

# Perencanaan Sistem Plambing Air Bersih dan Air Buangan Gedung SMK Negeri 3 Kota Jambi

Anggrika Riyanti\*, Marhadi, Noviardi Wijaya Saputra

Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Batanghari

\*e-mail: [anggrika.riyanti@gmail.com](mailto:anggrika.riyanti@gmail.com)

---

## ABSTRAK

Perencanaan sistem plambing merupakan suatu bagian penting dalam perencanaan sebuah bangunan. Pembangunan gedung SMK Negeri 3 Kota Jambi memerlukan perencanaan sistem plambing yang baik untuk memenuhi keperluan sanitasi bagi penghuninya. Penelitian ini bertujuan untuk merencanakan sistem plambing air bersih dan penyaluran air buangan pada gedung kantor SMK Negeri 3 Kota Jambi. Perencanaan sistem plambing mengacu pada SNI 03-7065-2005 tentang Tata Cara Perencanaan Sistem Plambing. Pemenuhan kebutuhan air bersih direncanakan menggunakan sumber air dari air tanah dalam yang dipompakan ke tangki atap (*roof tank*) dan dialirkan secara gravitasi ke tiap alat plambing. Hasil perhitungan kebutuhan air rata-rata gedung kantor sebesar 34,2 m<sup>3</sup>/hari. Kapasitas *roof tank* yang dibutuhkan untuk menampung air bersih adalah 7600 liter, menggunakan dua buah *roof tank* dengan kapasitas masing-masing 5000 liter. *Roof tank* diletakkan di atas menara setinggi 1,71 m. Diameter pipa air bersih yang dibutuhkan adalah 50-65 mm. Daya pompa yang dibutuhkan sebesar 0,77 kW. Sistem penyaluran air buangan menggunakan sistem terpisah, yaitu air bekas (*grey water*) dialirkan ke Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) sedangkan air kotor (*black water*) dialirkan ke tangki septik. Diameter pipa air bekas yang dibutuhkan adalah 65-75 mm, sedangkan pipa air kotor sebesar 100 mm. Jenis pipa yang direncanakan untuk sistem plambing air bersih dan air buangan ini adalah pipa *Polyvinyl Chloride* (PVC).

**Kata kunci** : Air bersih ; Air buangan ; Sistem plambing.

## ABSTRACT

Plumbing system installation is an important part of building design. To built SMK Negeri 3 Jambi City needs a good plumbing installation design in order to meet the proper resident's sanitation. The purpose of this study is to design plumbing system for clean water and wastewater at office building SMK Negeri 3 Jambi City. The design of plumbing system based on SNI 03-7065-2005 about Plumbing System Design Standard (Tata Cara Perencanaan Sistem Plambing). The clean water resources is pumped from ground water to the roof tank, then distributed to plumbing units by gravity. The water capacity in office building is calculated at 34,2 m<sup>3</sup>/day. Roof tank capacity collects clean water in amount of 7600 liter a day, using double roof tank with each capacity is 5000 liter. The roof tank placed on a tower with 1,71 m high. Diameter of clean water pipes are 50-65 mm. The power of water pump is 0,77 kW. The wastewater distribution system uses a separate system, where grey water delivered to Wastewater Treatment Plant and black water delivered to septic tank. Diameter of grey water pipes are 65-75 mm, while diameter of black water pipes are 100 mm. Type of pipe used in this plumbing installation is Polyvinyl Chloride (PVC).

**Key words** : Clean water ; Wastewater ; Plumbing system.

---

## 1. Pendahuluan

Perkembangan Kota Jambi terutama di bidang pendidikan memegang peranan penting dalam mengembangkan kemampuan kognitif, afektif dan konoktif para siswa. Sekolah merupakan salah satu sarana pendidikan yang memerlukan fasilitas plambing baik air bersih maupun air buangan guna memenuhi keperluan sanitasi penggunaannya. Sekolah Menengah Kejuruan Negeri (SMKN) 3 Kota Jambi adalah salah satu sekolah menengah kejuruan yang cukup banyak diminati siswa untuk melanjutkan pendidikan setelah lulus dari Sekolah Menengah Pertama (SMP). Namun, kapasitas bangunan SMKN 3 saat ini tidak mampu lagi menampung jumlah siswa dikarenakan lahan yang semakin sempit dan kurangnya ruang belajar akibat penambahan jumlah siswa. Oleh karena itu,

direncanakan untuk dibangun gedung SMKN 3 yang baru yang berlokasi di Jalan Lintas Barat, Kelurahan Kenali Asam Bawah, Kecamatan Kota Baru, Kota Jambi.

Dalam pembangunan sebuah gedung, membutuhkan perencanaan tidak hanya dari arsitektur dan struktur bangunan saja, namun juga memerlukan perencanaan sistem plambing (Ramachandran, 2016). Perencanaan sistem plambing yang baik sangat penting untuk menjamin instalasi efisien dan aman. Perencanaan yang baik juga akan menjamin instalasi yang tepat untuk berbagai keadaan yang dilayaninya (WHO, 2006). Perencanaan sistem plambing harus didasarkan pada persyaratan teknis dan peraturan yang berlaku.

Sistem plambing adalah sistem perpipaan yang dipasang pada sebuah bangunan untuk menyalurkan

kebutuhan air bersih dan air buangan, termasuk semua pekerjaan pemasangan pipa, sambungan, alat-alat plumbing dan perlengkapannya dalam sistem tersebut (Ghupta dan Thawari, 2016). Sistem plumbing merupakan bagian mendasar dan penting dalam kaitannya dengan distribusi kebutuhan air bersih dan penyaluran air buangan yang layak. Perencanaan sistem plumbing yang baik berfungsi untuk menyediakan kualitas dan kuantitas serta kontinuitas penyaluran air bersih ke peralatan saniter dan menyalurkan air buangan ke tempat yang ditentukan agar tidak mencemari bagian lain dalam gedung atau lingkungan sekitar (Noerbambang dan Morimura, 1984; Putra, dkk, 2015).

Fasilitas plumbing pada gedung SMKN 3 Kota Jambi saat ini terlihat belum optimal. Sistem penyediaan air bersih yang kurang baik menyebabkan seringkali terjadi kekurangan air bersih terutama saat jam aktif sekolah. Sistem penyaluran air buangan sudah menggunakan sistem terpisah dimana air kotor/ limbah tinja (*blackwater*) dialirkan dan diolah di dalam tangki septik. Sedangkan air bekas (*greywater*) yang berasal dari dapur dan kamar mandi dialirkan langsung ke saluran drainase kota tanpa pengolahan. Hal ini tentunya belum memenuhi syarat kesehatan. Oleh karena itu, dalam pembangunan gedung SMKN 3 yang baru diperlukan perencanaan sistem plumbing untuk memenuhi kebutuhan air bersih dan penyaluran air buangan yang sesuai dengan standar yang berlaku.

Penelitian ini bertujuan untuk merencanakan sistem plumbing penyediaan air bersih dan penyaluran air buangan pada gedung kantor SMKN 3 Kota Jambi berdasarkan SNI 03-7065-2005 tentang Tata Cara Perencanaan Sistem Plumbing. Perencanaan dan perancangan sistem plumbing dibatasi pada sistem penyediaan air bersih dan penyaluran air buangan pada gedung kantor SMKN 3 Kota Jambi.

## 2. Metode Penelitian

Perencanaan sistem plumbing gedung SKMN 3 Kota Jambi mengacu pada SNI 03-7065-2005 tentang Tata Cara Perencanaan Sistem Plumbing. Pengumpulan data dilakukan secara kuantitatif. Data yang dikumpulkan antara lain denah gedung, fungsi masing-masing lantai, denah kamar mandi tiap lantai, serta jumlah dan jenis alat plumbing yang digunakan.

Sistem penyediaan air bersih yang direncanakan pada gedung kantor SMKN 3 Jambi menggunakan sumber air dari sumur tanah dalam yang dipompakan ke tangki atas (*roof tank*). Pengolahan data menggunakan excel meliputi perhitungan kebutuhan air berdasarkan unit beban alat plumbing dan mendesain jalur pipa air bersih berdasarkan denah gedung. Tahap perencanaan teknis meliputi perhitungan dimensi dan headloss perpipaan air bersih berdasarkan desain jalur perpipaan, menghitung daya pompa, menghitung kapasitas roof tank dan ground tank, serta penggambaran denah, detail dan isometrik.

Sedangkan tahap perencanaan sistem penyaluran air buangan meliputi penentuan jenis sistem penyaluran air buangan yang digunakan, mendesain jalur perpipaan,

menghitung dimensi pipa air buangan, menghitung dimensi pipa air hujan, dan serta isometri air buangan.

## 3. Hasil dan Pembahasan

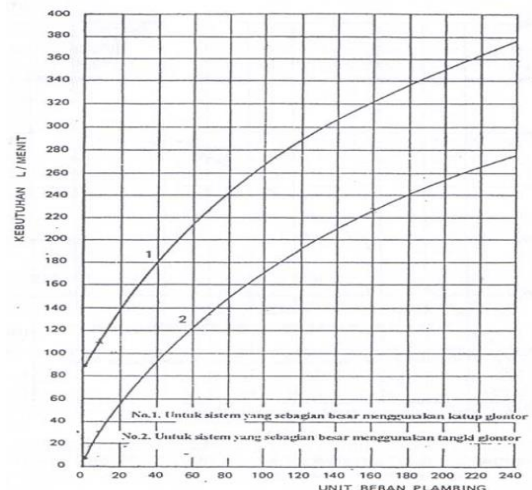
### 3.1 Perencanaan Kebutuhan Air Bersih

Sistem penyediaan air bersih yang dipilih untuk gedung kantor SMKN 3 Kota Jambi adalah menggunakan sumber air tanah dalam. Pemilihan sistem ini dikarenakan pelayanan air bersih dari PDAM belum mencapai wilayah ini, sehingga alternatif yang paling memungkinkan adalah dengan menggunakan air tanah dalam yang kemudian akan dipompa dan ditampung di tangki atap (*roof tank*). Kemudian air bersih akan dialirkan ke masing-masing alat plumbing secara gravitasi. Perhitungan kebutuhan air bersih didasarkan pada jenis dan jumlah alat plumbing yang akan digunakan. Besarnya debit air bersih yang dibutuhkan selanjutnya dihitung berdasarkan nilai unit beban dari tiap alat plumbing (Tabel 1). Berdasarkan denah, gedung kantor memiliki 3 lantai sehingga jumlah kamar mandi akan direncanakan pada 3 lantai.

**Tabel 1.** Jumlah unit beban alat plumbing pada Gedung kantor SMKN 3 Jambi

Alat Plumbing	Jumlah	Unit beban alat plumbing (UBAP) *	Total unit beban
Closet	13	10	130
Lavatory	16	2	32
Urinal	12	5	60
Faucet	13	4	52
			$\Sigma = 274$

\*) SNI 03-7065-2005



**Gambar 1.** Grafik Beban Kebutuhan Air Untuk Unit Beban Alat Plumbing (SNI 03-7065-2005)

Jumlah total unit beban masing-masing gedung kemudian diplotkan ke dalam kurva yang ditampilkan pada Gambar 1 untuk mendapatkan debit kebutuhan airnya. Berdasarkan hasil perhitungan didapatkan kebutuhan air bersih untuk gedung kantor sebesar 34,2 m<sup>3</sup>/hari.

### 3.2. Dimensi Pipa Air Bersih

#### 3.2.1. Dimensi pipa penghantar ke tangki atap

Diameter pipa penghantar yang direncanakan adalah pipa dari air sumur tanah dalam yang

dipompakan ke tangki atap (*roof tank*). Berdasarkan hasil perhitungan, diameter pipa penghantar yang dibutuhkan untuk gedung kantor adalah 1 inchi dengan kecepatan aliran 1,05 m/detik.

### 3.2.2. Dimensi pipa cabang dan pipa tegak tiap lantai

Dimensi pipa cabang dihitung berdasarkan desain jalur perpipaan yang direncanakan pada masing-masing lantai. Penentuan jalur pipa air bersih didasarkan pada posisi alat plumbing yang ada pada denah tiap lantai. Jalur pipa ditentukan dengan menghubungkan tiap alat plumbing yang akan dialiri air bersih. Dalam penentuan jalur pipa sedapat mungkin menghindari belokan, cabang, dan penggunaan fitting untuk mengurangi hambatan yang lebih besar. Contoh denah jalur perpipaan lantai satu ditampilkan pada Gambar 2.

Diameter pipa yang direncanakan adalah diameter pipa cabang (horizontal) dan diameter pipa tegak (vertikal). Pipa cabang diletakan secara mendatar di atas langit-langit yang berfungsi mengalirkan pipa dari roof tank ke tiap alat plumbing. Sedangkan pipa tegak mengalirkan air secara vertikal yang mengubungkan pipa cabang tiap lantai.

Ukuran pipa air bersih yang masuk ke alat plumbing adalah 20 mm menggunakan pipa pvc. Perhitungan diameter pipa cabang dimulai dari alat plumbing yang terjauh dari pipa tegak. Hasil perhitungan diameter pipa tegak dan pipa cabang ditampilkan pada Tabel 2 dan Tabel 3.

**Tabel 2.** Diameter Pipa Cabang Air Bersih

Lantai	Diameter pipa (mm)	Diameter pipa (inch)
Lantai 1	50	2
Lantai 2	65	2½
Lantai 3	50	2

**Tabel 3.** Diameter Pipa Tegak Air Bersih

Lantai	Diameter pipa (mm)	Diameter pipa (inch)
lantai 3	50	6,17
lantai 2	65	13,3
lantai 1	65	19,5

### 3.3 Dimensi Tangki Atap (*Roof Tank*)

*Roof tank* atau tangki atap merupakan reservoir yang dipergunakan untuk melayani fluktuasi kebutuhan air bersih pada saat-saat tertentu (Affiandi dkk, 2016). Perhitungan volume tangki atap (*roof tank*) untuk air bersih menggunakan rumus berikut :

$$V_E = (Q_p - Q_{maks}) T_p + (Q_{pu} \times T_{pu}) \quad (1)$$

dimana:

- $V_E$  : kapasitas efektif tangki atas (liter)
- $V_p$  : kebutuhan puncak (liter/menit)
- $Q_{max}$  : kebutuhan jam puncak (liter/menit)
- $Q_{pu}$  : kapasitas pompa pengisi (liter/menit)
- $T_p$  : jangka waktu kebutuhan puncak (menit)
- $T_{pu}$  : jangka waktu kerja pompa pengisi (menit)

Dari hasil perhitungan menggunakan persamaan 1, kapasitas *roof tank* yang diperlukan untuk menampung kebutuhan air di gedung kantor SMKN 3 Kota Jambi sebesar 7600 liter. *Roof tank* direncanakan menggunakan dua buah tedmon dengan kapasitas masing-masing 5000 liter, berdiameter 1,8 m dan tinggi 2,3 m.

Peletakan tinggi roof tank dihitung berdasarkan hasil perbandingan nilai H kritis dengan H available. Nilai  $H_{available}$  diperoleh dari tinggi lantai teratas ditambah dengan *tinggi roof tank*. Sedangkan Nilai  $H_{kritis}$  diperoleh dari penjumlahan headloss horizontal terbesar ditambah dengan head tertinggi alat plumbing. Jika nilai  $H_{kritis}$  lebih kecil daripada  $H_{available}$  maka roof tank tidak memerlukan menara (penyangga). Demikian pula sebaliknya.

Berdasarkan hasil perhitungan didapatkan nilai  $H_{kritis}$  sebesar 8,51 m, lebih besar dari  $H_{available}$  yaitu 6,8 m, sehingga *roof tank* membutuhkan menara setinggi 1,71 m.

### 3.4 Total Head dan Daya pompa

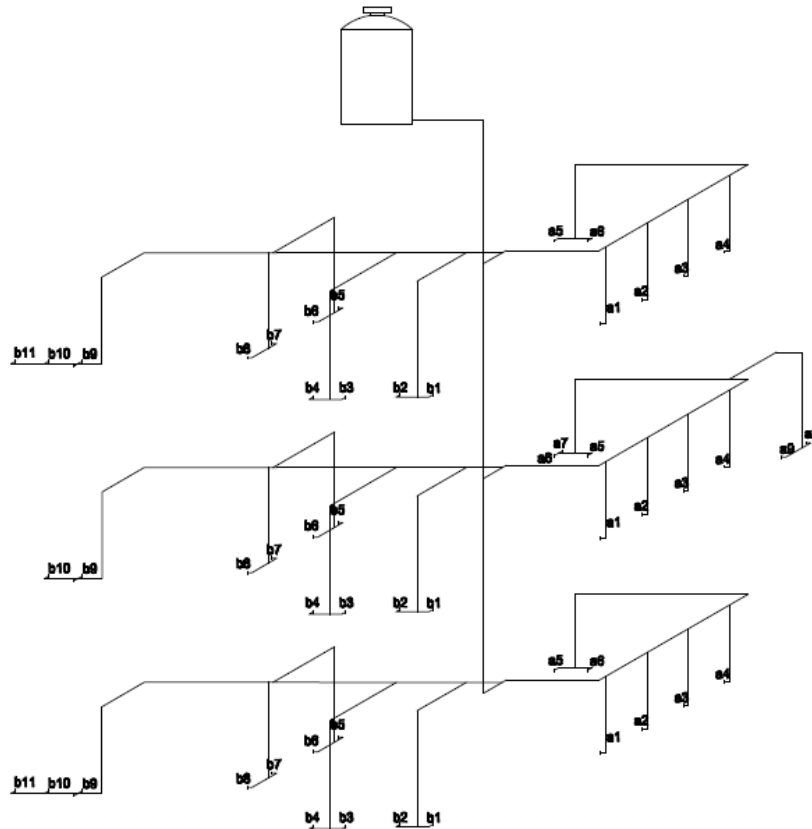
Sumur yang direncanakan sebagai sumber air bersih adalah sumur air tanah dalam, sehingga diperlukan pompa yang mampu menghisap air dari dalam tanah dan mengalirkannya ke tangki atap (*roof tank*). Pada penelitian ini, pompa yang dipilih adalah pompa submersible (*deep well submersible pump*).

Head adalah ukuran energi yang diberikan ke air pada kapasitas dan kecepatan operasi tertentu, sehingga air dapat mengalir dari tempat yang rendah ke tempat yang tinggi. Untuk mendapatkan head pompa yang optimal, maka batasan kecepatan aliran fluida (v) yang ideal adalah antara 0,9 m/dt – 2 m/dt (Tukiman, dkk, 2013). Kecepatan aliran (v) pada pipa air bersih adalah 1,05 m/dt. Perhitungan tekanan total pompa (total head) dapat dihitung dengan rumus berikut

$$H = H_f + H_s + H_v + H_R \quad (2)$$

dimana :

- H = head total
- Hs = head statis pompa
- Hv = head kecepatan =  $\frac{v^2}{2g}$
- Hf = kehilangan tekanan akibat gesekan
- HR = head sisa tekan (residu head)



Gambar 2. Isometri Jalur Perpipaan Air Bersih

Nilai Headloss ( $H_f$ ) didapat dari hasil perhitungan dengan cara menjumlahkan panjang pipa dan panjang ekuivalen ( $L_{eq}$ ) fitting. Nilai  $h_f$  dari hasil perhitungan adalah 19,5 m. Nilai H statis ( $H_s$ ) didapat dengan menjumlahkan tinggi gedung tinggi *roof tank* dan tinggi menara *roof tank*. Nilai  $H_v$  didapat dengan membagi kecepatan aliran air dalam pipa yaitu 1,05 m/dtk dengan dua kali gaya gravitasi, sehingga didapatkan  $H_v$  sebesar 0,056 m. Sedangkan nilai Residual Head (RH) adalah 0,5 m. Dengan demikian, head total dihitung sebagai berikut:

Daya pompa dihitung dengan rumus berikut:

$$P = \frac{Q \times H \times \rho}{367 \times \eta} \quad (3)$$

dimana :

- P = Daya (kW)
- Q = Debit atau kapasitas aliran ( $m^3/jam$ )
- H = Head total pompa
- $\rho$  = Berat jenis fluida ( $kg/m^3$ )
- $\eta$  = Efisiensi pompa dalam (%)
- 367 = Faktor konversi satuan daya

Efisiensi pompa sebesar 75 %, maka daya pompa dihitung sebagai berikut :

$$P = \frac{5,7 \text{ m}^3/\text{jam} \times 37,5 \text{ m} \times 1 \text{ kg/m}^3}{367 \times 75\%}$$

$$= 0,77 \text{ kW} \sim 1,03 \text{ HP}$$

Dengan demikian daya pompa yang dibutuhkan sebesar 770 Watt atau setara dengan 1,03 HP.

$$H = H_f + H_s + H_v + R_H$$

$$= 19,5 \text{ m} + 17,41 \text{ m} + 0,056 \text{ m} + 0,5 \text{ m}$$

$$= 37,5 \text{ m}$$

Kapasitas pompa dihitung berdasarkan jumlah kebutuhan air yang telah direncanakan, yaitu sebesar  $34,2 \text{ m}^3/\text{hari}$  atau sebesar  $1,425 \text{ m}^3/\text{jam}$ . Waktu pengisian dengan pompa direncanakan selama 6 jam, sehingga kapasitas pompa ( $Q_p$ ) yang dibutuhkan sebesar  $5,7 \text{ m}^3/\text{jam}$ .

### 3.5. Perencanaan Penyaluran Air Buangan

Sistem penyaluran air buangan gedung SMKN 3 Kota Jambi direncanakan menggunakan sistem terpisah, dimana air bekas (*grey water*) dan air kotor (*black water*) masing-masing dikumpulkan dan dialirkan secara terpisah. Pembuangan air kotor akan dialirkan ke tangki septik, sedangkan air bekas dialirkan ke Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) sebelum dialirkan ke saluran drainase. Kelebihan menggunakan sistem terpisah ini adalah teknologi dan sistem pembuangannya cukup sederhana, operasi dan pemeliharaannya relatif mudah dan jarang terjadinya penyumbatan pada pipa. Sistem pengalirannya menggunakan sistem gravitasi di mana air buangan mengalir dari tempat yang lebih tinggi secara gravitasi ke saluran umum yang letaknya lebih rendah.

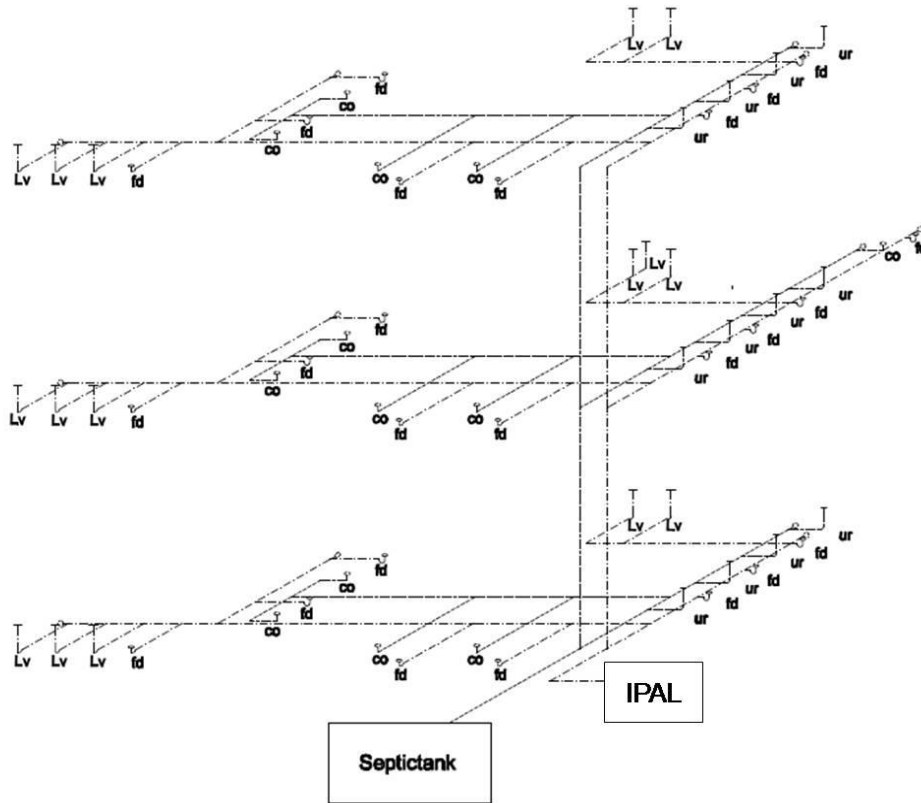
### 3.6. Dimensi Pipa Air Bekas

Perhitungan dimulai dengan mendesain jalur pipa air bekas. Air bekas berasal dari alat plumbing *floor drain* dan *lavatory* yang akan dialirkan ke saluran

drainase gedung. Kemudian diameter pipa dihitung berdasarkan jumlah unit beban dari tiap alat plambing yang mengacu pada SNI 03-7065-2005, dimulai dari alat plambing yang paling jauh dari pipa tegak. Diameter pipa air bekas hasil perhitungan ditampilkan pada Tabel 4 dan Tabel 5. Jalur perpipaan air bekas dan air kotor ditampilkan pada Gambar 3.

**Tabel 4.** Diameter Pipa Cabang Air Bekas

Pipa Cabang	Jumlah UAP	Ukuran Pipa (mm)	inch	Slope
Lantai 3	23	65	3	1/48
Lantai 2	29	75	3	1/48
Lantai 1	23	75	3	1/48



**Gambar 3.** Isometri Jalur Perpipaan Air Bekas dan Air Kotor

**Tabel 5.** Diameter Pipa Tegak Air Buangan

Pipa Tegak	UAP Pipa Cabang	Jumlah UAP Pipa Tegak	Ukuran pipa (mm)	Ukuran pipa (inch)	Slope
Lantai 3	23	23	65	2,5	1/48
Lantai 2	29	52	75	3	1/48
Lantai 1	23	75	75	3	1/48

**Tabel 6.** Diameter Pipa Cabang Air Kotor

Pipa Cabang	Jumlah UAP	Ukuran pipa (mm)	(Inch)	Slope
Lantai 3	96	100	4	1/48
Lantai 2	104	100	4	1/48
Lantai 1	96	100	4	1/48

### 3.7. Dimensi Pipa Air Kotor

Air kotor berasal dari alat plambing urinal dan kloset, kemudian dialirkan ke tangki septik. Di dalam tangki septik, limbah tinja akan mengalami degradasi secara organik oleh mikroorganisme sehingga air yang keluar dapat dibuang ke saluran drainase. Setelah jalur perpipaan didesain, penentuan diameter pipa dihitung dengan menjumlahkan unit beban tiap alat plambing mengacu pada SNI 03-7065-2005. Diameter pipa air kotor hasil perhitungan ditampilkan pada Tabel 6 dan Tabel 7. Ukuran diameter pipa air kotor yang lebih besar daripada pipa air bekas bertujuan agar tidak terjadi penyumbatan limbah tinja pada pipa. Jenis pipa yang digunakan dalam sistem plambing air bersih dan air buangan menggunakan pipa PVC.

**Tabel 7.** Diameter Pipa Tegak Air Kotor

Pipa Tegak	UAP Pipa Cabang	Jumlah UAP Pipa Tegak	Ukuran pipa (mm)	Ukuran Pipa (inch)	Slope
Lantai 3	96	96	100	4	1/48
Lantai 2	104	200	100	4	1/48
Lantai 1	96	296	100	4	1/48

## 4. Kesimpulan

Perencanaan sistem plambing air bersih dan air buangan pada gedung kantor SMKN 3 Kota Jambi mengacu pada SNI 03-7065-2005 tentang Tata Cara Perencanaan Sistem Plambing. Berdasarkan hasil perhitungan, total kebutuhan air sebesar 34,2 m<sup>3</sup>/hari. Sumber air direncanakan dari sumur tanah dalam dan dipompakan ke *roof tank* dengan kapasitas 7600 liter. Air bersih dialirkan ke tiap alat plambing dengan

sistem gravitasi. Perencanaan menggunakan pipa pvc dengan dimensi pipa untuk pendistribusian air bersih adalah 50-65 mm. Nilai head total sebesar 37,5 m dan daya pompa yang dibutuhkan sebesar 0,77 kW.

Sedangkan penyaluran air buangan menggunakan sistem terpisah, dimana air kotor dialirkan ke tangki septik sedangkan air bekas dialirkan ke IPAL untuk diolah terlebih dahulu. Dimensi pipa penyaluran air buangan untuk pipa air bekas berukuran 65-75 mm dan pipa air kotor berukuran 100 mm. Dengan perencanaan sistem plambing ini diharapkan dapat memenuhi kebutuhan air pengguna gedung kantor SMKN 3 Kota Jambi serta meminimalkan terjadinya pencemaran air limbah ke lingkungan.

#### **Daftar Pustaka**

Gupta, L.C. dan Thawari, S. (2016). Plumbing System in High Rise Building. *International Journal for*

*Innovative Research in Science & Technology*, **2(11)**, 719-723.

Noerbambang, M.S. dan Morimura, T. (1984). *Perancangan dan Pemeliharaan Sistem Plambing*. Jakarta: Pradnya Paramita.

Putra, D.A., dkk. 2015. Perencanaan Sistem Instalasi Plambing Air Bersih Gedung Park View Hotel. *Jurnal Reka Lingkungan*, **3 (2)** : 1-11.

Ramachandran. (2016). Nuances of Plumbing in High Rise Buildings. *International Journal of Research in Engineering and Technology*, **5(20)**, 20-15.

Standar Nasional Indonesia (SNI) 03-7065-2005. (2005). *Tata Cara Perencanaan Sistem Plambing*. Jakarta : Badan Standarisasi Nasional.

Tukiman, dkk. (2013). *Perhitungan dan Pemilihan Pompa pada Instalasi Pengolahan Air Bebas Mineral Iradiator Gamma Kapasitas 200 Kci*. Prosiding Pertemuan Ilmiah Perekayasaan Perangkat Nuklir PRPN – BATAN.

World Health Organization. (2006). *Health Aspects of Plumbing*.