

ANALISA KINERJA POMPA SENTRIFUGAL UNTUK MENYUPLAI KEBUTUHAN AIR BERSIH GEDUNG *BANK BUMN* DI SURABAYA

Oleh:

M. Zainal Abidin

Ali Akbar ST.MT.

Peogram Studi Teknik Mesin

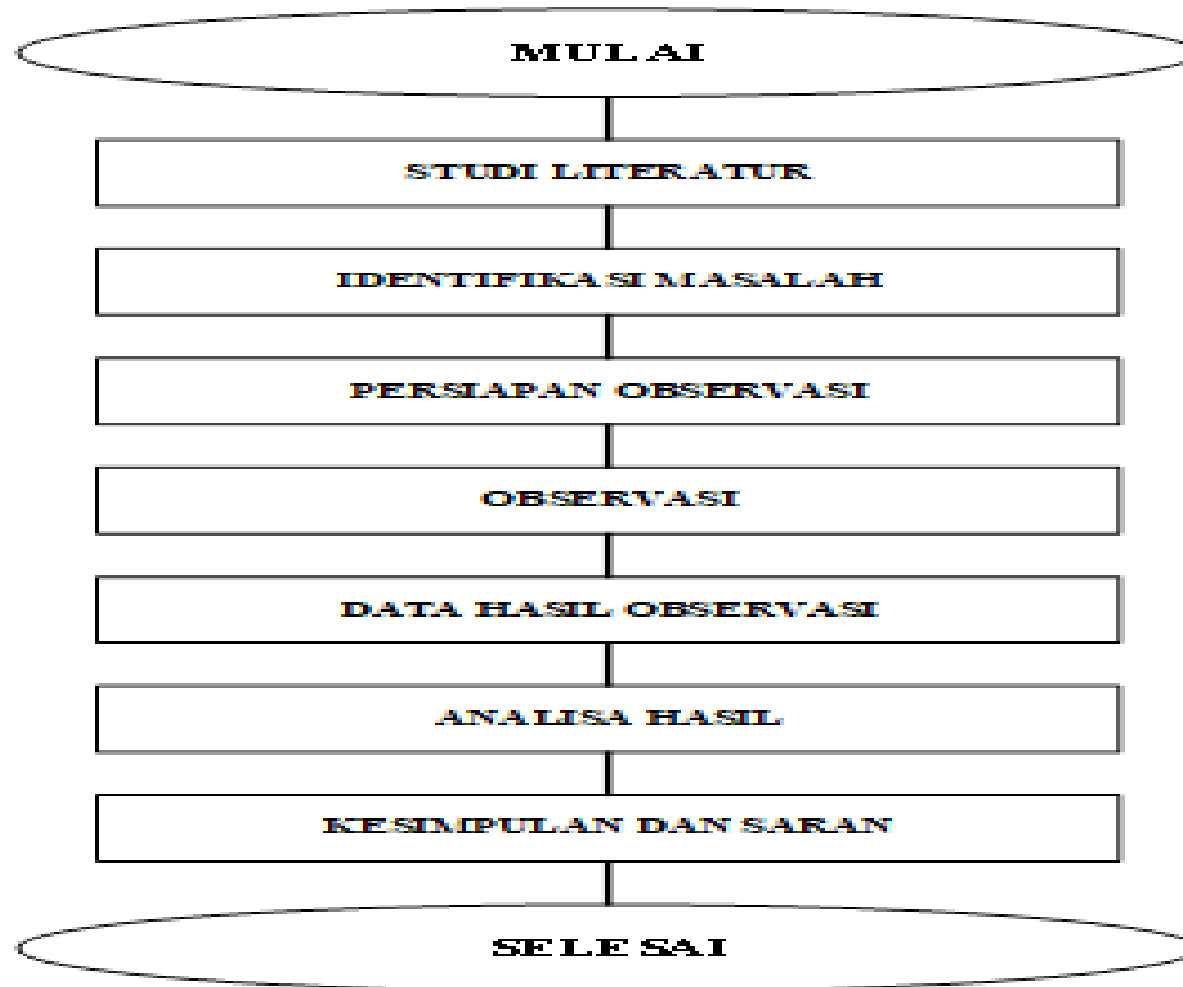
Universitas Muhammadiyah Sidoarjo

2025

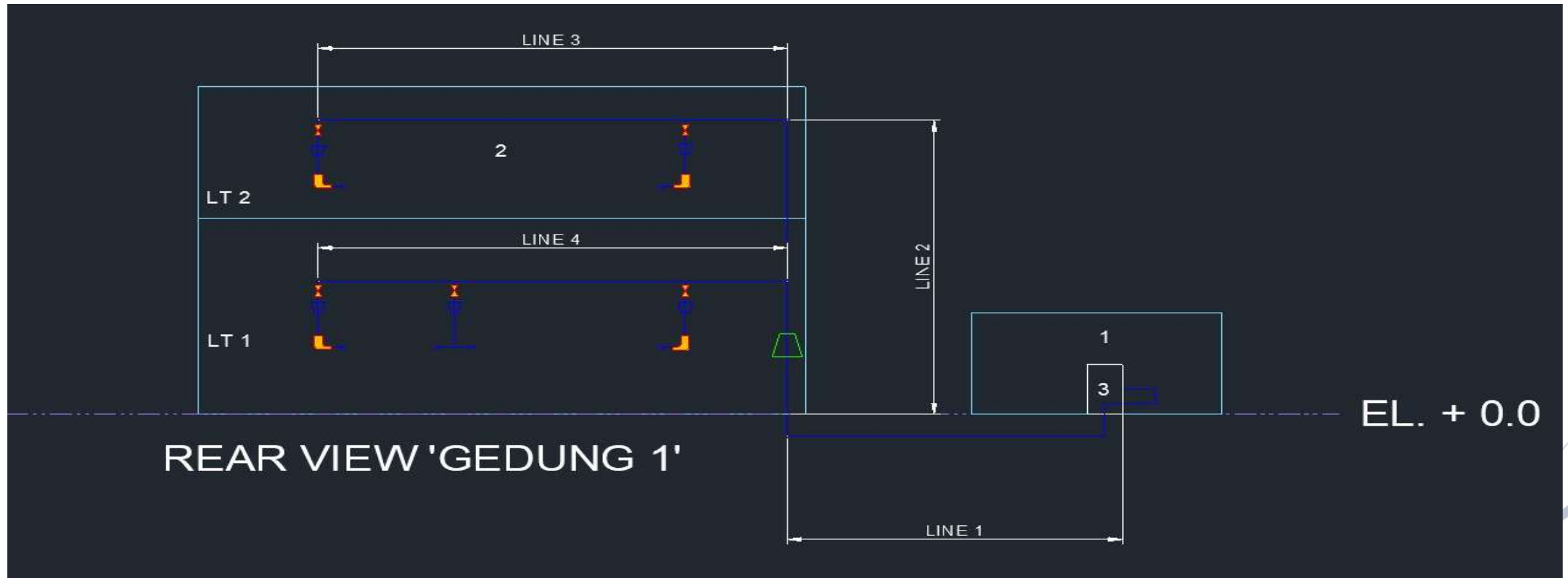
Latar Belakang

- Suplay air bersih sangatlah penting bagi kebutuhan air bersih pada gedung, sekolah, industri ataupun perkantoran, untuk kebutuhan air bersih wastafel, kran wudhu, toilet yang mempunyai peranan penting setiap harinya, sistem perpipaan dan sistem suplay air bersih dari groundtank atau sumur perlu di perhatikan dan di perhitungkan secara baik agar dapat menyuplai kebutuhan air bersih yang sangat banyak di gunakan setiap harinya.
- Perencanaan instalasi pompa juga mempunyai peranan penting untuk sistem plumbing air bersih gedung agar kinerja pompa tidak berlebihan dan air dalam pipa tetap bertekanan tinggi, pada saat membuka kran air selalu dalam kondisi tercukupi atau air tidak kecil saat di gunakan. Instalasi pompa di gedung ini memiliki 3 unit pompa tipe centrifugal dan di otomisasi dengan control PLC untuk mengontrol kinerja pompa, dan di instalasi pompa di gedung ini di lengkapi dengan pressure switch control untuk mengatur tekanan minimum agar pompa dapat beroperasi pada saat tekanan pada pipa plumbing air bersih ini sudah turun pada batas minimum yang telah di tentukan.

Alur Penelitian



Gambar Panjang Installasi keseluruhan Pipa air bersih



Tabel Data Instalasi Line Pipa Seluruh Gedung

Nama	Ukuran	Panjang Dan Jumlah Item
Pipa	3 in	18.100,5 cm
Pipa	1 in	6.500 cm
Pipa	½ in	2.000 cm
Gate Valve	3 in	1 item
Gate Valve	1/2 in	5 item
Reducer	3x1 in	1 item
Reducer	1x ½ in	5 item
Knee Reducer	½ x 3/4	24 item
Knee	3 in	1 item
Knee	1 in	3 item
Tee	1 in	4 item
Tee	1/2 in	27 item

Tabel Koefisien Kerugian Aksesoris Pipa PPR

Aksesoris Pipa	Koefisien Kerugian (K)	Sumber
Elbow 90°	0,75	"Menghitung-head-loss-atau-kehilangan." oleh Made Whidi.
Tee	1,8	"Menghitung-head-loss-atau-kehilangan." oleh Made Whidi.
Valve (Gate)	0,17	"Menghitung-head-loss-atau-kehilangan." oleh Made Whidi.
Knee Reducer 1/2 x 3/4	0,75	"Menghitung-head-loss-atau-kehilangan." oleh Made Whidi.
Reducer 3 x 1	0,1	"Menghitung-head-loss-atau-kehilangan." oleh Made Whidi.
Reducer 1 x 1/2	0,1	"Menghitung-head-loss-atau-kehilangan." oleh Made Whidi.

Nilai Koefisien Manning Pipa (nilai kekasaran atau hambatan pada suatu aliran).

Bahan ^	Nilai ϵ (mm) ^
Beton, kasar	0,25
Beton, baru halus	0,025
Tabung yang ditarik	0,0025
Kaca	0,002
Besi cor	0,15
Plastik (PVC, ABS)	0,002
Baja, dilapisi mortar	0.1
Baja, berkarat	0.5
Baja, struktural atau ditempa	0,025
Baja, dilas dan tanpa sambungan	0,060

Perhitungan Faktor Gesekan Pipa

- Perhitungan pada pipa 3 in :

Langkah pertama yaitu merubah diameter dari satuan inci, kedalam satuan cm. Dengan perhitungan sebagai berikut :

Diketahui :

1 inci = 2,54 cm.

Perhitungan untuk mengubah 3 inci kedalam satuan centimeter (cm) :
 $3 \text{ in} \times 2,54 \text{ cm/in} = 7,62 \text{ cm}$

Jadi, diameter pipa ukuran 3in adalah sebesar = 7,62 cm

Langkah kedua yaitu mencari nilai Re (Reynold Numbers) dengan menggunakan rumus *Colebrook-White* :

Diketahui :

$\rho = 0,000001 \text{ (kg/cm}^3\text{)}$

$v = 8000 \text{ (cm/s)}$

$D = 7,62 \text{ (cm)}$

$\mu = 0,01 \text{ (Pa}\cdot\text{s atau g/(cm}\cdot\text{s))}$

Maka :

$$Re = \frac{0,000001 \cdot 8000 \cdot 7,62}{0,01}$$

$$Re = 6,096 \text{ cm}$$

Jadi, nilai Re (Reynold Numbers) sebesar 6,096 cm

Setelah diketahui nilai Re, dilakukan perhitungan untuk mencari nilai faktor gesekan f dengan menggunakan rumus *Colebrook-White* :

Diketahui :

$$\sqrt{f} = 0,03$$

$$\varepsilon = 0,02 \text{ (cm)}$$

$$D = 7,62 \text{ (cm)}$$

Maka :

$$\frac{1}{\sqrt{0,02}} = -2 \log_{10} \left(\frac{0,02/7,62}{3,7} + \frac{2,51}{6,096 \sqrt{0,02}} \right)$$

$$\frac{1}{\sqrt{0,02}} = -2 \log_{10} (0,0007093708 + 2,92018019024)$$

$$\frac{1}{\sqrt{0,02}} = -2 \log_{10} (2,920187283948)$$

$$= 8,002 \text{ cm}$$

Jadi nilai faktor gesekan f untuk pipa 3 in sebesar 8,002 cm.

Perhitungan Headllos Mayor Dan Headllos Minor Instalasi Line 1

- Perhitungan headloss mayor pada pipa 3 in :

Diketahui :

$$f = 8,002$$

$$L = 1100 \text{ (cm)}$$

$$D = 7,62 \text{ (cm)}$$

$$V = 8000 \text{ (cm/s)}$$

$$g = 981 \text{ (cm/s}^2\text{)}$$

Maka :

$$hm = 8,002 \frac{1100}{7,62} \frac{8000^2}{2.981}$$

$$hm = 8,002 \times 144,35695581 \times 32,619775739$$

$$hm = 37.680.549,8702 \text{ cm}$$

- Perhitungan headloss minor pada Gate valve 3 in :

Dimana :

$$K = 0,17$$

$$V = 8000 \text{ (cm/s)}$$

$$g = 981 \text{ (cm/s}^2\text{)}$$

Maka :

$$hmn = 0,17 \frac{8000^2}{2.981}$$

$$hmn = 0,17 \times 32,6197757$$

$$hmn = 5.545,36 \text{ cm}$$

- Perhitungan headloss minor pada Knee 3 in :

Dimana :

$$K = 0,75$$

$$V = 8000 \text{ (cm/s)}$$

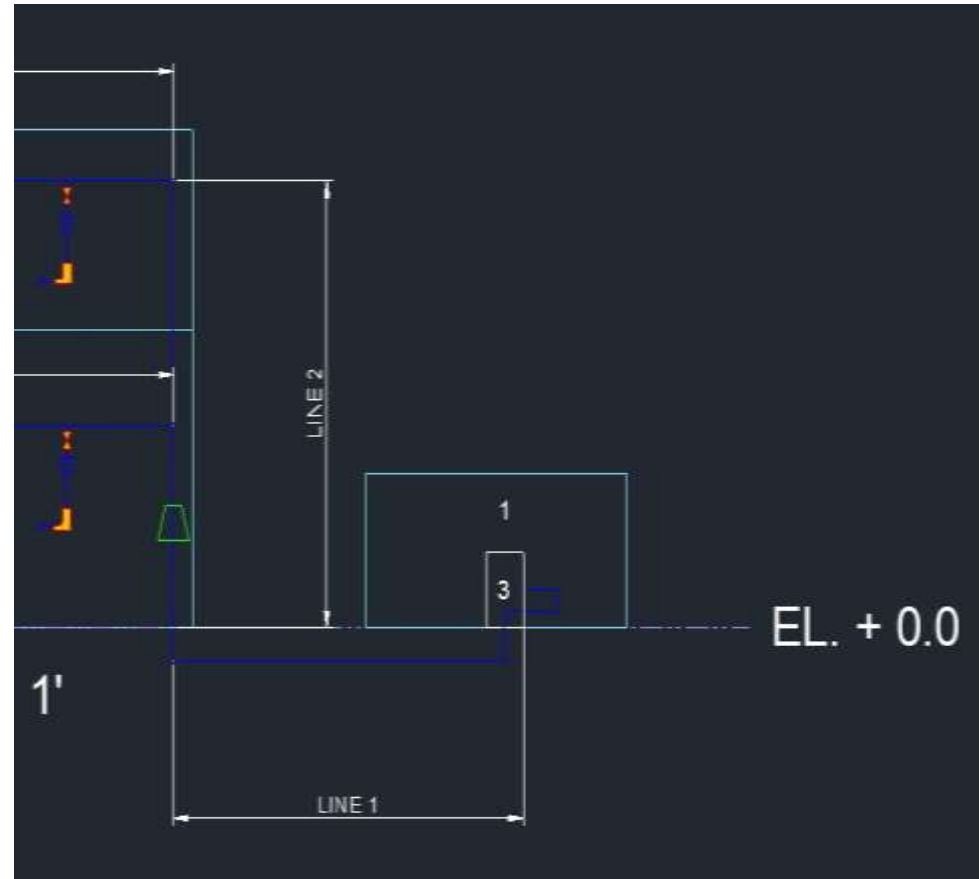
$$g = 981 \text{ (cm/s}^2\text{)}$$

Maka :

$$h_{mn} = 0,75 \frac{8000^2}{2 \cdot 981}$$

$$h_{mn} = 0,75 \times 32,6197757$$

$$h_{mn} = 24.464,83 \text{ cm}$$



Tabel Perhitungan Line 1

PERHITUNGAN HEADLOSS PIPA												
NO	NAMA	ITEM	JUMLAH	D (cm)	f	k	L (cm)	V (cm/s)	g (cm/s²)	HM	HMN	HASIL
1	Ins. Pipa Line 1	pipa 3 in		7,62	8,002		1100	8000	981	37.680.549,87		37.680.549,80
		Gate Valve 3 in	1			0,17		8000	981		5.545,36	4.566,70
		Knee 3 in	3			0,75		8000	981		24.464,83	73394,49
HEADLOSS TOTAL												37.758.510,99

Jadi, nilai headloss mayor pada pipa line 1 ukuran 3in di bulatkan menjadi sebesar 37.680,8 cm, dan perhitungan headloss minor pada aksesoris pipa dan di jumlah dengan banyaknya aksesoris pipa tersebut pada masing-masing aksesoris. 37.758.510,99 cm

J

Tabel Perhitungan Line 2

PERHITUNGAN HEADLOSS PIPA												
NO	NAMA	ITEM	JUMLAH	D (cm)	f	k	L (cm)	V (cm/s)	g (cm/s ²)	H _f	H _{if}	HASIL
2	Ins. Pipa Line 2	pipa 3 in		7,62	8,002		200	8000	981	6.851.009,07		6.851.009,07
		pipa 1 in		2,54	8,95		4500	8000	981	517.228,92		517.228,92
		knee 1 in	1			0,75		8000	981		24.464,83	24.464,83
		Reducer 3 X 1 in	1			0,1		8000	981		3.261,97	3.261,97
		Tee 1 in	1			1,8		8000	981		58.715,60	58.715,60
HEADLOSS TOTAL												7.454.680,40

Jadi, nilai headloss mayor pada pipa line 2 ukuran 3in sebesar 6.851.009,07 cm, pipa ukuran 1in sebesar 517.228,92cm dan perhitungan headloss minor pada aksesoris pipa dan di jumlah dengan banyaknya aksesoris pipa tersebut pada masing-masing aksesoris. Headloss total pada installasi pipa line 2 sebesar 7.454.680,40 cm.

Tabel Perhitungan Line 3

PERHITUNGAN HEADLOSS PIPA												
NO	NAMA	ITEM	JUMLAH	D (cm)	f	k	L (cm)	V (cm/s)	g (cm/s ²)	H _f	H _{if}	HASIL
3	Ins. Pipa Line 3	pipa 1 in		2,54	8,95		8400	8000	981	965.493.992,15		965.493.992,15
		pipa 1/2 in		1,27	4,58		800	8000	981	94.109.337		94.109.337
		knee 1 in	1			0,75		8000	981		24.464,83	24.464,83
		Tee 1 in	1			1,8		8000	981		58.715,60	58.715,60
		Reducer 1 X 1/2 in	2			0,1		8000	981		3.261,97	6.523,94
		Gate Valve 1/2 in	2			0,17		8000	981		5.545,36	11.090,72
		Tee 1/2 in	12			1,8		8000	981		58.715,60	704.587,20
		knee Reducer 1/2 x 3/4	12			0,75		8000	981		24.464,83	293.577,96
HEADLOSS TOTAL												1.060.702.289,40

Jadi, nilai headloss mayor pada pipa line 3 ukuran 1in sebesar 965.493.992,15 cm, pipa ukuran 1/2in sebesar 94.109.337 cm dan perhitungan headloss minor pada aksesoris pipa dan di jumlah dengan banyaknya aksesoris pipa tersebut pada masing-masing aksesoris. Headloss total pada installasi pipa line 3 sebesar 1.060.702.289,40 cm.

Tabel Perhitungan Line 4

PERHITUNGAN HEADLOSS PIPA												
NO	NAMA	ITEM	JUMLAH	D (cm)	f	k	L (cm)	V (cm/s)	g (cm/s ²)	H _f	H _{if}	HASIL
4	Ins. Pipa Line 4	pipa 1 in		2,54	8,95		8400,5	8000	981	965.551.462,03		965.493.992,15
		pipa 1/2 in		1,27	4,58		1200	8000	981	141.164.005,88		141.164.005,88
		knee 1 in	1			0,75		8000	981		24.464,83	24.464,83
		Tee 1 in	2			1,8		8000	981		58.715,60	58.715,60
		Reducer 1 X 1/2 in	3			0,1		8000	981		3.261,97	9.785,91
		Gate Valve 1/2 in	3			0,17		8000	981		5.545,36	16.636,08
		Tee 1/2 in	15			1,8		8000	981		58.715,60	880.734,00
		knee Reducer 1/2 x 3/4	12			0,75		8000	981		24.464,83	293.577,96
HEADLOSS TOTAL												1.107.941.912,41

Jadi, nilai headloss mayor pada pipa line 4 ukuran 1in sebesar 965.551.462,03 cm, pipa ukuran 1/2in sebesar 141.164.005,88 cm dan perhitungan headloss minor pada aksesoris pipa dan di jumlah dengan banyaknya aksesoris pipa tersebut pada masing-masing aksesoris. Headloss total pada installasi pipa line 4 sebesar 1.107.941.912,41 cm.

Nilai Headloss Total

Perhitungan headloss dari intallasi line 1 sampai instalasi line 4 dapat di hitung untuk mengetahui headloss total dari keseluruhan instalasi, dengan dilakukan penjumlahan dari nilai headloss total tiap line.

Maka :

$$\begin{aligned} H_t &= \text{Line 1} + \text{Line 2} + \text{Line 3} + \text{Line 4} \\ &= 37.758.510,99 \text{ cm} + 7.454.680,40 \text{ cm} + 1.060.702.289,40 \text{ cm} \\ &\quad + 1.107.941.912,41 \text{ cm} \\ &= 2.213.857.393,20 \text{ cm} \end{aligned}$$

Jadi, headloss total dari keseluruhan instalasi pipa dan aksesoris pipa PPR gedung bank BUMN di Surabaya ini sebesar 2.213.857.393,20 cm, jika di rubah kedalam satuan meter sebesar 2213857393,20 m.

Pengaruh Spesifikasi Pompa

- Pompa dengan spesifikasi CDX/I 120/20 IE3 dapat mensuplay air sebesar 160 l/min, jika ketiga pompa tersebut beroperasi secara bersamaan, maka di kali tiga pompa menjadi sebesar 480 l/min, sistem pompa air bersih pada gedung bank BUMN di Surabaya ini saling membackup kinerja pompa jika tekanan atau suplay air kurang. Head maksimum pompa dengan tipe CDX/I 120/20 IE3 sebesar 40.5 jika ketiga pompa hidup bersamaan. Konsumsi daya energi ketika pompa beroperasi sebesar 1.5 kW, jika ketika pompa hidup secara bersamaan maka daya energi yang di pakai untuk mengoperasikan pompa sebesar 4.5 kW.

Hasil Analisa Headloss

- Telah dilakukan perhitungan headloss dari keseluruhan installasi pipa suplay air bersih di gedung bank BUMN di Surabaya ini, nilai headloss pompa jika digunakan untuk pompa distribusi air bersih untuk keperluan gedung sebesar 2.213.857.393,20 cm, jika di rubah kedalam satuan meter sebesar 2213857393,20 m. Sedangkan spesifikasi rangkaian paralel pompa ini memiliki head pompa sebesar $H/H_{max}: 121.5$ m, kemudian dikurangi dengan nilai hasil perhitungan headloss, nilai headloss menjadi sebesar 22138573,932 m. Jadi, dengan headloss yang telah dihitung adalah hasil ketika semua kran kebutuhan air bersih dibuka secara bersamaan, sedangkan kebutuhan air bersih pada gedung bank BUMN di Surabaya ini tidak memungkinkan untuk dibuka secara bersamaan, karena sistem pada air bersih pada gedung bank BUMN di Surabaya ini bermacam-macam, seperti wastafel, tempat wudhu, dan shower kamar mandi. Wastafel pada gedung bank BUMN di Surabaya ini mempunyai sistem otomatis, jika di hidupkan dalam waktu 5 detik maka aliran air pada wastafel akan berhenti jika tombol wastafel tidak di tekan lagi.

Hasil Analisa Sistem dan Spesifikasi Pompa

- Telah dilakukan analisa pada spesifikasi pompa, kinerja pompa dioperasikan dengan sistem otomatis menggunakan sistem pressure switch di settingan cut off pompa sebesar 2 bar, dan settingan running pompa sebesar 1,5 bar. Jadi, sistem pompa suplay air bersih untuk gedung bank BUMN di surabaya ini, jika tekanan kurang dari 1,5 bar akibat pemakaian untuk air bersih, maka pompa 1 akan running untuk mensuplay air bersih, dan jika pompa 1 tidak bisa membackup kebutuhan air maka pompa 2 akan beroperasi untuk membantu pompa 1 mensuplay air. Begitu juga seterusnya sampai pompa ke 3 running jika kebutuhan suplay air bersih kurang, keseluruhan kinerja pompa ini di atur dengan settingan pressure switch dan PLC(Programmable Logic Controller). Sistem distribusi air bersih di gedung bank BUMN di Surabaya ini menhandalkan tekanan dari sistem instalasi, jadi suplay tekanan di dalam pipa sangat penting, karena ketika tekanan air kurang maka menjadi masalah besar untuk distribusi air di gedung bank BUMN di Surabaya ini. Sehingga dengan instalasi pompa paralel 3 unit dengan sistem otomatis PLC dapat menyuplai dengan baik untuk distribusi air bersih gedung bank BUMN di Surabaya ini.

KESIMPULAN DAN SARAN

- Dari hasil analisa pada sistem pompa distribusi air bersih gedung bank BUMN di Surabaya ini dari segi headloss sebesar 22138573,932 m. Tekanan pompa dalam satu pompa dapat mensuplay sebesar 8 bar, dan kebutuhan tekanan dalam pipa distribusi air bersih dalam gedung sebesar 2 bar, sehingga dengan tekanan sebesar 8 bar, maka pompa dapat mensuplay tekanan 8 bar dalam pipa jika kran air di buka dan tekanan harus stabil pada 2 bar dengan jangka waktu yang lebih lama lagi. Ketika 1 pompa tidak bisa mensuplai tekanan maka pompa 2 akan otomatis menyala untuk memenuhi kebutuhan air bersih. Jadi, sistem pompa suplay air bersih gedung sudah optimal, walaupun mempunyai headloss yang besar masih dapat memenuhi kebutuhan air dalam gedung dengan maksimal. Tidak memakai sistem rooftank, sistem pompa ini dengan stabil untuk memenuhi kebutuhan air sebesar 1,5 bar-2 bar dengan stabil.

- **Saran**

Pada penelitian ini masih terdapat hal-hal yang perlu diperbaiki dan ditingkatkan lagi, agar penelitian ini lebih baik kedepannya. Saran dari penulis, rancangan sistem pompa ini harus di tambah lagi ketika ada penambahan instalasi agar performa kinerja pompa stabil. Serta kegunaan untuk penambahan satu pompa lagi dapat digunakan sebagai spare ketika ada pompa yang lain dalam kondisi maintenance, sehingga sistem pompa optimal tidak terjadi kekurangan suplay air pada gedung bank BUMN di Surabaya ini.

TERIMAH KASIH

