

Perencanaan Sistem Instalasi Plambing Air Bersih Gedung *Olifant School*

ANNISA DWI SAFIYANTI¹, YULIANTI PRATAMA², ANINDITO NURPRABOWO³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, ITENAS

Email: annisadwisafi@gmail.com

ABSTRAK

Gedung Olifant School memiliki luas bangunan 10.512 m² dan terdiri dari 6 lantai merupakan sekolah bertaraf internasional yang berada di kota Yogyakarta. Perencanaan sistem instalasi plambing gedung Olifant School meliputi penyediaan air bersih dingin dan air bersih panas yang memiliki peranan sangat penting dalam pemenuhan aspek sarana dan prasarana yang menunjang sanitasi untuk mendukung proses pembelajaran pengguna gedung. Perhitungan kebutuhan air dan diameter pipa air bersih dingin dan panas mengacu pada SNI 03-6481-2000 dan SNI 03-7065-2005. Hasil yang diperoleh untuk total kebutuhan air bersih adalah 51,77 m³/hari dimana kebutuhan air bersih dingin adalah sebesar 27,95 m³/hari, kebutuhan balancing tank sebesar 14,22 m³/hari dan kebutuhan air bersih panas sebesar 9,6 m³/hari. Jenis pipa air bersih dingin dan panas yang digunakan adalah pipa PPR (Poly Propylene Random) dengan rentang diameter pipa air bersih dingin 15-100 mm dan air bersih panas 15-40 mm.

Kata kunci: *plambing, air bersih dingin, air bersih panas, diameter pipa*

ABSTRACT

The Olifant School has built-up 10.512 m² and consist of 6 floors, is an International School located in Yogyakarta City. The planning of plumbing installation systems in this building was included the plans for a system of cold and hot clean-water supply which has an important role in the fulfillment of sanitary aspects. Calculation of water needs and the diameter of the pipes referred to SNI 03-6481-2000 and SNI 03-7065-2005. The results obtained for total clean water needs was 49,64 m³/day, cold clean water needs 25,82 m³/day, balancing tanks needs of 14,22 m³/day and hot clean water needs of 9,6 m³/day. The cold and hot clean water-pipes used is PPR (Poly Propylene Random) type, with diameter range for cold water and hot water of 15-100 mm and 15-40 mm.

Keywords: *plumbing, cold clean water, hot clean water, pipes diameter*

1. PENDAHULUAN

Sekolah pada dasarnya merupakan lembaga tempat dimana terjadinya proses pembelajaran yang dilakukan oleh siswa dengan guru. Tujuan pendidikan akan berjalan dengan baik apabila didukung oleh sarana dan prasarana gedung yang memadai (Fadhilah, 2014).

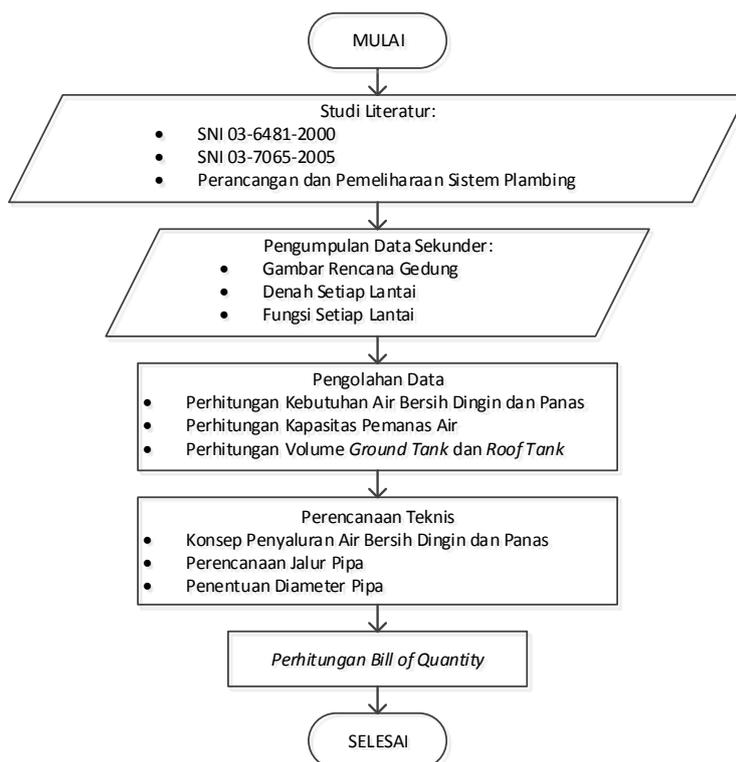
Olifant School merupakan sekolah bertaraf internasional berlokasi di Jalan Cendrawasih 4 A-B Demangan Baru, Yogyakarta yang dibangun di atas tanah seluas 6.314 m² dan memiliki luas bangunan 10.512 m². *Olifant School* terdiri dari *playgroup*, *kindergarten*, sekolah dasar (*elementary school*) dan sekolah menengah atas (*high school*). Gedung *Olifant School* memiliki 6 lantai yang dilengkapi dengan fasilitas seperti *play ground*, klinik, kolam renang, *shower area*, laboratorium, perpustakaan dan kantin.

Pada perencanaan bangunan gedung perlu diketahui elemen-elemen pelengkap bangunan gedung agar bangunan gedung tersebut dapat berfungsi secara optimal. Salah satu elemen tersebut yang perlu diperhatikan adalah sanitasi khususnya dalam sistem penyediaan air bersih (Pynkyawati & Wahadamaputera, 2015). Sanitasi dalam bangunan gedung menjadi penting karena berhubungan dengan kesehatan dan kenyamanan penghuni gedung. Menurut (Jasper, Le, & Bartram, 2012), kurangnya penyediaan air bersih dan fasilitas sanitasi di sekolah dapat meningkatkan potensi penyakit menular dan infeksi pencernaan pada siswa dan akan mempengaruhi produktifitas siswa di sekolah.

Oleh karena itu diperlukan rancangan sistem plambing yang sesuai dengan standar yang berlaku untuk menciptakan sanitasi yang baik sehingga dapat mengurangi potensi penyebaran penyakit di sekolah. Penyediaan air bersih pada gedung *Olifant School* meliputi penyediaan air bersih dingin yang dialirkan ke alat plambing *water closet (wc)*, *urinoir*, *lavatory*, *kitchen sink*, *shower* serta *balancing tank* kolam renang dan penyediaan air bersih panas yang dialirkan ke alat plambing *shower* untuk mandi. Pada perancangan sistem plambing di gedung ini dilakukan perhitungan kebutuhan air bersih dingin dan air bersih panas, perencanaan jalur dan penentuan diameter pipa air bersih dingin dan panas.

2. METODOLOGI

Adapun tahapan perencanaan sistem plambing air bersih dan gedung *Olifant School* dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Tahapan Perencanaan

2.1 Tahapan Perencanaan

1. Studi Literatur
Mempelajari SNI 03-6481-2000 tentang Sistem Plambing dan SNI 03-7065-2005 tentang Tata Cara Perencanaan Sistem Plambing serta melakukan studi literatur mengenai teori-teori yang berhubungan dengan perencanaan sistem plambing.
2. Pengumpulan data sekunder
Melakukan pengumpulan data sekunder berupa gambar rencana gedung, denah setiap lantai, dan fungsi setiap lantai.
3. Pengolahan data
Melakukan perhitungan jumlah populasi berdasarkan denah dan fungsi setiap lantai, perhitungan kebutuhan air bersih dingin berdasarkan jumlah populasi gedung dan kebutuhan air bersih panas berdasarkan jumlah alat plambing serta perhitungan volume *ground tank* dan *roof tank*.
4. Perencanaan sistem instalasi plambing
Melakukan perencanaan teknis berupa konsep pengaliran air bersih dingin & panas, perencanaan jalur pipa dan penentuan diameter pipa air bersih dingin dan panas.
5. Melakukan perhitungan *bill of quantity* yaitu berupa jumlah alat plambing, panjang pipa dan aksesoris pipa yang dibutuhkan.

2.2 Acuan Dalam Perencanaan Sistem Instalasi Plambing

Acuan yang digunakan dalam perencanaan sistem instalasi plambing air bersih dan air buangan gedung *Olifant School* adalah:

- SNI 03-6481-2000 Sistem Plambing untuk menentukan unit beban alat plambing (SNI 03-6481-2000, 2000).

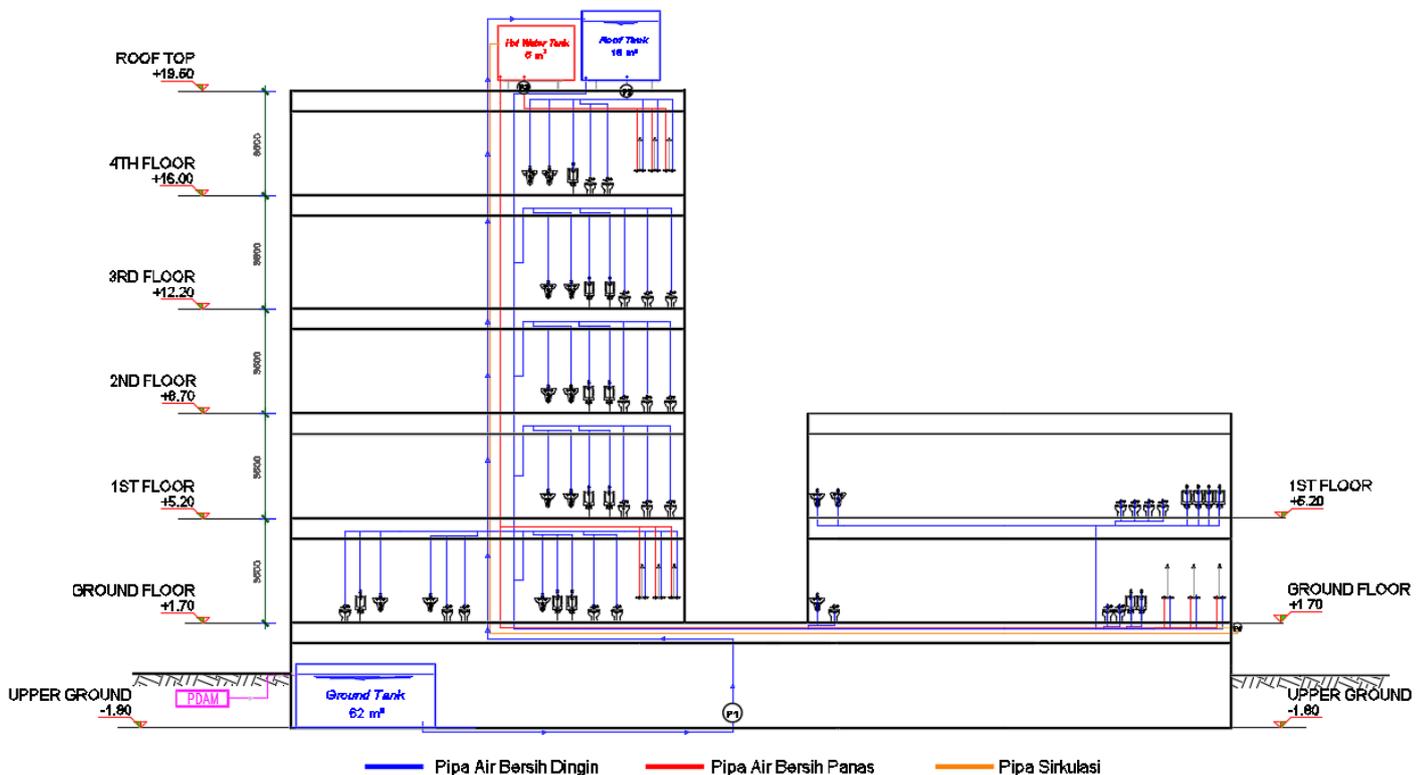
- SNI 03-7065-2005 Tata Cara Perencanaan Sistem Plambing untuk menentukan standar kebutuhan air bersih dingin dan panas.
- Perancangan dan Pemeliharaan Sistem Plambing (Noerbambang & Morimura, 2005) untuk menentukan volume *ground tank*, *roof tank* dan diameter pipa.
- Data Arsitek (Neufert, 2002) untuk menentukan jumlah populasi.

3. ISI

Plambing adalah segala sesuatu yang berhubungan dengan pelaksanaan pemasangan pipa dengan peralatannya di dalam gedung yang bersangkutan dengan air minum, air buangan dan air hujan yang dihubungkan dengan sistem kota atau sistem lain yang dibenarkan (SNI 03-6481-2000, 2000)

Perencanaan pembangunan gedung erat kaitannya dengan sistem plambing. Sistem plambing tersebut bertujuan untuk menyalurkan air bersih dengan tekanan yang mencukupi dan menyalurkan air kotor tanpa menyebabkan pencemaran. Perancangan konsep sistem plambing harus sesuai dengan jenis dan penggunaan gedung, denah bangunan serta dapat memenuhi kebutuhan penghuni gedung (Noerbambang & Morimura, 2005).

Perencanaan sistem plambing air bersih pada gedung *Olifant School* ini menerapkan sistem tangki atap dimana sumber air yang berasal dari Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) ditampung terlebih dahulu didalam *ground tank*. Air bersih yang berada dalam *ground tank* kemudian akan dipompakan menuju *roof tank*. Air bersih dalam *roof tank* kemudian dialirkan keseluruh alat plambing secara gravitasi. Jenis alat plambing yang direncanakan adalah *water closet flush valve*, *urinoir*, *lavatory* dan *kitchen sink*. Konsep penyaluran air bersih pada gedung *Olifant School* dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Skematik Penyaluran Air Bersih Dingin dan Panas

3.1 Kebutuhan Air Bersih Dingin

Air bersih dingin diperlukan untuk aktivitas mandi, cuci, kakus penguni gedung yang dialirkan ke seluruh alat plambing pada lantai 4 sampai dengan lantai *upper ground floor* serta untuk memenuhi kebutuhan fasilitas kolam renang pada lantai *ground floor*. Kebutuhan air bersih dingin dihitung berdasarkan jumlah populasi gedung dan volume *balancing tank* untuk kolam renang. Untuk mengetahui kebutuhan air berdasarkan jumlah populasi perlu diketahui terlebih dahulu standar pemakaian air rata-rata berdasarkan SNI 03-7065-2005.

Tabel 1. Populasi Gedung dan Kebutuhan Air

Penggunaan Ruang	Jumlah Populasi (orang)*	Standar Kebutuhan Air (L/o/h)**	Kebutuhan Air (L/h)
Kantor	56	50	2.800
Playgroup	38	40	1.522
Taman Kanak-kanak	76	40	3.027
SMA	222	80	17.723
Ruang tunggu	50	15	750
Kantin	128	15	1.919
Mushola	21	10	210
Jumlah	590		27.951

Sumber: *Neufert, 2002

**SNI 03-7065-2005

Berdasarkan Tabel 1, jumlah populasi gedung *Olifant School* adalah 590 orang dan kebutuhan air bersih dihitung dengan menggunakan rumus:

$$Q = \text{jumlah populasi} \times \text{pemakaian air rata-rata (L/orang/hari)} \dots \dots \dots (1)$$

Dari hasil perhitungan didapatkan kebutuhan air bersih dingin berdasarkan jumlah populasi gedung adalah sebesar 27.951 Liter/hari atau 27,95 m³/hari.

Kebutuhan air untuk kolam renang dihitung berdasarkan volume *balancing tank* yang digunakan. Pada gedung ini terdapat 2 buah kolam renang, yaitu kolam renang dewasa dengan dimensi panjang 20 m, lebar 6 m dan kedalaman 1,2 m serta kolam renang anak dengan luas permukaan kolam 22,2 m² dan kedalaman 0,5 m. Kolam renang yang ada pada gedung ini menggunakan sistem *overflow*. Sistem sirkulasi *overflow* merupakan sistem sirkulasi dengan cara melimpahkan air keluar badan kolam. Air kolam yang melimpah tersebut akan masuk kedalam saluran yang berada di sekeliling kolam renang atau *gutter drain*. Sistem ini mengharuskan kolam renang memiliki *balancing tank* untuk menampung air yang melimpah tersebut. Air yang berada di *balancing tank* akan diolah dengan proses filtrasi kemudian dialirkan kembali kedalam kolam dengan bantuan pompa. Kebutuhan air *balancing tank* yaitu 10% dari luas permukaan kolam renang (Wahyudi, 2016). Berdasarkan hasil perhitungan didapatkan volume *balancing tank* untuk masing-masing kolam renang adalah 12 m³ dan 2,22 m³.

3.2 Kebutuhan Air Bersih Panas

Air bersih panas diperlukan untuk aktivitas mandi setelah berenang dan melakukan kegiatan olahraga. Kebutuhan air panas dihitung berdasarkan jumlah alat plambing. Pada perencanaan ini alat plambing yang membutuhkan air panas hanya pancuran mandi (*shower*) yang terletak di *shower area & changing room* pada lantai *ground floor* dan *changing room* pada lantai 4. Kebutuhan air panas untuk *shower* mengacu pada Tabel 2. Jumlah *shower* yang direncanakan di gedung *Olifant School* adalah sebanyak 32 buah.

**Tabel 2. Pemakaian Air Panas Pada Alat Plumbing
(Air Panas pada Temperatur 60°C)**

No.	Alat Plumbing	Setiap Pemakaian (Liter)*	Jumlah
1	Bak cuci tangan pribadi	7,5	-
2	Bak cuci tangan untuk umum	5	-
3	Bak mandi Rendam (<i>bath tub</i>)	100	-
4	Pancuran Mandi (<i>shower</i>)	50	32
5	Bak cuci, dapur (<i>kitchen sink</i>)	15	-
6	Bak cuci kecil, dapur (<i>pantry sink</i>)	10	-

Catatan: Faktor pemakaian alat plumbing untuk rumah sakit dan hotel 25%, rumah pribadi, rumah susun dan kantor 30%, pabrik dan sekolah 40%

Sumber: *SNI 03-7065-2005

Adapun langkah yang dibutuhkan untuk menghitung kebutuhan air panas dapat menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Q_d = N \times q_d \dots\dots\dots(2)$$

$$Q_h = Q_d \times \text{faktor pemakaian alat plumbing} \dots\dots\dots(3)$$

$$H = (Q_d) (t_h - t_c) \dots\dots\dots(4)$$

Dimana:

Q_d : Jumlah air panas per hari (liter/hari)

Q_h : Laju aliran air panas maksimum (liter/jam)

H : Kapasitas pemanas (kcal/jam)

N : Jumlah alat plumbing

Berdasarkan Tabel 2, pemakaian air panas untuk *shower* adalah 50 liter/pemakaian, dengan jumlah *shower* 32 buah maka kebutuhan air panas pada perencanaan ini adalah sebesar 9.600 liter/hari dengan laju aliran maksimum 3.840 liter/jam. Temperatur air panas pada tangki penyimpanan harus dibuat lebih tinggi daripada temperatur pemakaian untuk mengatasi kehilangan panas dalam pipa-pipa distribusi. Biasanya temperatur pada tangki penyimpanan adalah 60°C (Noerbambang & Morimura, 2005), dengan perbedaan temperatur sebesar 35°C maka didapatkan kapasitas pemanas yang dibutuhkan adalah 134.400 Kcal/jam.

3.3 Perhitungan *Ground Tank* dan *Roof Tank*

Ground tank (tangki bawah) digunakan sebagai tempat menampung air untuk memenuhi kebutuhan penghuni gedung selama satu hari. Volume *ground tank* dihitung berdasarkan total kebutuhan air selama satu hari kemudian ditambahkan 20% dari kebutuhan air tersebut sebagai faktor keamanan. Kebutuhan air bersih total adalah kebutuhan air bersih dingin, kebutuhan air bersih panas dan kebutuhan air untuk *balancing tank* kolam renang. Berdasarkan hasil perhitungan didapatkan total kebutuhan air pada perencanaan ini adalah 51,77 m³/hari.

Volume *ground tank* yang didapatkan adalah sebesar 62,13 m³ dengan dimensi panjang (P) sebesar 8 m, lebar (L) sebesar 4 m dan kedalaman (H) sebesar 2 m.

Roof tank (tangki atap) dimaksudkan untuk menampung kebutuhan puncak dan disediakan dengan kapasitas yang cukup untuk jangka waktu kebutuhan puncak tersebut. Berdasarkan literatur Pynkyawati & Wahadamaputera (2015), volume *roof tank* adalah 1/3 dari kebutuhan air bersih. Kapasitas efektif *roof tank* dinyatakan dengan rumus:

$$V_e = |Q_p - Q_{max}| \times T_p + (Q_{pu} \times T_{pu}) \dots\dots\dots(6)$$

Dimana:

V_e = kapasitas efektif tangki (liter)

Q_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).

Kebutuhan air pada jam puncak (Q_{max}) adalah sebesar 365,45 liter/menit dengan jangka waktu kebutuhan puncak (T_p) diasumsikan selama 60 menit. Kapasitas pompa pengisi (Q_{pu}) sama dengan nilai Q_{max} sedangkan jangka waktu pompa pengisi (T_{pu}) adalah 30 menit. Dari hasil perhitungan didapatkan kapasitas efektif *roof tank* adalah 18,27 m³ dengan dimensi panjang (P) sebesar 5 m, lebar (L) sebesar 2,5 m dan kedalaman (H) sebesar 1.5 m.

3.4 Diameter Pipa

Jenis pipa yang digunakan dalam perencanaan ini adalah pipa PPR (*PolyPropylene Random*). Pipa PPR dirancang untuk mengalirkan air dingin dan air panas bertekanan. Material pipa ini mempunyai daya hantar panas yang rendah dan permukaan dalam yang licin sehingga dapat mencegah pengendapan kotoran dalam pipa dan *head loss* yang terjadi relatif akan lebih kecil (Wavin, 2011)

Diameter pipa ditentukan berdasarkan unit beban alat plambing (UBAP) yang kemudian dikalikan dengan faktor pemakaian air. Jika pipa melayani lebih dari satu alat plambing maka unit beban dari setiap alat plambing tersebut akan dikumulatifkan. Setelah didapatkan hasil perkalian tersebut selanjutnya diameter pipa ditentukan dengan melihat Tabel 3.

Tabel 3. Unit Beban dan Diameter Pipa

Diameter (mm)	UBAP Kumulatif
15	1
20	2.2
25	4.1
32	8.1
40	12.1
50	22.8
65	44
80	69.4
100	140

Sumber: Noerbambang & Morimura (2005)

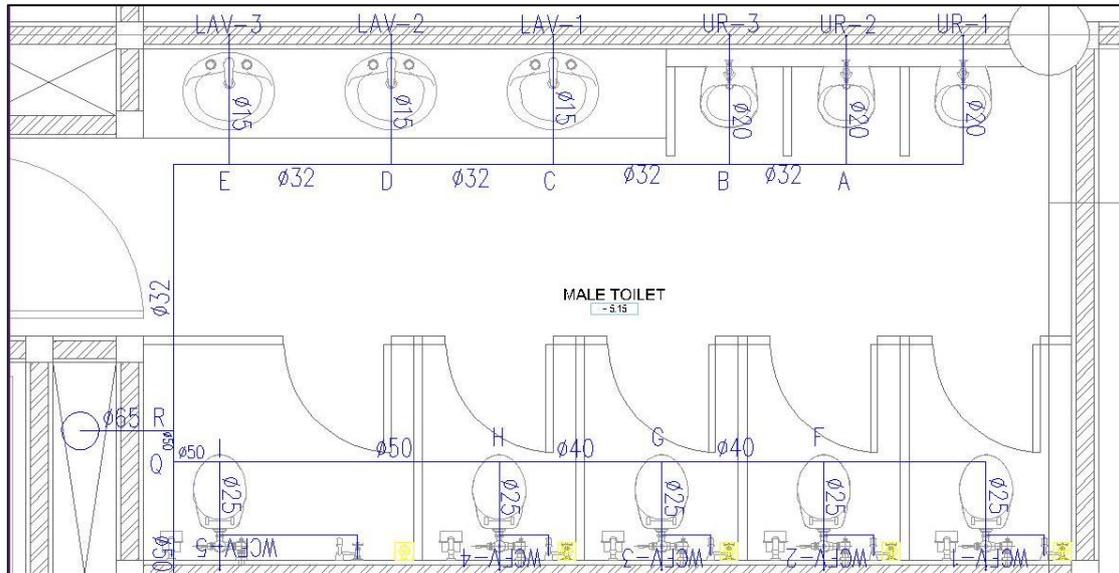
Unit beban alat plambing yang digunakan untuk air bersih dingin dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Unit Beban Alat Plambing (UBAP)

Alat Plambing	UBAP
Water Closet Flush Valve (WCFV)	6
Urinoir	3
Lavatory	1
Shower	2

Sumber: SNI 03-7065-2005

Berikut adalah contoh hasil perencanaan jalur dan penentuan diameter pipa air bersih dingin pada lantai 1:

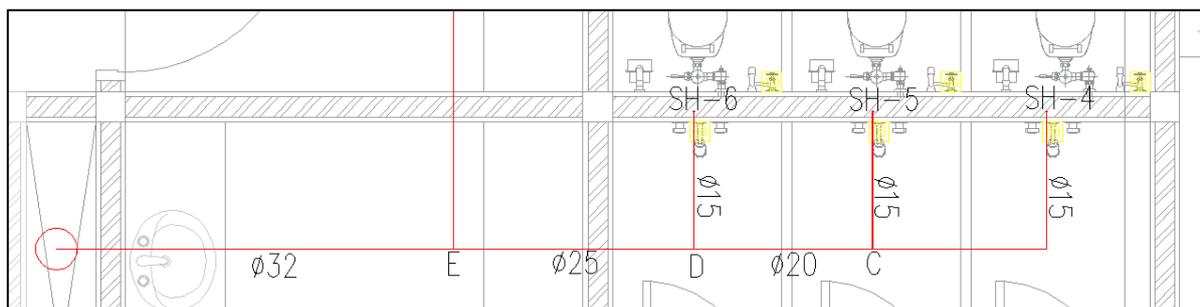


Gambar 3. Jalur Pipa Air Bersih Dingin Lantai 1

Tabel 5. Diameter Pipa Air Bersih Dingin Lantai 1

Segmen Pipa		Alat Plambing	UBAP	Kumulatif	Unit Alat Plambing	Faktor Pemakaian (%)	Perkalian	Diameter (mm)
Dari	Ke							
UR-1	A	Urinoir	3	3	1	100	3.0	20
UR-2	A	Urinoir	3	3	1	100	3.0	20
A	B			6	2	100	6.0	32
UR-3	B	Urinoir	3	3	1	100	3.0	20
B	C			9	3	87.5	7.9	32
LAV-1	C	Lavatory	1	1	1	100	1.0	15
C	D			10	4	75	7.5	32
LAV-2	D	Lavatory	1	1	1	100	1.0	15
D	E			11	5	70	7.7	32
LAV-3	E	Lavatory	1	1	1	100	1.0	15
E	R			12	6	65	7.8	32
WCFV-1	F	WCFV	6	6	1	100	6.0	32
WCFV-2	F	WCFV	6	6	1	100	6.0	32
F	G			12	2	100	12.0	40
WCFV-3	G	WCFV	6	6	1	100	6.0	32
G	H			18	3	87.5	15.8	40
WCFV-4	H	WCFV	6	6	1	100	6.0	32
H	I			24	4	75	18.0	40
WCFV-5	I	WCFV	6	6	1	100	6.0	32
I	Q			30	5	70	21.0	50

Perhitungan diameter pipa air bersih panas sama dengan perhitungan diameter pipa air bersih dingin, yang berbeda hanya nilai unit beban alat plambing (UBAP). Berdasarkan SNI 03-6481-2000, alat plambing yang dilengkapi dengan air panas mempunyai beban sebesar $\frac{3}{4}$ dari beban alat plambing air dingin. Alat plambing yang dilengkapi air panas adalah *shower* dimana mempunyai unit beban alat plambing sebesar 1. Maka untuk menentukan diameter pipa air bersih panas unit beban alat plambing untuk *shower* menjadi 0,75. Berikut adalah contoh hasil perencanaan jalur dan penentuan diameter pipa air bersih panas pada lantai 4:



Gambar 4. Jalur Pipa Air Bersih Panas Lantai 4

Tabel 6. Diameter Pipa Air Bersih Panas Lantai 4

Segmen Pipa		Alat Plambing	UBAP	Kumulatif	Unit Alat Plambing	Faktor Pemakaian (%)	Perkalian	Diameter (mm)
Dari	Ke							
SH-4	C	Shower	1.5	1.5	1	100	1.50	15
SH-5	C	Shower	1.5	1.5	1	100	1.50	15
C	D			3	2	100	3.00	20
SH-6	D	Shower	1.5	1.5	1	100	1.50	15
D	E			4.5	3	87.5	3.94	25
E	Shaft			9	6	65	5.85	32

3.5 Bill of Quantity

Bill of quantity adalah perhitungan jumlah alat plambing dan panjang pipa berdasarkan diameter tertentu serta aksesoris pipa yang digunakan. Berikut adalah jenis dan jumlah alat plambing yang digunakan pada gedung *Olifant School*.

Tabel 7. Jenis dan Jumlah Alat Plambing

Jenis Alat Plambing	Jumlah
<i>Water Closet Flush Valve</i>	60
<i>Lavatory</i>	38
<i>Urinoir</i>	26
<i>Kitchen Sink</i>	1
<i>Shower</i>	32
Jumlah	157

Sumber: Data Sekunder, 2015

Dalam perencanaan ini, air bersih dingin dan air bersih panas dialirkan dalam sebuah pipa dengan diameter tertentu sesuai dengan hasil perhitungan. Berikut adalah rekapitulasi panjang pipa air bersih dingin dan panas yang direncanakan berdasarkan diameter tertentu.

Tabel 8. Panjang Pipa Air Bersih Berdasarkan Diameter

Diameter (mm)	Panjang Pipa Air Bersih Dingin (m)	Panjang Pipa Air Bersih Panas (m)
15	84,28	21,4
20	99,86	16,3
25	104,25	79,1
32	73,80	7,8
40	36,04	3,8
50	33,40	-
65	43,12	-
80	3,5	-
100	11,7	-

Penyaluran air melalui pipa dengan diameter yang beragam membutuhkan aksesoris atau *fitting* pipa untuk mengalirkan air sampai dengan alat plambing. Aksesoris pipa ini berfungsi untuk membelokkan arah aliran dan menyambung pipa baik dengan diameter yang sama atau dengan diameter yang berbeda. Berikut adalah rekapitulasi aksesoris pipa yang dibutuhkan dalam penyaluran air bersih dingin dan panas.

Tabel 9. Kebutuhan Aksesoris Pipa Air Bersih

Jenis	Ukuran	Jumlah	Total
<i>Elbow 90°</i>	15x15	36	81
	20x20	12	
	25x25	23	
	32x32	5	
	40x40	5	
<i>Tee</i>	15	33	134
	20	18	
	25	25	
	32	20	
	40	23	
	50	15	
<i>Reducer</i>	65	4	84
	15x20	19	
	15x25	4	
	15x32	16	
	20x25	11	
	20x32	2	
	20x40	4	
	25x32	3	
	25x40	6	
	25x50	3	
	32x50	1	
	32x65	2	
	40x50	12	
50x65	1		

4. KESIMPULAN

Penyaluran air bersih pada perencanaan instalasi plambing ini menggunakan sistem *downfeed* dimana air dari sumber PDAM ditampung terlebih dahulu dalam *ground tank* kemudian dipompakan ke *roof tank* lalu didistribusikan secara gravitasi ke seluruh alat plambing. Total kebutuhan air bersih pada perencanaan ini adalah 51,77 m³/hari. Volume *ground tank* yang direncanakan adalah sebesar 62,13 m³ dan volume *roof tank* sebesar 18,27 m³. Jenis alat plambing yang digunakan adalah *water closet flash valve, lavatory, kitchen sink* dan *urinoir* dengan jumlah total 157 unit. Jenis pipa yang digunakan adalah pipa PPR (*PolyPropylene Random*) dengan rentang diameter pipa untuk air bersih dingin adalah 15-100 mm dan pipa untuk air bersih panas adalah 15-40 mm.

DAFTAR PUSTAKA

- Fadhilah, N. I. (2014). *Peranan Sarana dan Prasarana Pendidikan Guna Menunjang Hasil Belajar Siswa di SD Islam Al Syukro Universal*. Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah, Jakarta.
- Jasper, C., Le, T.-T., & Bartram, J. (2012). Water and Sanitation in Schools: A systematic Review of the Health and Educational Outcomes. *International Journal of Environmental Research and Public Health*.
- Neufert, E. (2002). *Data Arsitek*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Noerbambang, S. M., & Morimura, T. (2005). *Perencanaan dan Pemeliharaan Sistem Plumbing*. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Pynkyawati, T., & Wahadamaputera, S. (2015). *Utilitas Bangunan Modul Plumbing*. Jakarta: Griya Kreasi.
- SNI 03-6481-2000. (2000). Sistem Plumbing. Jakarta: BSN.
- SNI 03-7065-2005. (2005). Tata Cara Perencanaan Sistem Plumbing. Jakarta: BSN.
- Wahyudi. (2016). Sistem Sirkulasi Overflow. Retrieved 17 November, 2016, from <https://www.kolamrenang.id/sistem-sirkulasi-overflow/>
- Wavin. (2011). Wavin Tigris Green. Retrieved 20 Oktober, 2016, from <http://www.wavin.co.id/produk/tigris-green>