

PERENCANAAN INSTALASI AIR BERSIH DAN AIR LIMBAH PADA GEDUNG *CONTINUING PROGRAM DEVELOPMENT* UNIVERSITAS NEGERI SURABAYA

Khanif Ainur Rofi¹, Ratih Indri Hapsari², Sitti Safiatus Riskijah³

D-IV Manajemen Rekayasa Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang¹, Dosen Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang^{2,3}

Email: khanifarofi@gmail.com¹, ratihindri@gmail.com², ririssafiatus@gmail.com³

ABSTRAK

Aktivitas manusia dalam suatu bangunan erat kaitannya dengan penggunaan air bersih. Perencanaan instalasi air bersih dan air limbah pada Gedung *Continuing Program Development* Universitas Negeri Surabaya dilakukan agar dapat memenuhi kebutuhan air beserta dengan proses pembuangannya, juga untuk memperkirakan anggaran biaya. Metode yang digunakan adalah analisis hidrolik dengan SNI 03-7065-2005 sebagai standar. Data yang diperlukan adalah spesifikasi teknis, gambar desain, fasilitas plambing yang dirancang dan HSPK Kota Surabaya tahun 2019. Kebutuhan air bersih ditentukan dengan menggunakan metode jumlah pemakai dalam setiap lantai gedung. Perencanaan dimensi pipa air bersih menggunakan metode *Hazen-William* sedangkan perencanaan dimensi pipa air limbah dan pipa vent menggunakan metode unit beban alat plambing. Hasil perhitungan diperoleh kebutuhan air bersih besar 222,64 m³/hr; dimensi pipa air bersih rentang ¾" - 5"; diameter pipa air kotor 4" dan diameter pipa air bekas rentang 1" - 2"; diameter pipa vent diameter 2" dan 4"; biaya perencanaan instalasi plambing sebesar Rp 2.481.776.832,00.

Kata kunci : instalasi pipa, pipa hidrolik, kontrol pipa, analisis biaya

ABSTRACT

Human activity in a building is closely related to the use of clean water. Planning for clean water and wastewater installations at the Continuing Program Development Program Building State University of Surabaya is carried out in order to meet water needs and the disposal process, as well as to estimate the budget. The method used is hydraulic analysis with SNI 03-7065-2005 as standard. The data required are technical specifications, design drawings, designed planning facilities and the Surabaya City HSPK in 2019. The need for clean water is determined using the number of users on each floor of the building. The planning of clean water pipe dimensions uses the Hazen-William method, while the dimensional planning of wastewater pipes and ventilation pipes uses the unit load plumbing method. The results of the calculation of large clean water needs 222.64 m³ / hour; clean water pipe dimensions range ¾" - 5"; black water pipe diameter 4" and grey water pipe diameter range 1" - 2"; vent pipe diameter 2" and 4"; Plumbing installation planning costs Rp. 2,481,776,832.00.

Keywords : plumbing installation, pipe hydraulic, pipe control, cost analysis

1. PENDAHULUAN

Air merupakan salah satu kebutuhan primer bagi kehidupan manusia yang dapat dimanfaatkan ke dalam beberapa fungsi, baik untuk keperluan sehari-hari maupun untuk pemanfaatan energi. Dalam pembangunan suatu gedung, tak lepas juga dari peranan akan kebutuhan air bersih. Pada penelitian ini, studi dilakukan untuk menganalisis perancangan sistem distribusi air bersih beserta dengan sistem pembuangan air kotor gedung *Continuing Program Development* Universitas Negeri Surabaya dengan menggunakan perhitungan hidrolika yang diperlukan untuk

menganalisis tercapainya pendistribusian air bersih dan pembuangan air limbah yang optimal.

Menurut Artayana dan Atmaja (2010), perencanaan instalasi air bersih dan air kotor pada bangunan gedung bertingkat 4 dengan jumlah pembulatan penghuni sebanyak 512 orang diperlukan 44,02 m³/hari. Penggunaan kapasitas bak penampung air bersih bawah (*Ground Water Tank*) sebesar 20 m³, dan untuk bak air bersih atas (*Roof Tank*) yaitu sebesar 11 m³. Pengaliran air bersih dari bak air bawah menuju bak air atas digunakan pompa transfer dengan debit yang terjadi sebesar 2,44 liter/detik ~ 8,784 m³/jam. Power pompa yang dihasilkan adalah 0,14 kw. Pipa ven

direncanakan ketinggian ujungnya dari atap dak sepanjang 300 mm.

Menurut Suhardiyanto (2016), perancangan plambing instalasi air bersih dan air buangan pada gedung perkantoraan bertingkat 7 lantai dengan jumlah penghuni bangunan sebesar 1.148 orang diperlukan air bersih sebesar 68,4 m³/hari. Penggunaan kapasitas bak penampung air bersih bawah (*Ground Water Tank*) sebesar 23,4 m³, dan untuk bak air bersih atas (*Roof Tank*) yaitu sebesar 8,8 m³. Bak penampung air buangan yang digunakan (*STP*) dengan kapasitas 40 m³. Pengaliran air bersih dari bak air bawah menuju bak air atas digunakan pompa transfer dengan kapasitas pengaliran sebesar 0,249 m³/menit, Head pompa sebesar 41,327 m, dan NPSHa sebesar 6,63 m. Pada tekanan kerja air bersih yang didistribusikan menuju peralatan saniter pada lantai 6 dan lantai 7 digunakan *Booster Pump* dengan kapasitas pengaliran sebesar 3,59 liter/detik, dan tekanan pada *Booster Pump* sebesar 1,35 kgf/cm².

2. METODE

A. Perhitungan Volume Kebutuhan Air Bersih

Metode yang digunakan dalam menentukan kebutuhan air bersih menggunakan metode jumlah pemakai. Berikut langkah perhitungan kebutuhan air bersih pada gedung bertingkat:

- 1) Menentukan jumlah penghuni atau pemakai gedung
- 2) Menghitung pemakaian air bersih gedung (Q_d) menggunakan **persamaan 1**.

$$Q_d = \Sigma \text{Penghuni} \times \text{Keb. air/Org/hr} \quad (1)$$

- 3) Menghitung kebutuhan air rata-rata per hari (Q_h) menggunakan **persamaan 2**.

$$Q_h = Q_d/T \quad (2)$$

Dimana:

Q_h = Pemakaian air rata-rata (m³/jam)

Q_d = Pemakaian air rata-rata sehari (m³)

T = Jangka waktu pemakaian (jam)

- 4) Menghitung pemakaian air jam puncak dengan **persamaan 3**.

$$Q_{h-\max} = (C_1)(Q_h) \quad (3)$$

Dengan C_1 memiliki nilai antara 1,5 – 2,0

- 5) Menghitung pemakaian air pada menit puncak dengan **persamaan 4**.

$$Q_{m-\max} = (C_2) \left(\frac{Q_h}{60} \right) \quad (4)$$

Dengan C_2 memiliki nilai antara 3,0 – 4,0

B. Dimensi pipa air bersih

Penentuan dimensi pipa air bersih menggunakan metode *hazen-william* dengan debit aliran didapatkan dari perbandingan alat plumbing yang dilayani jalur pipa. Perhitungan dimensi pipa menggunakan **persamaan 5**.

$$D = \sqrt[2]{\frac{4 \times Q}{v \times \pi}} \quad (5)$$

Pengecekan kecepatan aliran menggunakan **persamaan 6**.

$$V_{cek} = \frac{Q}{1/4 \pi D^2} \quad (6)$$

Perhitungan hilang tinggi tekan menggunakan **persamaan 7**.

$$H_f = \frac{10,666 \times Q^{1,85}}{C^{1,85} \times D^{4,85}} \times L \quad (7)$$

Perhitungan sisa tekan menggunakan **persamaan 8**.

$$\text{Sisa Tekan} = \Delta H + H_f \quad (8)$$

C. Dimensi Pipa Air Limbah dan Vent

Penentuan dimensi pipa air limbah menggunakan metode unit beban alat plumbing. Berikut langkah-langkah penentuan dimensi pipa air limbah dan vent

- 1) Menentukan daerah atau jalur tiap sistem pada ruang saniter.
- 2) Menentukan besar unit beban alat plumbing (UAP) dari **tabel 1** di bawah ini

Tabel 1. UAP Alat Plumbing

No.	Alat Plumbing	Øperangkap min(mm)	UAP
1.	Kloset : Tangki gelontor	75	4
	Katup gelontor		8
2.	Peturasan:		
	a. Tipe menempel dinding	40	4
	b. Tipe gantung dinding	40-50	4
	c. Tipe dengan kaki, <i>siphon jet</i> atau <i>blow out</i>	75	8
	d. Untuk umum, model palung setiap 0,60 m		2
3.	Bak cuci tangan (<i>lavatory</i>)	32	1
4.	Bak cuci macam-macam		
	- Dapur, untuk rumah	40-50	(2-4)
	- Dapur, dengan penghancur makanan untuk rumah	40-50	3
	- Hotel, komersial	50	4
	- Bar	32	1,5
	- Dapur kecil, cuci piring	40-50	(2-4)
5.	Buangan lantai (<i>floor drain</i>)	40	0,5
		50	1
		75	2

Sumber: Noerbambang dan Morimura, 2005

- 3) Menentukan nilai beban UAP kumulatif dari setiap alat plambing sampai pada alat plambing yang paling dekat dengan pipa tegak dari setiap jalur.
- 4) Menentukan diameter pipa alat plambing berdasarkan UAP maksimum dari **tabel 2**.

Tabel 2. Penentuan Dimensi Pipa Air Limbah
Beban maksimum unit alat plambing yang boleh disambung kepada:

Ø pipa mm	Cabang mendatar		Satu pipa tegak setinggi 3 tingkat, atau untuk interval			Pipa tegak dengan tinggi lebih dari 3 tingkat						
	Unit alat plambing (praktis)	Reduksi (%)	Unit alat plambing (NFC)	Unit alat plambing (praktis)	Reduksi (%)	Jumlah untuk pipa tegak		Jumlah untuk cabang satu tingkat				
						Unit alat plambing (praktis)	Reduksi (%)	Unit alat plambing (NFC)	Unit alat plambing (praktis)	Reduksi (%)	Unit alat plambing (NFC)	
32	1	100	1	2	100	2	100	2	1	100	1	1
40	3	100	3	4	100	4	100	8	2	100	2	2
50	5	90	6	9	90	10	100	24	6	100	6	6
65	10	80	12	18	90	20	90	48	9	100	9	9
75	14	70	20	27	90	30	90	54	14	90	14	16
100	96	60	160	192	80	240	80	400	72	80	500	90
125	216	60	360	432	80	540	80	880	160	80	1100	200
150	372	60	620	768	80	960	80	1520	280	80	1900	350
200	840	60	1400	1760	80	2200	80	2880	480	80	3600	60
250	1500	60	2500	2660	70	3800	70	3920	700	70	5600	1000
300	2340	60	3900	4200	70	6000	70	5880	1050	70	8400	1500
375	3500	50	7000	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Sumber: Noerbambang dan Morimura, 2005: 202

- 5) Menyesuaikan diameter pipa yang terpasang dengan diameter pipa yang ada dipasaran
- 6) Menentukan slope yang akan digunakan pada pipa air buangan masing-masing alat plambing yang akan menuju pipa tegak

D. Dimensi Pipa Vent

Metode yang digunakan dalam menentukan dimensi pipa vent ialah metode unit beban alat plambing, dimana penentuan dimensi menggunakan **tabel 3**. Berikut ini

Tabel 3. Penentuan Dimensi Pipa Vent

Ukuran pipa tegak air buangan	Beban unit alat plambing yang disambungkan	Diameter pipa ven yang diperlukan (mm)								
		32	40	50	65	75	100	125	150	200
		Panjang maksimum pipa ven (m)								
32	2	9								
40	8	15	45							
40	10	9	30							
50	12	9	22,5	60						
50	20	7,8	15	45						
65	42		9	30	90					
75	10		9	30	60	180				
75	30			18	60	150				
75	60			15	24	120				
100	100			10,5	30	78	300			
100	200			9	27	75	270			
100	500			6	21	54	210			
125	200				10,5	24	105	300		
125	500				9	21	90	270		
125	1100				6	15	60	210		
150	350				7,5	15	60	120	390	
150	620				4,5	9	37,5	90	330	
150	960					7,2	30	75	300	
150	1900					6	21	60	210	

Ukuran pipa tegak air buangan	Beban unit alat plambing yang disambungkan	Diameter pipa ven yang diperlukan (mm)								
		32	40	50	65	75	100	125	150	200
200	600						15	45	150	390
200	1400						12	30	120	360
200	2200						9	24	105	330
200	3600						7,5	18	75	240
250	1000							22,5	37,5	300
250	2500							15	30	150
250	3800							9	24	105
250	5600							7,5	18	75

Sumber: Noerbambang dan Morimura, 2005

E. Rencana Anggaran Biaya

Metode yang digunakan dalam menyusun anggaran biaya menggunakan standar dari Permen PUPR 28-2016. Berikut alur penyusunan anggaran biaya:

- 1) Melengkapi data dasar seperti gambar kerja, RKS, dan HSPK.
- 2) Membuat *Work Breakdown Structure*
- 3) Menghitung volume pekerjaan atau *Bill of Quantity*
- 4) Menghitung Harga Satuan Pekerjaan (HSP) dengan persamaan 9.

$$HSP = k \times HSD \tag{9}$$

Dimana:

k = koefisien dari Permen PUPR 28-2016 (OH, m¹, m², m³, kg, dll)

HSD = harga satuan dasar dari HSPK (Rp)

- 5) Membuat Rencana Anggaran Biaya (RAB) dengan persamaan 10

$$RAB = v \times HSP \tag{10}$$

Dimana:

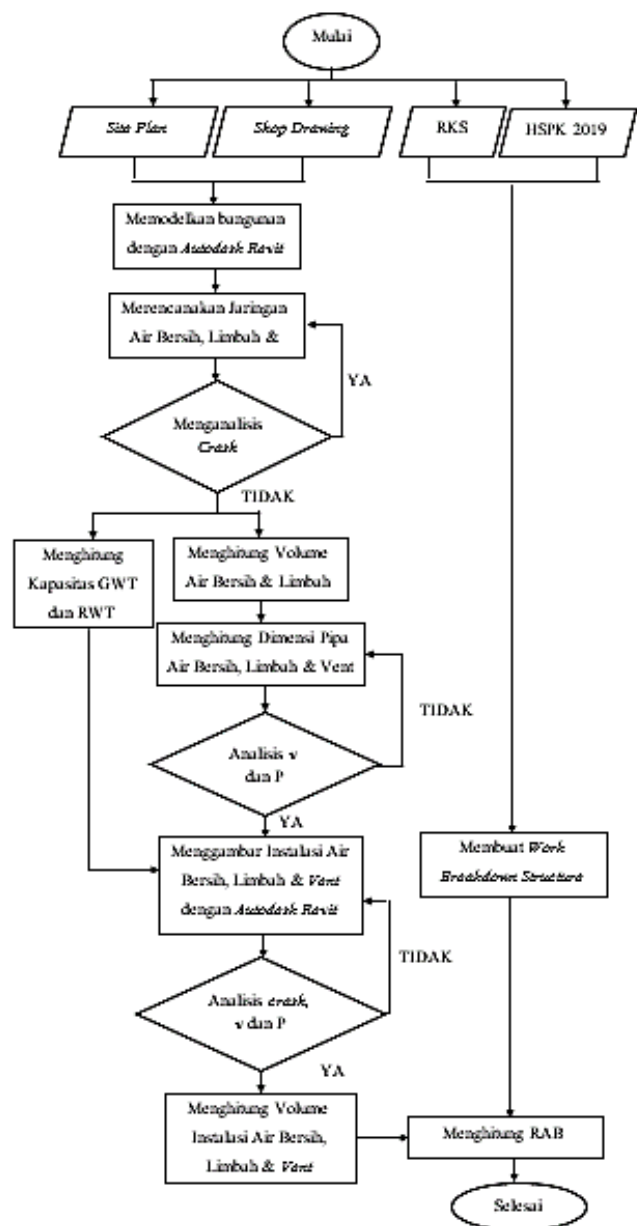
v = volume *quantity* pekerjaan (m¹, m², m³, kg, dll)

HSP = harga satuan pekerjaan

- 6) Membuat rekapitulasi biaya

Diagram Alir Pekerjaan

Alur perencanaan kajian efektivitas instalasi plumbing pada Gedung *Continuing Program Development* Universitas Negeri Surabaya sesuai dengan **Gambar 1**.



Gambar 1. Diagram Alir

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kebutuhan Air Bersih Gedung

Didapatkan jumlah penghuni gedung yang ditinjau sesuai tabel 4.

Tabel 4. Jumlah Penghuni Gedung

Lantai	Penghuni (Org)	Lantai	Penghuni (Org)
1	520	6	270
2	58	7	270
3	450	8	270
4	330	9	270
5	15	Total	2783

Sumber: Hasil Perhitungan

Menggunakan persamaan 1 untuk mencari kebutuhan air per hari pada gedung. Dengan uraian sebagai berikut

$$\begin{aligned}
 Q_d &= \Sigma \text{Penghuni} \times \text{Keb. air/Org/hr} \\
 &= 2783 \text{ Orang} \times 80 \text{ lt/org/hr} \\
 &= 222.640 \text{ lt/hr} \approx 222,640 \text{ m}^3/\text{hr}
 \end{aligned}$$

Diasumsikan jangka waktu penggunaan air maksimal adalah 8 jam. Dengan menggunakan persamaan 2. Didapatkan besar kebutuhan air rata-rata sebagai berikut

$$\begin{aligned}
 Q_h &= Q_d/T \\
 &= 222,640/8 = 27,83 \text{ m}^3/\text{jam}
 \end{aligned}$$

Debit air jam puncak menggunakan persamaan 3. Dengan uraian sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 Q_h - \text{maks} &= C_1 \times Q_h \\
 &= 2,0 \times 27,83 = 55,66 \text{ m}^3/\text{jam}
 \end{aligned}$$

Sedangkan debit air pada menit puncak menggunakan persamaan 4. Sebagai berikut

$$\begin{aligned}
 Q_m - \text{max} &= C_2 \times \frac{Q_h}{60} \\
 &= 4,0 \times \frac{27,83}{60} = 1,85 \text{ m}^3/\text{menit}
 \end{aligned}$$

Dimensi Pipa Air Bersih

Metode Hazen-William digunakan dalam perhitungan dimensi pipa air bersih serta rumus Bernoulli digunakan untuk menghitung tekanan dalam pipa. Perhitungan dimensi pipa terurai sebagai berikut

Tabel 5. Dimensi Pipa Air Bersih

Lantai	Jalur	Q saluran	Dpasaran	V	Sisa tekan
		m ³ /dt	inch	m/dt	Kg/cm ²
Pipa Tegak					
	GWT - RWT	0.029	5	1.946	-4.039
9 - 1	A	0.014	4	1.637	4.076
2 - 1	B, C, D, E	0.003	2	1.522	4.029
Pipa Mendatar					
9	Shaft A - 1	0.001	1 ½	2.07	0.845
	Shaft A - 2	0.001	1 ½	2.07	0.845
8,7,6	*Shaft A - 1	0.0008	¾	2.39	1.884
	Shaft A - 2	0.0008	¾	2.39	1.884

Lantai	Jalur	Q saluran	Dpasaran	V	Sisa tekan
		m ³ /dt	inch	m/dt	Kg/cm ²
5,4,3	Shaft A - 1	0.0009	1	1.87	0.925
	Shaft A - 2	0.0009	1	1.87	0.925
2,1	Shaft A - 1	0.0005	½	1.53	0.830
	Shaft A - 2	0.0005	½	1.53	0.830
	Shaft A - 3	0.0005	½	1.53	0.830
	Shaft A - 4	0.0005	½	1.53	0.830
	Shaft A - 5	0.0005	½	1.53	0.830
	Shaft A - 6	0.0005	½	1.53	0.830

Sumber: Hasil Perhitungan

Perhitungan nilai Q didapat dari perbandingan jumlah alat plambing yang dilayani oleh jalur tersebut. Sehingga didapatkan besar Q untuk jalur shaft ut- a sebesar 0,001 m³/dt. Nilai kekasaran bahan pipa adalah 130, dengan asumsi kecepatan sebesar 2,0 m/dt lalu menggunakan persamaan 5. Didapatkan besar diameter sebagai berikut

$$\begin{aligned}
 D &= \sqrt[2]{\frac{4 \times Q}{v \times \pi}} \\
 &= \sqrt[2]{\frac{4 \times 0,00075}{2,4 \times \pi}} \\
 &= 0.01995 \text{ m} \approx 19,95 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Besar diameter hasil perhitungan disesuaikan dengan diameter yang ada dipasaran sehingga didapat diameter 25 mm atau ¾ inch.

Kemudian dilakukan pengontrolan kecepatan menggunakan persamaan 6. Sebagai berikut

$$\begin{aligned}
 V_{cek} &= \frac{Q}{\frac{1}{4}\pi D^2} \\
 &= \frac{0,00075}{\frac{1}{4}\pi \times 20^2} \\
 &= 2,39 \text{ m/dt}
 \end{aligned}$$

Selanjutnya dilakukan pengontrolan tekanan yang terjadi pada pipa menggunakan persamaan 8. Dengan uraian sebagai berikut

Menggunakan persamaan 7. Besar nilai hilang tinggi tekan adalah

$$\begin{aligned}
 H_f &= \frac{10,666 \times Q^{1,85}}{C^{1,85} \times D^{4,85}} \times L \\
 &= \frac{10,666 \times 0,00075^{1,85}}{130 \times 20^{4,85}} \times 5 \\
 &= 1,88 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Dari perhitungan tersebut, besar hilang tekan pada pipa shaft A menuju toilet 1 pada lantai 6 sebesar 1,88 m.

Dimensi Pipa Air Limbah

Menggunakan metode Unit Beban Alat Plambing penentuan dimensi Pipa Air Limbah mendapatkan hasil sebagai berikut

Tabel 6. Dimensi Pipa Air Kotor

Alat Plambing	Jenis pipa	UAP	Akumulasi UAP	Diameter Perangkap Minimum	Ukuran Pipa dipakai	Ukuran Pipa dipasaran	Kemiringan
				mm	mm	Inch	
Urinoir	Mendatar	8	8	50	50	4	2%
Water Closet	Mendatar	40	40	75	75	4	2%
	Tegak		48	75	75	4	

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 7. Dimensi Pipa Air Bekas

Alat Plambing	Jenis pipa	UAP	Akumulasi UAP	Diameter Perangkap Minimum	Ukuran Pipa dipakai	Ukuran Pipa dipasaran	Kemiringan
				mm	mm	Inch	
Lavatory	Mendatar	4	7	32	65	2 1/2	1%
Floor Drain	Mendatar	2	12	50	50	2	1%
	Tegak		15	32	100	4	

Sumber: Hasil Perhitungan

Dimensi Pipa Vent

Menggunakan metode Unit Beban Alat Plambing didapatkan dimensi pipa vent sebagai berikut

Tabel 8. Dimensi Pipa Vent

Ukuran Pipa Pembuangan	Beban Alat Plambing	Panjang Pipa Ven Maks	Ukuran Pipa Ven	Ukuran Pipa Ven di Pasaran
mm		mm	mm	inch
Pipa Mendatar				
65	35	7	40	2
Pipa Tegak				
75	35	40	75	4

Sumber: Hasil Perhitungan

Anggaran Biaya

Perhitungan rencana anggaran dimaksudkan untuk menentukan total biaya yang dibutuhkan untuk pekerjaan sistem air bersih dan air limbah. Tabel 11 menunjukkan item pekerjaan dari perencanaan instalasi air bersih dan air limbah pada gedung *Continuing Program Development* Universitas Negeri Surabaya beserta dengan biayanya. Total biaya anggaran adalah Rp 2.481.776.832,00.

Tabel 9. Rekapitulasi Biaya

No.	Item Pekerjaan	Jumlah Harga (Rp)
A	Pekerjaan Alat Saniter	665.687.111
B	Pekerjaan Pipa Air Bersih	437.871.797
C	Pekerjaan Pipa Air Limbah dan Vent	574.998.806
D	Pekerjaan Hidran	204.829.729
E	Pekerjaan Bak Penampung	598.389.389
	Total	2.481.776.832

Sumber: Hasil Perhitungan

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut

- 1) Perhitungan kebutuhan air bersih mendapatkan hasil dengan besar 222,64 m³/hr.
- 2) Dimensi pipa air bersih mendapati diameter dengan rentang 3/4" sampai 5".
- 3) Ukuran diameter pipa air kotor 4" dan diameter pipa air bekas dengan rentang 1" – 2", sedang pipa vent diameter 2" dan 4".
- 4) Biaya perencanaan sistem instalasi plambing sebesar Rp 2.481.776.832,00.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Artyana, Ketut Catur Budi & Atmaha, Gede Indra. 2010. *Perencanaan Instalasi Air bersih & Air limbah Pada Bangunan Gedung dengan Menggunakan Sistem Pompa*. Jakarta: Jurnal Teknik Mesin. 1 (4).
- [2] Suhardiyanto. 2016. *Perancangan Sistem Plambing Instalasi Air Bersih Dan Air Buangan Pada Pembangunan Gedung Perkantoran Bertingkat Tujuh Lantai*. Jurnal Teknik Mesin. 5 (3)
- [3] Amalia, Aniendhita Rizki. 2016. *Studi Literatur tentang Program Bantu Autodesk Revit Structure*. Surabaya: Jurnal Teknik Sipil.
- [4] Noerbambang, S. M., & Morimura, T. 2005. *Perencanaan dan Pemeliharaan Sistem Plambing*. Jakarta: Pradnya Paramita
- [5] Standar Nasional Indonesia (SNI) 7509:2011. (2011). *Tata Cara Perencanaan Teknik Jaringan Distribusi Dan Unit Pelayanan Sistem Penyediaan Air Bersih*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional