terkait dengan proyek.

Peletakan alat plambing disesuaikan dengan denah rencana sistem air bersih gedung. Kemudian ditentukan jalur perpipaan berdasarkan unit beban alat plambing. Diameter serta *headloss* dihitung menggunakan persamaan 1. Hazen Williams (Morimura dan Noerbambang, 2000)

$$Q = 0,2785 C d^{2,63} S^{0,54} \dots\dots\dots(1)$$

Dimana:

- Q = Laju aliran (l/menit)
- H = *Headloss* (m)
- L = Panjang pipa (m)
- C = Koefisien kekasaran pipa
- d = Diameter pipa (m)

Perhitungan *headloss* ini digunakan untuk menentukan tinggi tangki atas. *Headloss* kritis dihitung berdasarkan *headloss* terbesar yang dapat berasal dari jalur terpanjang atau jumlah alat plambing terbanyak.

Pada perancangan sistem pencegahan kebakaran menggunakan sistem sprinkler otomatis diperlukan

klasifikasi gedung berdasarkan sifat huniannya. Berdasarkan SNI 03-3989-2000 Gedung Rusunawa Mahasiswa Unand termasuk kategori kelas II yaitu kelompok hunian bahaya kebakaran ringan. Perancangan pipa tegak, slang kebakaran, perletakan dan jumlah kotak hidran serta sistem *sprinkler* mengacu pada SNI 03-3989-2000.

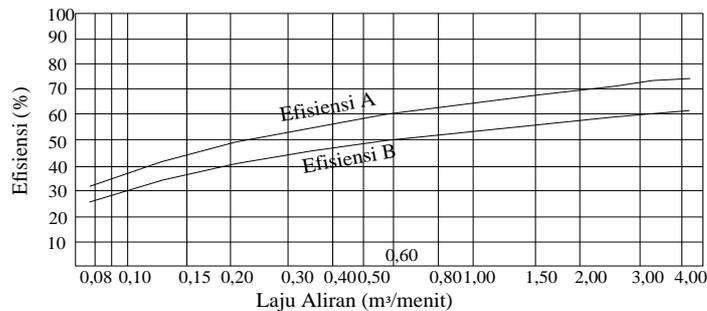
Fasilitas pompa dibutuhkan baik untuk perpipaan air bersih maupun dalam sistem pencegahan kebakaran. *Head* pompa yang dibutuhkan ditentukan berdasarkan **persamaan 2**. Daya poros pompa dapat ditentukan dengan **persamaan 3** (Sularso dan Tahara, 1983).

$$Head\ Pompa\ (H) = H_a + H_{fsd} + v^2/2g + \text{tekanan sisa minimum} \dots(2)$$

dimana:

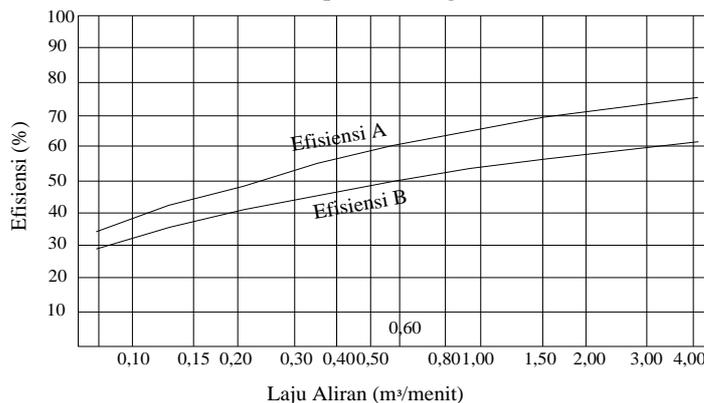
- H = Tinggi angkat total (m)
- H_a = Tinggi potensial (m)
- H_{fsd} = Kerugian gesek dalam pipa hisap dan pipa tekan (m)
- V²/2g = Tekanan kecepatan aliran ke luar pipa (m)
- H_s = Tinggi hisap (m)
- H_d = Tinggi tekan (m)

$$N_p = \frac{0,163 \times Q \times H \times \gamma}{\eta_p} \dots\dots\dots(3)$$



Laju Aliran (m³/menit)	0,08	0,1	0,15	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0
Efisiensi A (%)	32	37	44	48	53,5	57	59	60,5	63,5	65,5	68,5	70,5	73	74
Efisiensi B (%)	26,3	30,3	36,2	39,4	43,9	46,7	48,4	49,6	52,1	53,7	56,2	57,8	59,9	60,7

(a) Efisiensi Pompa Sentrifugal Ukuran Kecil



Laju Aliran (m³/menit)	0,08	0,1	0,15	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0
Efisiensi A (%)	35	39	45	48,5	53,5	57	59	60,5	63,5	65,5	68,5	70,5	73	74
Efisiensi B (%)	28,7	32	36,9	39,8	43,9	46,7	48,4	49,6	52,1	53,7	56,2	57,8	59,9	60,7

(b) Efisiensi Pompa Sentrifugal Ukuran Kecil, Bertingkat Banyak

Gambar 1. Efisiensi Pompa Sentrifugal
 Sumber: Morimura dan Noerbambang, 2000

dimana:

- N_p = Daya poros pompa (kW)
 Q = Kapasitas pompa (m^3 /menit)
 H = Tinggi angkat total (m)
 γ = Berat spesifik (kg/liter)
 η_p = Efisiensi pompa

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gedung Rusunawa Mahasiswa Universitas Andalas terdiri dari 5 lantai yang dilengkapi dengan fasilitas kantin, ruang bersama, dan kamar asrama. yang berfungsi sebagai kamar untuk para penyandang cacat atau keterbatasan fisik. Masing-masing difable room dilengkapi dengan toilet pribadi.

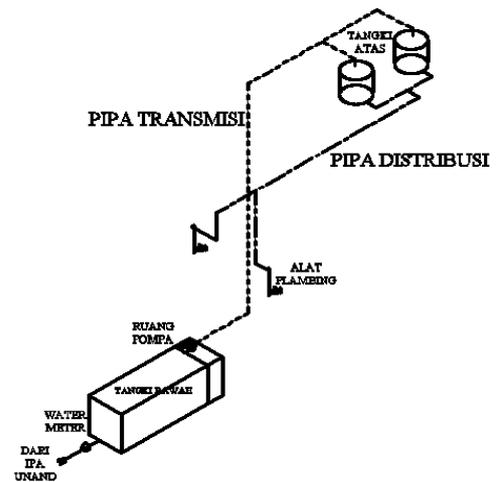
Lantai 2 sampai dengan lantai 5 merupakan lantai tipikal yang berfungsi sebagai kamar mahasiswa. Tiap lantai terdiri atas 23 kamar yang masing-masingnya dilengkapi dengan toilet pribadi. Seluruh lantai dilengkapi dengan toilet umum, dapur umum serta janitor sebagai fasilitas yang dapat dimanfaatkan bersama. Terdapat 12 shaft (shaft A sampai shaft L), sebagai ruang perpipaan yang masing-masingnya melayani 2 unit toilet.

Sumber air bersih gedung Rusunawa Unand berasal dari Instalasi Pengolahan Air (IPA Unand). Sistem penyediaan air bersih gedung Rusunawa Unand ini menggunakan sistem tangki atap. Air dari sumber ditampung terlebih dahulu di tangki bawah, selanjutnya dipompakan menuju tangki atas. Perpipaan air bersih dipasang pada plafon, agar mudah dilakukan pemeriksaan/ perbaikan jika terjadi kerusakan.

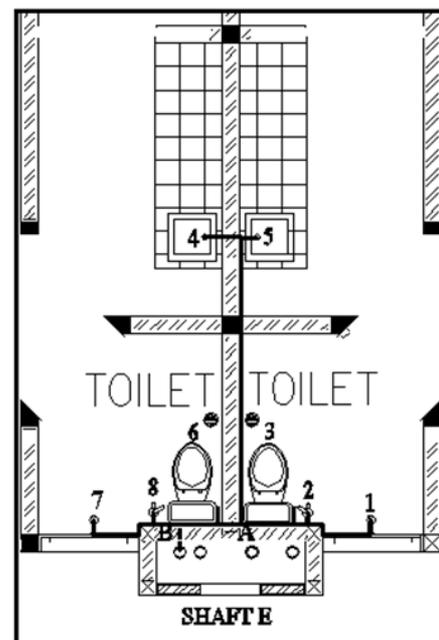
Untuk memompakan air dari tangki bawah ke tangki atas digunakan dua unit pompa sentrifugal secara bergantian. Pengaliran dilakukan secara gravitasi, namun jika tekanan tidak mencukupi dapat digunakan pompa booster (Steele, 1975). Secara skematis rancangan sistem penyediaan air bersih dapat dilihat pada Gambar 2.

Sumber air yang berasal dari IPA Unand dengan debit 52,6 liter/menit dialirkan ke tangki bawah menggunakan pipa jenis GIP diameter $1\frac{1}{2}$ inci. Penggunaan pipa GIP ini karena tahan terhadap tekanan dan relatif aman jika diletakkan di bawah tanah (Wentz, 1997). Pipa transmisi dengan diameter 2 inci mengalirkan air dari tangki bawah ke tangki atas menggunakan pompa dengan debit 112,4 l/menit. Kemudian air dialirkan secara gravitasi ke lantai 1 dan 2. Oleh karena tekanan melalui pengaliran gravitasi ke lantai 3 sampai 5 tidak mencukupi, maka digunakan pompa booster. Pipa distribusi yang digunakan yaitu pipa PVC diameter $\frac{1}{2}$ "- $1\frac{1}{4}$ " untuk mengalirkan air dari tangki atas ke seluruh alat plambing pada masing-masing lantai. Skema dan isometri perpipaan air bersih dapat dilihat pada Gambar 3 dan Gambar 4.

Hasil perhitungan diameter pipa mendatar air bersih untuk tipikal lantai 1 shaft E dapat dilihat pada Tabel 1, sedangkan hasil perhitungan diameter pipa tegak air bersih lantai 1 shaft E dapat dilihat pada Tabel 2.



Gambar 2. Skema Perpipaan Air Bersih



Keterangan:

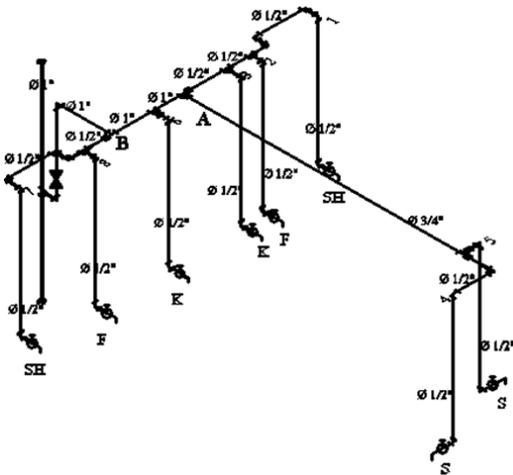
1,2, 3, dst = nomor jalur alat plambing

Gambar 3. Jalur Tipikal Perpipaan Air Bersih

Tangki penyimpanan air bersih terdiri dari tangki bawah dan tangki atas. Tangki bawah sekaligus berfungsi sebagai tangki pencegah kebakaran. Kapasitas tangki bawah adalah $74 m^3$ dengan dimensi $5 m \times 5 m \times 3 m$. Tangki bawah dilengkapi dengan ruang pompa, dimana pada ruang tersebut terdapat dua unit pompa yang akan digunakan untuk memompakan air dari tangki bawah menuju tangki atas dan tiga unit pompa untuk pencegahan kebakaran.

Selain itu terdapat dua unit tangki atas berbentuk silinder yang terbuat dari bahan *fiber glass* dengan kapasitas 2,25

m³ masing-masing dengan diameter 1,5 m dan tinggi 1,8 m. Tangki-tangki ini terletak di lantai atap.



Keterangan:

Sh: Shower K: Kloset F: Faucet L: Lavatory

Gambar 4. Detail Isometri Perpetaan Air Bersih

Tabel 1. Tipikal Perhitungan Diameter Pipa Mendatar Air Bersih Lantai 1 Shaft E

Lantai	Shaft	Diameter (inci)	Panjang Pipa (m)	Jenis Pipa
1	E	1/2	13	PVC
		3/4	4,4	PVC
		1	3,1	PVC

Tabel 2. Tipikal Perhitungan Diameter Pipa Tegak Air Bersih Lantai 1 Shaft E

Shaft	Diameter Pipa Tegak Air Bekas (inci)	Panjang Pipa (m)	Jenis Pipa
E (Lantai 2- Lantai 1)	1	3,2	PVC

Perhitungan *headloss* pipa menggunakan persamaan 1. Hasil perhitungan *headloss* air bersih dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Perhitungan *headloss* air bersih

Shaft	Lantai 1 (m)	Lantai 2-5 (m)
A	4,65	3,10
B		
C	0	3,21
D		
E	3,76	
F	4,68	3,10
G	3,76	3,21
H		
I		2,44
J	0	
K		3,21
L	4,52	

Untuk menentukan tinggi tangki atas atau tekanan yang harus disediakan untuk mencapai titik kritis dihitung melalui *headloss* pipa kritis. Total *headloss* di lantai 5 yang harus disediakan untuk melayani alat plambing terjauh ditentukan menggunakan persamaan 2.

- HL_{kritis} di lantai 5 = 3,21 m (Tabel 3 pada Shaft G lantai 5);
- $P_{\text{alat plambing}}$ pada lantai 1 berasal dari *shower* sebesar 3,5 m;
- HL_{pipa} dari tangki adalah 1,02 m;
- $HL_{\text{pipa tegak}}$ pada lantai 5 adalah 0,01 m;
- $H_{\text{av-lantai}}$ merupakan beda elevasi antara lantai tertinggi (2,8 m) dengan alat plambing terendah pada lantai 5 (+0,5m dari lantai) sebesar 2,3 m. sehingga:

$$H_{\text{av-tangki}} = 2,3 \text{ m} - (3,21 \text{ m} + 1,02 \text{ m} + 0,01 + 3,5 \text{ m}) = -5,44 \text{ m}$$

Perhitungan tersebut, dengan asumsi tinggi tangki berada tepat di atas atap. Nilai minus menandakan bahwa posisi tangki tersebut tidak dapat menyediakan tekanan yang mencukupi pada alat plambing di lantai 5. Oleh karena menambah ketinggian 5,44 m tersebut tidak memungkinkan, maka perlu ditambahkan pompa *booster* untuk melayani lantai 3 sampai lantai 5.

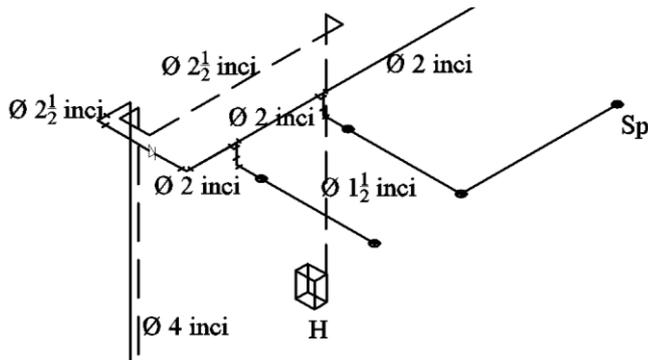
Unit-unit pompa yang dibutuhkan dalam mengalirkan air bersih di gedung Rusunawa Unand adalah pompa transmisi dan pompa *booster*. Pompa transmisi terletak di ruang pompa, sedangkan pompa *booster* terletak di lantai atap gedung. Spesifikasi Pompa Transmisi dan pompa booster dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Spesifikasi Pompa Air Bersih

Keterangan	Pompa Transmisi	Pompa Booster	Ket.
Jenis	sentrifugal	sentrifugal	
Jumlah (unit)	2	2*	*Lantai 2-6
Debit, m ³ /menit.	0,113	0,15	
Head (m)	20,74	5,44	
Daya poros pompa (KW)	0,87	0,302	
Daya motor pompa (KW)	1,04	0,363	

Sumber air yang digunakan untuk pencegahan kebakaran berasal dari tangki bawah. Dari tangki bawah selanjutnya air dipompakan melalui shaft utama ke seluruh lantai gedung melalui perpetaan terpisah dari air bersih. Skema perpetaan kebakaran dapat dilihat pada Gambar 5. Sistem hidran dan sistem *sprinkler*. Seluruh lantai dilengkapi dengan fasilitas hidran dan *sprinkler*. Perpetaan sistem hidran terpisah dengan perpetaan sistem *sprinkler*, begitu juga dengan pipa tegaknya. Air untuk kebutuhan pencegahan kebakaran dipompakan dari tangki bawah menuju shaft utama gedung. Selanjutnya dari shaft utama, air langsung dialirkan ke masing-masing hidran dan *sprinkler* yang terdapat dalam gedung. Penggunaan sistem ini mengacu kepada Keputusan Menteri Pekerjaan Umum No 10 tahun 2000, bahwa gedung dengan ketinggian lebih

dari 14 m. harus dilengkapi dengan sistem *sprinkler* serta sistem pipa tegak dan slang kebakaran.



Keterangan:

Sp: Sprinkler

H: Hidran

— : Pipa *sprinkler*

— — : Pipa Hidran

Gambar 5. Skema Perpipaan Kebakaran

Berdasarkan SNI 03-1745-2000 kapasitas sistem pipa tegak dan slang kebakaran dengan pelayanan kelas II harus mengalirkan air dengan kapasitas laju aliran 379 liter/menit selama 45 menit atau total air yang dibutuhkan adalah 18 m³. Jumlah air yang dibutuhkan untuk sistem *sprinkler* adalah 9 m³, sehingga total kebutuhan air untuk sistem pencegahan kebakaran sebesar 27 m³.

Sistem hidran yang direncanakan adalah sistem pipa tegak basah-otomatik dengan pelayanan kelas II. Kriteria desain untuk pelayanan kelas II adalah:

1. Sambungan slang yang digunakan berukuran 38,1 mm (1½ inci) untuk memasok air;
2. Ukuran pipa tegak dengan ketinggian kurang dari 15 m (50 ft) digunakan pipa dengan diameter minimum 50 mm (2 inci), tapi jika lebih dari 15 m (50 ft) digunakan diameter minimum 75 mm (3 inci).
3. Laju aliran minimum adalah 379 liter/menit (100 gpm);

Penentuan jumlah kotak hidran tiap lantai dengan tahapan sebagai berikut:

1. Jenis bangunan dan kelas bangunan ditentukan berdasarkan Kepmen PU No 10 tahun 2000 (**Tabel 5**).
2. Luas ruangan yang akan dilayani oleh kotak hidran ditentukan;
3. Jumlah kotak hidran yang diperlukan dapat di tentukan berdasarkan Tabel 6.

Contoh perhitungan jumlah hidran untuk lantai satu:

1. Jenis dan klasifikasi bangunan gedung Rusunawa Unand yaitu termasuk dalam bangunan kelas 3 yaitu bangunan yang digunakan untuk tempat tinggal lama atau sementara;
2. Luas lantai: 1.013 m²;
3. Jumlah hidran yang disyaratkan yaitu 2 buah kotak hidran setiap luas ruangan 1.000 m².
4. Jumlah kotak hidran yang dibutuhkan = $1013 \text{ m}^2 / 500 \text{ m}^2 = 2 \text{ buah}$

Total hidran yang dibutuhkan untuk 5 lantai adalah 10 buah. Hidran ditempatkan di dekat tangga, dimana lokasi tersebut tidak terjangkau oleh *sprinkler*.

Tabel 5. Klasifikasi Bangunan Menurut Tinggi dan Jumlah Lantai

Klasifikasi bangunan	1.1. Ketinggian dan jumlah lantai
A	Ketinggian sampai dengan 8 meter atau 1 (satu) lantai
B	Ketinggian sampai dengan 8 meter atau 2 (dua) lantai
C	Ketinggian sampai dengan 14 meter atau 4 (empat) lantai
D	Ketinggian sampai dengan 40 meter atau 8 (delapan) lantai
E	Ketinggian lebih dari 40 meter atau 8 (delapan) lantai

Sumber: Departemen Pekerjaan Umum, 1987

Tabel 6. Perletakan Hidran Berdasarkan Luas Lantai, Klasifikasi Bangunan, dan Jumlah Lantai Bangunan

Klasifikasi Bangunan	Ruang tertutup Jumlah/luas lantai	Ruang tertutup dan terpisah Jumlah/luas lantai
A	1 buah per 1.000 m ²	2 buah per 1.000 m ²
B	1 buah per 1.000 m ²	2 buah per 1.000 m ²
C	1 buah per 1.000 m ²	2 buah per 1.000 m ²
D	1 buah per 800 m ²	2 buah per 800 m ²
E	1 buah per 800 m ²	2 buah per 800 m ²

Sumber : Departemen Pekerjaan Umum, 1987

Berdasarkan SNI 03-3989-2000 gedung Rusunawa Mahasiswa Unand termasuk klasifikasi hunian bahaya kebakaran ringan. Kriteria desain untuk sistem *sprinkler* adalah:

1. Penyediaan air harus mampu mengalirkan air dengan kapasitas 225 liter/menit dan bertekanan 2,2 kg/cm² (22 m kolom air) ditambah tekanan statik dari kepala sprinkler tertinggi terhadap katup kendali;
2. Luas lingkup maksimum kepala sprinkler adalah 20 m². Jarak antar kepala sprinkler adalah 4,6 m dan jarak kepala sprinkler ke dinding adalah 2,3 m;
3. Ukuran pipa cabang dan pipa pembagi ditentukan berdasarkan **Tabel 7**. Ukuran minimal pipa cabang adalah 25 mm dengan jumlah kepala sprinkler maksimum 3 buah. Untuk menentukan jumlah kepala sprinkler berikutnya pada pipa cabang, ukuran pipa ditentukan melalui perhitungan hidrolik dengan ketentuan kehilangan tekanan tidak boleh lebih dari 0,9 kg/cm² (9 m kolom air) pada 2 titik kepala sprinkler dan 0,7 kg/m² (7 m kolom air) pada 3 titik kepala sprinkler. Untuk pipa pembagi kehilangan tekanan tidak boleh lebih dari 0,7 kg/cm² (7 m kolom air).

Tabel 7. Pipa Cabang untuk Sistem Bahaya Kebakaran Ringan

Ukuran pipa (mm)	Kehilangan tekanan 10^{-3} atm/m panjang pipa	
	Pipa cabang	Pipa pembagi
25	44	200
32	12	51
40	5,5	25
50	1,7	7,8
65	0,49	2,2

Sumber: SNI 03-3989-2000

Perhitungan ukuran pipa sprinkler adalah sebagai berikut:

1. Menentukan jalur pipa cabang dan pipa pembagi sprinkler;
2. Ukuran pipa cabang ditentukan berdasarkan jumlah kepala sprinkler yang terpasang pada cabang tersebut dengan menggunakan Tabel 7;
3. Ukuran pipa pembagi ditentukan berdasarkan jumlah kepala sprinkler yang terpasang pada pipa tersebut dengan menggunakan Tabel 8.

Tabel 8. Jumlah Maksimum Kepala Sprinkler untuk Kebakaran Ringan

No.	Ukuran pipa (inch)	Jumlah Maksimum Kepala Sprinkler	Keterangan
A.	25	3	Masih dimungkinkan pemakaian pipa berukuran 1" di antara titik kelompok 2 - 3 dan katup kendali apabila perhitungan hidrolik memenuhi. Apabila titik kelompok sprinkler 2 sebagai titik desain, pipa ukuran 1" tidak boleh dipakai di antara kepala sprinkler ke 3 dan ke 4.

Sumber: SNI 03-3989-2000

Contoh perhitungan Jalur 1-2 pipa cabang lantai satu adalah sebagai berikut:

- Menurut SNI 03-3989-2000, untuk pipa cabang dimensi pipa sebesar 1" (jumlah maksimum kepala sprinkler 3, maka ukuran pipa sebesar 1").
- Untuk pipa pembagi, misal panjang antar 1-2 adalah 4 m. Asumsi diameter pipa pembagi awal 25 mm, kehilangan tekanan sebesar $200 \cdot 10^{-3} \text{ kg/m}^2 \times 4 \text{ m} = 0,8 \text{ kg/m}^2$. Asumsi diameter pipa pembagi awal 25 mm tidak diterima karena kehilangan tekanan lebih dari $0,7 \text{ kg/m}^2$. Berikutnya diasumsikan 32 mm, sehingga kehilangan tekanan $51 \cdot 10^{-3} \text{ kg/m}^2 \times 4 \text{ m} = 0,204 \text{ kg/m}^2$. Diameter ini dapat diterima, karena kehilangan tekanan tidak boleh lebih besar dari $0,7 \text{ kg/m}^2$.

Berdasarkan perhitungan diperlukan diameter pipa horizontal sprinkler berkisar antara 1 – 2½ inci dan pipa

tegak sprinkler setiap lantai adalah 2½ inci. Hasil perhitungan diameter pipa mendatar *sprinkler* dapat dilihat pada Tabel 9, sedangkan hasil perhitungan diameter pipa tegak *sprinkler* dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 9. Perhitungan Diameter Pipa Mendatar *Sprinkler*

Lantai	Diameter (inci)	Panjang Pipa (m)	Jenis Pipa
1	1 ¼	23	Black Steel
	1 ½	13,4	Black Steel
	2	38	Black Steel
	2 ½	41,7	Black Steel
2-5	1	4,6	Black Steel
	1 ¼	7,6	Black Steel
	1 ½	11,3	Black Steel
	2	32,3	Black Steel
	2 ½	57,5	Black Steel

Tabel 10. Perhitungan Diameter Pipa Tegak *Sprinkler*

Lantai	Diameter (inci)	Panjang Pipa (m)	Jenis Pipa
1-5	2 ½	11,2	Black Steel

Unit pompa pencegah kebakaran berada di lantai dasar dekat tangki bawah, yang berfungsi memompakan air ke 6 lantai sebesar 679 l/menit dengan *head* 94 m. Pompa yang digunakan terdiri dari *Jockey pump*, *Electric pump*, dan *Diesel pump*. *Jockey pump* berfungsi untuk menstabilkan tekanan dalam pipa pencegah kebakaran. *Electric pump* digunakan untuk menyuplai air dari tangki bawah pada saat terjadi kebakaran. *Diesel pump* fungsinya sama dengan *electric pump*, pompa ini bekerja dengan bantuan diesel ketika *electric pump* tidak dapat digunakan akibat listrik padam pada saat terjadi kebakaran. Ketiga pompa terletak di ruang pompa tangki bawah. Kapasitas pompa yang diperlukan untuk *Electric pump* sama dengan *diesel pump* yaitu 679 l/mnt, *Jockey pump* sebesar 135,8 l/mnt.

Perhitungan *head* pompa yang dibutuhkan:

$$\text{Head Pompa (H)} = H_a + H_{\text{fsd}} + v^2/2g + \text{tekanan sisa minimum}$$

Dalam menentukan *head* pompa yang diperhatikan adalah kehilangan terbesar dari kedua sistem pencegah kebakaran yaitu antara sistem *sprinkler* dengan sistem hidran kebakaran.

$$\text{Debit Keseluruhan} = Q_{\text{hidran}} + Q_{\text{sprinkler}} = 379 \text{ L/menit} + (9.000 \text{ L}/30 \text{ menit}) = 679 \text{ l/menit.}$$

Headloss sistem terbesar didapatkan pada jalur pipa hidran pada lantai dengan perhitungan sebagai berikut:

- H_a (*head statis*) = 14,4 m
- Panjang pipa dari pipa outlet ke pipa terjauh = 94,4 m
- Kehilangan tekanan 200 mm/m dan diameter 65 mm (hasil plot laju aliran 379 L/menit dan kecepatan 2,5 m/dtk ($v = 2 - 3 \text{ m/dtk}$ berdasarkan SNI 1745 2000))
- $H_{\text{fsd}} = (94,4 \times 200 \text{ mm/m})/1000 = 18,88 \text{ m}$
- $v^2/2g = (2,5 \text{ m/dt})^2 / (2 \times 9,81 \text{ m/dt}) = 0,32 \text{ m}$
- Tekanan sisa minimum yang dibutuhkan slang kebakaran sebesar $6,9 \text{ kg/cm}^2$ atau 69 m kolom air (SNI 1745 2000).

- $Head\ pompa = 14,4\ m + 18,88\ m + 0,32\ m + 69\ m = 102,6\ m$

Head Sprinkler:

- $H_a\ (head\ statis) = 14,4\ m$
 - Panjang pipa dari pipa outlet ke pipa terjauh = 98,2 m
 - Kerugian tekanan 240 mm/m dan diameter 50 mm (hasil plot laju aliran 300 l/menit dan kecepatan 2,5 m/dtk ($v = 2 - 3\ m/dtk$ berdasarkan SNI 1745 2000) pada grafik 1a.
 - $H_{fsd} = (98,2 \times 240\ mm/m)/1000 = 23,57\ m$
 - $v^2/2g = (2,5\ m/dt)^2 / (2 \times 9,81\ m/dt) = 0,32\ m$
- Tekanan sisa minimum yang dibutuhkan sprinkler sebesar 2,2 kg/cm² atau 22 m kolom air (SNI 1745 2000).
- $Head\ pompa = 14,4\ m + 23,57\ m + 0,32\ m + 22\ m = 60,29 \approx 60,3\ m$

Head yang dibutuhkan pada sistem hidran kebakaran lebih besar daripada *head* yang dibutuhkan pada sistem *sprinkler*, maka *head* pompa yang digunakan adalah kehilangan tekanan pada sistem hidran yaitu 102,6 m.

Kapasitas pompa:

Electrical pump = diesel pump = 679 L/mnt

Jockey pump = 20% x kapasitas electric pump (Badan Standardisasi Nasional, 2001)

$$= 20\% \times 679\ L/mnt = 135,8\ L/mnt$$

Efisiensi *diesel* dan *electric pump* sebesar 62%, sedangkan untuk *jockey pump* sebesar 44% (menggunakan grafik efisiensi pompa pada Gambar 1). Dari persamaan 3 didapat daya poros *diesel* dan *electric pump* yaitu:

$$N_p = \frac{0,163 \cdot Q \cdot H \cdot \gamma}{\eta_p} = \frac{0,163 \times 0,679 \times 102,6 \times 1}{62\%} = 18,32\ kW$$

Dari persamaan 4 didapatkan daya motor *diesel* dan *electric pump* yaitu :

$$N_m = \frac{0,163 \times Q \times H \times \gamma (1+A)}{\eta_p \times \eta_k} = \frac{(0,163 \times 0,679 \times 102,6 \times 1)(1+0,2)}{62\% \times 1} = 22\ kW$$

Daya poros *jockey pump* dihitung menggunakan persamaan 3.

$$N_p = \frac{0,163 \times 0,136 \times 102,6 \times 1}{44\%} = 5,2\ kW$$

Sedangkan daya motor *jockey pump* dihitung menggunakan persamaan 4.

$$N_m = \frac{(0,163 \times 0,136 \times 102,6 \times 1)(1+0,2)}{62\% \times 1} = 6,2\ kW$$

SIMPULAN

Berdasarkan perancangan sistem plambing gedung Rusunawa Mahasiswa Universitas Andalas, diperoleh, sumber penyediaan air bersih gedung Rusunawa Mahasiswa Universitas Andalas berasal dari IPA Unand dengan debit 56,2 L/menit yang menggunakan sistem tangki atap dengan sistem pengaliran ke bawah. Diperlukan kapasitas tangki bawah sebesar 74 m³, tangki atas berkapasitas 4,5 m³ sebanyak dua unit serta pompa transmisi dan pompa booster masing-masing dengan daya pompa 0,8 KW dan 0,302 KW. Pipa yang digunakan berukuran ½" – 1 ¼". Sistem pencegahan kebakaran menggunakan sistem pipa tegak

basah-otomatik dengan total hidran 10 unit dan *sprinkler* tipe *wet pipe system* dengan pipa tegak *Black Steel* diameter 2 ½" sepanjang 11,2 m.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didanai oleh Dana PNBPU Universitas Andalas No. 016/UN.16.09.D/PU2016.

REFERENSI

- Badan Pusat Statistik. (2015). *Jumlah Wisatawan Kota Padang*. Badan Pusat Statistik
- Badan Standardisasi Nasional. (2015). *Sistem Plambing pada Bangunan Gedung SNI 8153-2015*. Badan Standardisasi Nasional
- Badan Standardisasi Nasional. (2000). *Tata Cara Perencanaan dan Pemasangan Sistem Pipa Tegak dan Slang untuk Pencegahan Bahaya Kebakaran pada Bangunan Gedung SNI 03-1745-2000*. Badan Standardisasi Nasional
- Badan Standardisasi Nasional. (2000). *Sistem Plambing-2000 SNI 03-6481-2000*. Badan Standardisasi Nasional
- Badan Standardisasi Nasional. (2000). *Tata Cara Perencanaan dan Pemasangan Sistem sprinkler Otomatik untuk Pencegahan Bahaya Kebakaran pada Bangunan Gedung SNI 03-3989-2000*. Badan Standardisasi Nasional
- Badan Standardisasi Nasional. (2005). *Tata Cara Perencanaan Sistem Plambing SNI 03-7065-2005*. Badan Standardisasi Nasional
- Badan Standardisasi Nasional. (2015). *Sistem Plambing pada Bangunan Gedung SNI 8153:2015*. Badan Standardisasi Nasional
- Departemen PU. (1987). *Panduan Pemasangan Sistem Hidran untuk Pencegahan Kebakaran pada Bangunan Rumah dan Gedung*
- Menteri Kesehatan. (2010). *Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 492/MENKES/PER/IV/2010 Tentang Persyaratan Kualitas Air Minum*. Menteri Kesehatan
- Menteri Pekerjaan Umum. (2000). *Keputusan Menteri Negara Pekerjaan Umum Nomor: 10/KPTS/2000, Tentang Ketentuan Teknis Pengamanan Terhadap Bahaya Kebakaran Pada Bangunan Gedung dan Lingkungan*. Menteri Pekerjaan Umum
- Morimura, T dan Noerbambang, S. (2000). *Perencanaan dan Pemeliharaan Sistem Plambing*. Jakarta: PT.Pradnya Paramita

- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2012). *Pedoman Teknis Prasarana Rumah Sakit Sistem Proteksi Kebakaran Aktif*.
- Steele, A. (1975). *High Rise Plumbing Design*. Los Angeles: Miramar Publishing
- Sularso dan Tahara. (1983). *Pompa dan Kompresor: Pemilihan, pemakaian dan pemeliharaan*. Jakarta: PT Pradnya Paramita.
- Wentz, T. (1997). *Plumbing System Analysis*. New Jersey: Prentice Hall Inc.