

ANALISA HEAD LOSS INSTALASI SISTEM PIPING **GEDUNG BANK BUMN DI SURABAYA**

Oleh:

Rizky Dwi Aldiantofas

Ali Akbar, ST. MT

Progam Studi Teknik Mesin

Universitas Muhammadiyah Sidoarjo

2025



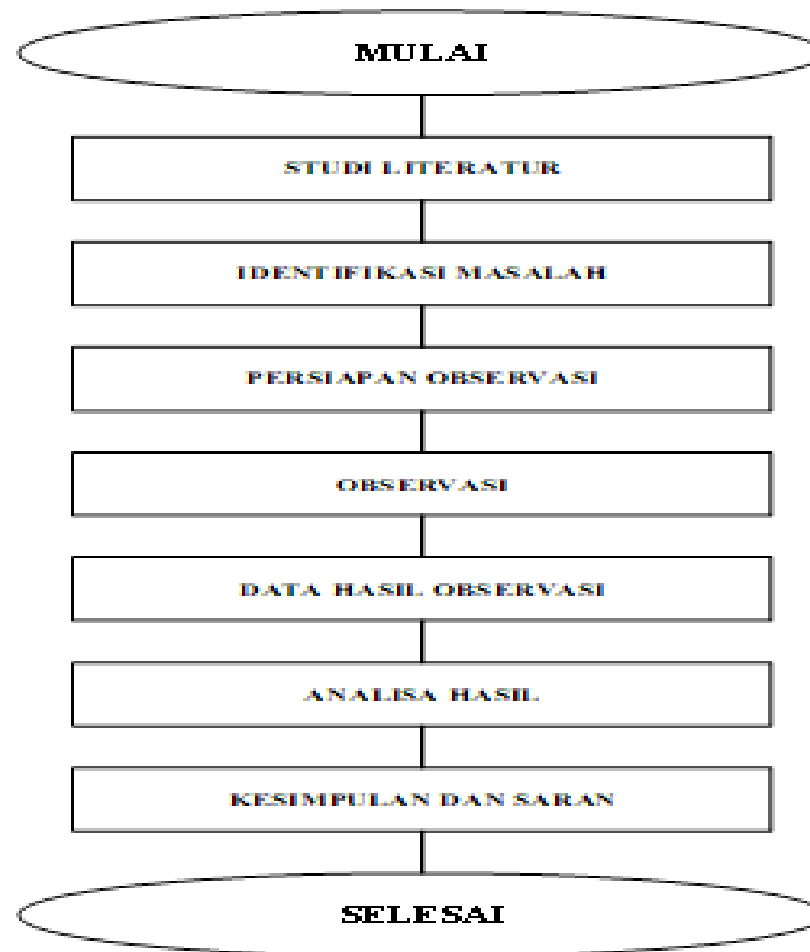
BAB 1 PENDAHULUAN

Latar Belakang

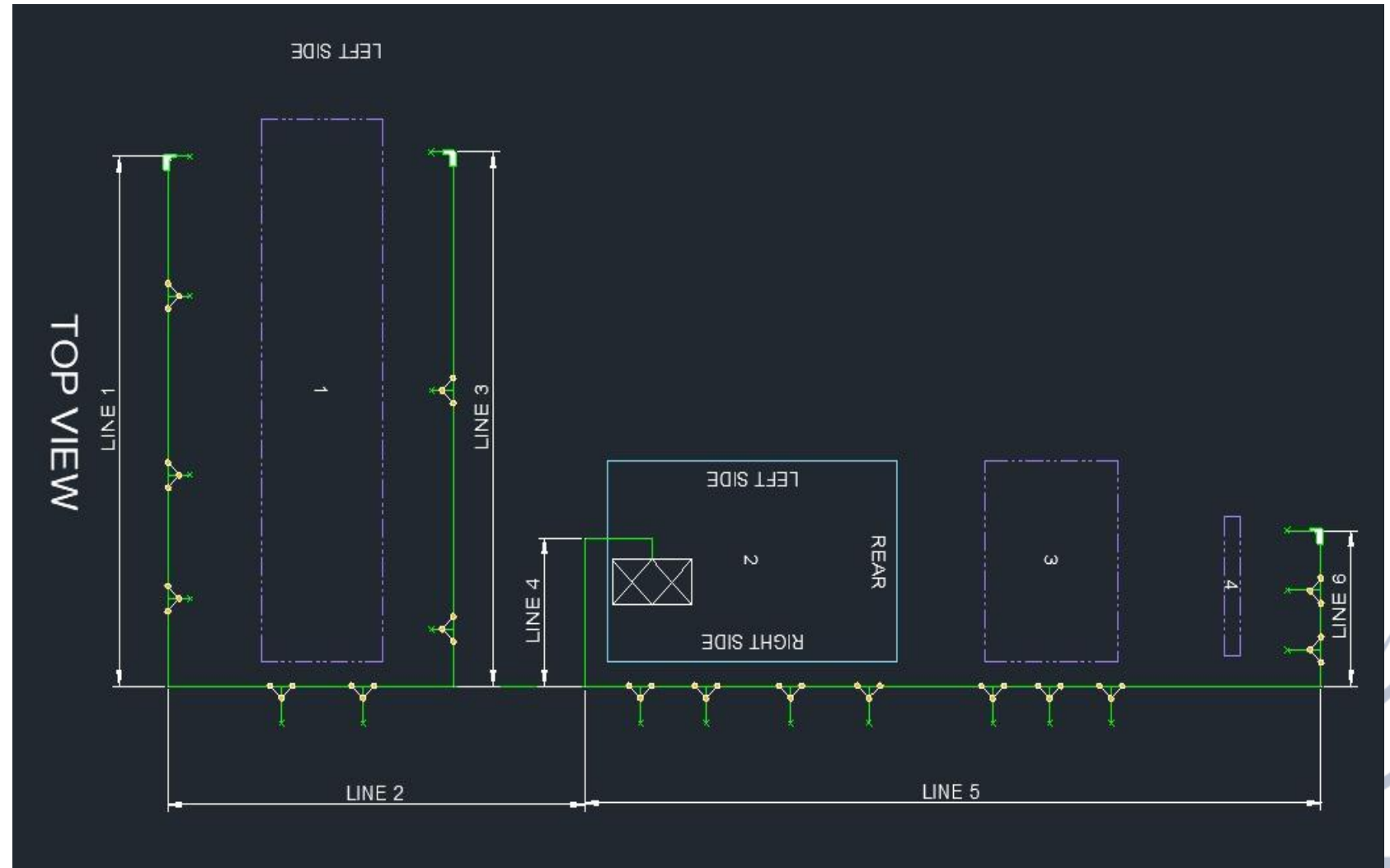
Sistem perpipaan (*piping*) dalam gedung merupakan komponen vital dalam distribusi air dan berbagai fluida lainnya yang dibutuhkan untuk operasional sehari-hari seperti yang ada di Gedung bank BUMN di Surabaya. Gedung ini memiliki area taman/*landscape* yang cukup luas tentunya akan membutuhkan suplay air yang sangat banyak. Efisiensi dan keandalan sistem perpipaan sangat bergantung pada perencanaan, desain, dan pemeliharaan yang tepat. Salah satu faktor kritis yang mempengaruhi kinerja sistem perpipaan adalah headloss, yang merujuk pada penurunan tekanan fluida saat bergerak melalui pipa akibat gesekan, perubahan arah, dan berbagai hambatan lainnya. *Head losses* adalah penurunan tekanan pada fluida yang mengalir di dalam pipa.

BAB 2 METODOLOGI

Alur Penelitian



Gambar instalasi sistem pipa suplay air taman



BAB 3 HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Installasi Output Pipa Dari Roof Tank Ke Sistem Pipa Air Taman

Nama barang	Ukuran	Panjang Dan Jumlah Item
Roof tank	5000 liter	
Tinggi Gedung	28 meter	
Knee/Elbow 90 °	2 in	1 item
Knee/Elbow 90 °	1,5 in	4 item
Knee/elbow Reducer	1,5 x 1/2 in	3 item
Knee/elbow Reducer	½ x 3/4 in	19 item
tee	1,5 in	2 item
Tee Reducer	1,5 x 1/2 in	16 item
Pipa	2 in	3.000 cm
Pipa	1 ½ in	21.200 cm
Pipa ppr	½ in	3.150 cm
Gate Valve	2 in	1 item
reducer	2 x 1,5 in	1 item

Tabel Koefisien Kerugian Aksesoris Pipa ppr

Aksesoris Pipa	Ukuran (Inch)	Koefisien Kerugian (K)
Elbow 90°	2	0,9
Elbow 90°	1,5	0,9
Tee	1,5	1.8
Valve (Gate) 2 in	2	0,15
Knee Reducer 90°	1,5 x 1/2	1,0
Knee Reducer 90°	1/2 x 3/4	1,0
Tee Reducer	1,5 x 1/2	2
Reducer	2 x 1,5	0,3

nilai ϵ (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 Kecepatan Fluida

Untuk mencari nilai kecepatan fluida yang bergerak dengan gaya gravitasi sebagai pendorong digunakan hukum *Torricelli*.

$$v = \sqrt{2gh}$$

Dimana:

v= Kecepatan Fluida (m/s)

g= 9,8 m/s²

h= 28 m

$$\begin{aligned} v &= \sqrt{2 \cdot 9,8 \cdot 28} \\ &= \sqrt{548,8} \\ &= 23,42 \text{ m/s} \end{aligned}$$

Karena dijadikan satuan cm/s maka nilai kecepatan v menjadi 2.342 cm/s

Perhitungan factor gesekan

Setelah mendapatkan kecepatan fluida, dilakukan perhitungan untuk mencari nilai f menggunakan Persamaan *Colebrook-White*

- Perhitungan pada pipa 1,5 in :

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

Diketahui :

$$1 \text{ inci} = 2,54 \text{ cm.}$$

Perhitungan untuk mengubah 2 inci kedalam satuan centimeter (cm) :

$$1,5 \text{ in} \times 2,54 \text{ cm/in} = 3,81 \text{ cm}$$

Jadi, diameter pipa ukuran 1,5 in adalah sebesar = 3,81 cm

- Langkah kedua yaitu mencari nilai Re (Reynold Numbers).

Diketahui :

$$\rho = 0,001 \text{ (kg/cm}^3\text{)}$$

$$v = 2.342 \text{ (cm/s)}$$

$$D = 3,81 \text{ (cm)}$$

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

Maka :

$$Re = \frac{0,001 \cdot 2.342 \cdot 3,81}{0,01}$$

$$Re = 8,92302 \text{ cm}$$

Jadi, nilai Re (Reynold Numbers) sebesar 8,92302 cm

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

Diketahui :

$$\sqrt{f} = 0,02$$

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

$$D = 3,81 \text{ (cm)}$$

Maka :

$$\frac{1}{\sqrt{0,02}} = -2 \log_{10} \left(\frac{0,02 / 3,81}{3.7} + \frac{2.51}{8,92302 \sqrt{0,02}} \right)$$

$$\frac{1}{\sqrt{0,02}} = -2 \log_{10} (0,001418742 + 1,25814582)$$

$$\begin{aligned} \frac{1}{\sqrt{0,02}} &= -2 \log_{10} (1,996418018) \\ &= 4,471 \text{ cm} \end{aligned}$$

Jadi nilai faktor gesekan f untuk pipa 1,5 in sebesar 4,471 cm.

Perhitungan Headloss Mayor dan Headloss Minor

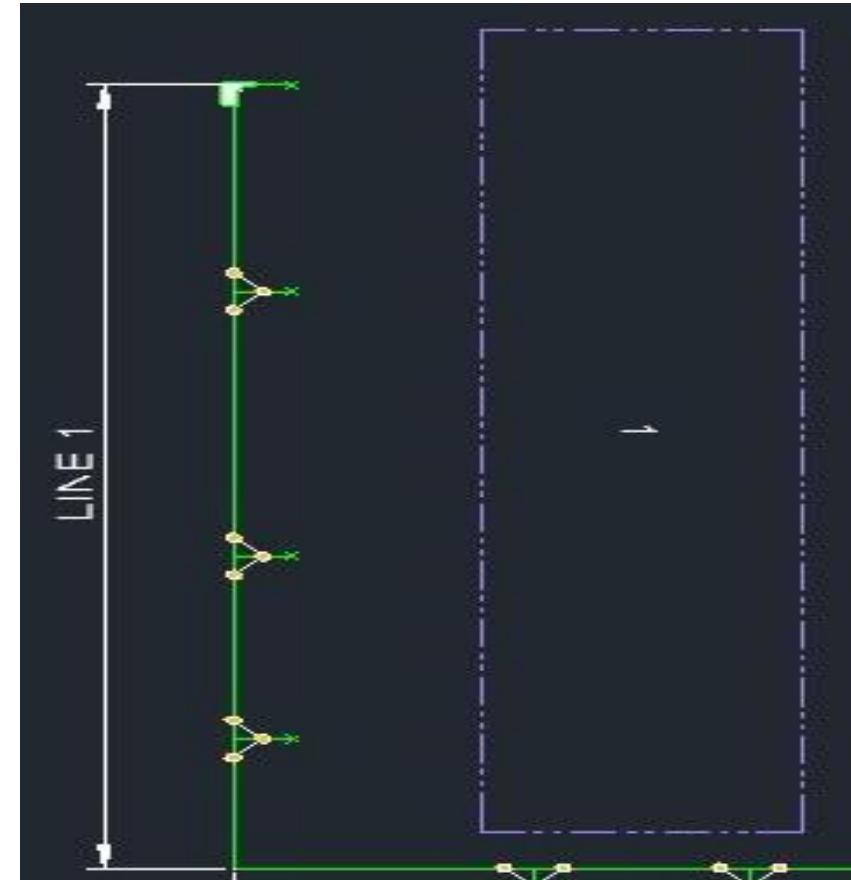
Setelah mendapatkan nilai faktor gesekan f pada sistem perpipaan pipa ppr. Dimana setiap ukuran pada diameter 2in, 1,5in, dan 1/2 in mendapatkan nilai yang berbeda-beda. Selanjutnya nilai-nilai pada setiap nilai gesekan f , diameter tiap pipa dalam satuan cm, panjang pipa (L), kecepatan fluida (V), nilai K aksesoris/*fitting* pipa, nilai gravitasi dan dilakukan perhitungan headloss mayor dan minor pada tiap-tiap line yang sudah di bagi dengan rumus sebagai berikut

$$HLmj = f \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g}$$

$$HLmi = K \frac{v^2}{2g}$$

Perhitungan headloss mayor dan minor line 1

Perhitungan headloss mayor dan headloss minor dilakukan dari installasi sistem pipa air taman dari *line 1* sampai *line 6*, kemudian hasil total setiap line di jumlahkan untuk menentukan headloss total dari keseluruhan installasi sistem pipa air taman. Sebagai contoh perhitungan headloss mayor dan headloss minor dilakukan pada installasi pipa line 1, pada dua pipa berukuran 1,5 in dan 1/2 in, knee reducer 1,5 x 1/2 in, knee kran 1/2 x 3/4 in, knee 1,5 in, dan tee reducer 1,5 x 1/2 in.



Perhitungan headloss mayor dan headloss minor instalasi pipa line 1

- Perhitungan headloss mayor pada pipa 1,5 in :

Diketahui :

$$f = 4,471$$

$$L = 4500 \text{ (cm)}$$

$$D = 3,81 \text{ (cm)}$$

$$V = 2.342 \text{ (cm/s}^2\text{)}$$

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

Maka :

$$hm = 4,471 \frac{4500}{3,81} \frac{2.342^2}{2.981}$$

$$hm = 4,471 \times 1.181,10237 \times 2.795,6$$

$$hm = 14.762.742,1 \text{ cm}$$

- Perhitungan headloss mayor pada pipa 1/2 in :

Diketahui :

$$f = 3,516$$

$$L = 600 \text{ cm}$$

$$D = 1,27 \text{ cm}$$

$$V = 2.342 \text{ cm/s}^2$$

$$g = 981 \text{ cm/s}$$

Maka :

$$hm = 3,516 \frac{600}{1,27} \frac{2.342^2}{2.981}$$

$$hm = 3,516 \times 472,441 \times 2.795,6$$

$$hm = 4.643.777,8 \text{ cm}$$

- Perhitungan headloss minor pada knee reducer 1,5 x 1/2 in:

Dimana :

$$K = 1$$

$$V = 833 \text{ (cm/s)}$$

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

Maka :

$$hmn = 1,7 \frac{2.432^2}{2.981}$$

$$hmn = 1,7 \times 2.795,6$$

$$hmn = 2.795,6 \text{ cm}$$

- Perhitungan headloss minor pada knee kran 1/2 x 3/4 in:

Dimana :

$$K = 1$$

$$V = 833 \text{ (cm/s)}$$

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

Maka :

$$hmn = 1,7 \frac{2.342^2}{2.981}$$

$$hmn = 1,7 \times 2.795,6$$

$$hmn = 2.795,6 \text{ cm}$$

- Perhitungan headloss minor pada knee 1,5 in:

Dimana :

$$K = 0,9$$

$$V = 833 \text{ (cm/s)}$$

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

Maka :

$$h_{mn} = 0,9 \frac{2.342^2}{2.981}$$

$$h_{mn} = 0,9 \times 2.795,6$$

$$h_{mn} = 2.516,04 \text{ cm}$$

- Perhitungan headloss minor pada tee reducer 1,5 x 1/2 in:

Dimana :

$$K = 2$$

$$V = 833 \text{ (cm/s)}$$

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

Maka :

$$h_{mn} = 2 \frac{2.342^2}{2.981}$$

$$h_{mn} = 2 \times 2.795,6$$

$$h_{mn} = 5.591,2 \text{ cm}$$

- Jadi, nilai headloss mayor pada pipa line 1 ukuran 1,5 in di bulatkan menjadi sebesar 14.762.741cm dan pipa 1/2 in dibulatkan menjadi 4.643.765,8. nilai perhitungan headloss minor pada masing-masing aksesoris pipa seperti knee reducer 1,5 x 1/2 in, knee kran 1/2 x 3/4 in, knee 1,5 in, tee reducer 1,5 x 1/2 in dan di jumlah dengan banyaknya aksesoris pipa tersebut pada masing-masing aksesoris ditotal keseluruhan dan dibulatkan menjadi sebesar 33.267,6 Headloss total pada instalasi pipa line 1 sebesar 19.439.775,54 cm.
- Perhitungan headloss selanjutnya sama seperti perhitungan pada pipa line 1, dengan rumus yang sama, kemudian hasil dari perhitungan tersebut dibulatkan.

Tabel perhitungan headloss line 1 dan 2

PERHITUNGAN HEADLOSS PIPA												
NO	NAMA	ITEM	JUMLAH	D (cm)	f	k	L (cm)	V (cm/s)	g (cm/s ²)	Hf	Hif	HASIL
1	Ins. Pipa Line 1	pipa 1,5 in		3,81	4,471		4500	2342	981	14.762.742,1		14.762.742,1
		pipa 1/2 in		1,27	3,516		600	2342	981	4.643.765,8		4.643.765,8
		knee reducer 1,5 x 1/2	1			1		2342	981		2.795,6	2.795,6
		knee kran 1/2 x 3/4 in	4			1		2342	981		2.795,6	11.182,4
		knee 1,5 in	1			0,9		2342	981		2.516,04	2.516,04
		tee reducer 1,5 x 1/2 in	3			2		2342	981		5.591,2	16.773,6
HEADLOSS TOTAL												19.439.775,54
PERHITUNGAN HEADLOSS PIPA												
NO	NAMA	ITEM	JUMLAH	D (cm)	f	k	L (cm)	V (cm/s)	g (cm/s ²)	Hf	Hif	HASIL
2	Ins. Pipa Line 2	pipa 1,5 in		3,81	4,471		5000	2342	981	16.402.970,5		16.402.970,5
		pipa 1/2 in		1,27	3,516		300	2342	981	2.321.882,9		2.321.882,9
		knee kran 1/2 x 3/4	2			1		2342	981		2.795,6	5.591
		tee reducer 1,5 x 1/2	2			2		2342	981		5.591,2	11.182,4
HEADLOSS TOTAL												18.741.627,0

Tabel perhitungan headloss line 3 dan 4

PERHITUNGAN HEADLOSS PIPA												
NO	NAMA	ITEM	JUMLAH	D (cm)	f	k	L (cm)	V (cm/s)	g (cm/s²)	Hf	Hif	HASIL
3	Ins. Pipa Line 3	pipa 1,5 in		3,81	4,471		4500	2342	981	14.762.742,1		14.762.742,1
		pipa 1/2 in		1,27	3,516		450	2342	981	3.482.824,3		3.482.824,3
		knee reducer 1,5 x 1/2	1			1		2342	981		2.795,6	2.795,6
		knee kran 1/2 x 3/4	3			1		2342	981		2.795,6	8.386,8
		tee 1,5 in	1			1,8		2342	981		5.032,1	5.032,1
		tee reducer 1,5 x 1/2	2			2		2342	981		5.591,2	11.182,4
HEADLOSS TOTAL												18.272.963,28
PERHITUNGAN HEADLOSS PIPA												
NO	NAMA	ITEM	JUMLAH	D (cm)	f	k	L (cm)	V (cm/s)	g (cm/s²)	Hf	Hif	HASIL
4	Ins. Pipa Line 4	pipa 2 in		5,08	4,72		3000	2342	981	7.792.439,7		7.792.439,7
		pipa 1,5 in		3,81	4,471		3350	2342	981	10.989.976,5		10.989.976,5
		valve 2 in	1			0,15		2342	981		419	419
		reducer 2x 1,5 in	1			0,3		2342	981		838,7	838,7
		knee 2 in	1			0,9		2342	981		2.516	2.516
		knee 1,5 in	2			0,9		2342	981		2.516	5.032
		tee 1,5 in	1			1,8		2342	981		5.032,1	5.032,1
HEADLOSS TOTAL												18.796.253,98

Tabel perhitungan headloss line 5 dan 6

PERHITUNGAN HEADLOSS PIPA												
NO	NAMA	ITEM	JUMLAH	D (cm)	f	k	L (cm)	V (cm/s)	g (cm/s²)	Hf	Hif	HASIL
5	Ins. Pipa Line 5	pipa 1,5 in		3,81	4,471		1800	2342	981	5.905.084,4		5.905.084,4
		pipa 1/2 in		1,27	3,516		1350	2342	981	10.448.473		10.448.473
		knee kran 1/2 x 3/4	7			1		2342	981		2.795,6	19.569,2
		tee reducer 1,5 x 1/2	7			2		2342	981		5.591,2	39.138,4
		knee 1,5 in	1			0,9		2342	981		2.516	2.516
HEADLOSS TOTAL												16.414.781
PERHITUNGAN HEADLOSS PIPA												
NO	NAMA	ITEM	JUMLAH	D (cm)	f	k	L (cm)	V (cm/s)	g (cm/s²)	Hf	Hif	HASIL
6	Ins. Pipa Line 6	pipa 1,5 in		3,81	4,471		2500	2342	981	8.201.422,9		8.201.422,9
		pipa 1/2 in		1,27	3,516		450	2342	981	3.482.824,3		3.482.824,3
		knee reducer 1,5 x 1/2	1			1		2342	981		2.795,6	2.795,6
		knee kran 1/2 x 3/4	3			1		2342	981		2.795,6	8.386,8
		tee reducer 1,5 x 1/2	2			2		2342	981		5.591,2	11.182,4
HEADLOSS TOTAL												11.706.612
HEADLOSS TOTAL												103.372.012,80

Nilai headloss total

- Perhitungan headloss dari intallasi line 1 sampai installasi line 6 dapat di hitung untuk mengetahui headloss total dari keseluruhan installasi, dengan dilakukan penjumlahan dari nilai headloss total tiap line,

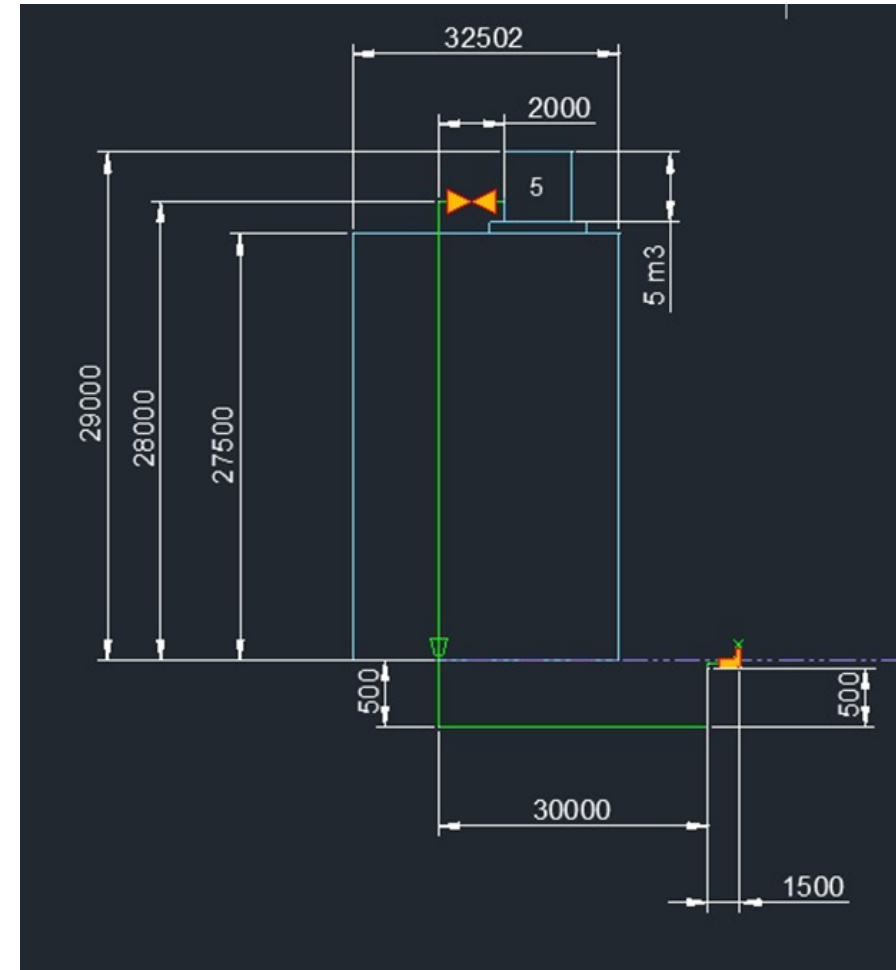
Maka :

$$\begin{aligned} H_t &= \text{Line 1} + \text{Line 2} + \text{Line 3} + \text{Line 4} + \text{Line 5} + \text{Line 6} \\ &= 19.439.775,54 \text{ cm} + 18.741.627 \text{ cm} + 18.272.963,28 \text{ cm} + 18.769.252,98 \text{ cm} + 16.141.781 \text{ cm} \\ &\quad + 11.706.612 \text{ cm} \\ &= 103.372.012,8 \text{ cm} \end{aligned}$$

jika di rubah kedalam satuan meter sebesar 1.033.720,128 m.

Pengaruh Tinggi Gedung dan Volume *Rooff Tank*

Gedung 2 pada bank BUMN di Surabaya ini memiliki ketinggian +/- 28 meter, yang di jadikan untuk penempatan rooftank, karena distribusi air taman ini hanya menggunakan gaya gravitasi dari titik rooftank sampai kran taman. Pada gedung tinggi, tekanan air akan lebih tinggi karena gaya gravitasinya semakin besar untuk mendorong air turun dari sebuah ketinggian. Rooftank pada gedung 2 memiliki volume yang dapat menyimpan air sebesar 5 m³ atau setara dengan 5000 liter. Dimana hal ini diharapkan oleh user gedung dapat membackup keseluruhan kran yang digunakan untuk menyiram area taman pada saat musim kemarau. Sistem yang digunakan pada penyiraman taman pada gedung bank BUMN di Surabaya ini hanya memanfaatkan ketinggian gedung tanpa ada tambahan sistem pompa.



Hasil Analisa Sistem Suplay Air Taman

- **Hasil Analisa Perhitungan Headloss**

Telah dilakukan perhitungan headloss dari keseluruhan instalasi pipa distribusi penyiraman taman di gedung bank BUMN di Surabaya ini, nilai headloss sistem pipa untuk distribusi penyiraman taman ini sebesar 103.372.012,8 cm atau sebesar 1.033.720,128 m. jika kran taman sebanyak 19 buah di buka semua secara bersamaan. Penyebab utama besarnya nilai headloss pada sistem perpipaan ini dikarenakan banyaknya komponen perpipaan dan panjang instalasi pipa yang ada. Perhitungan headloss pada pipa sangat penting untuk memastikan aliran air yang efisien dan memenuhi kebutuhan tekanan pada kran di setiap area taman gedung bank BUMN di Surabaya. Headloss sendiri di akibatkan karena adanya gesekan pada dinding pipa dan disebabkan oleh fitting pada pipa, meskipun tekanan air dari rooftank memberikan dorongan awal, headloss yang signifikan dapat menyebabkan tekanan air di kran berkurang. Oleh karena itu, pentingnya dilakukan perhitungan headloss total pada saat perencanaan, agar sistem distribusi air mendapatkan tekanan yang cukup pada setiap kran.

- **Analisa Hasil Pengaruh Tinggi Gedung dan Volume Rooftank**

Sistem distribusi air yang menggunakan tekanan dari rooftank yang berada pada ketinggian gedung, hanya menggunakan gaya gravitasi untuk mendorong air melalui pipa ke kran area taman gedung, dengan volume rooftank sebesar 5000 L ini sangat kurang, dikarenakan area distribusi pipa yang sangat panjang dan banyaknya kran yang di buka pada saat musim kemarau untuk melakukan penyiraman taman. Walaupun rooftank berada pada ketinggian +- 28 m, tekanan awal yang sangat besar akan berkurang karena adanya headloss pada sistem perpipaan sampai output kran jika hanya mengandalkan kapasitas rooftank 5000 L dengan banyaknya kran 19 titik. Jika di buka pada 1 kran dengan kapasitas rooftank 5000 L, air di dalam rooftank akan habis dalam waktu 19 jam. Oleh karena itu pentingnya memperhitungkan headloss pada pipa dengan pemilihan jenis dan diameter pipa, kapasitas rooftank, jangkauan luasan kran dan banyaknya kran, agar penyiraman pada area taman bisa merata dan efisien secara waktu.

BAB 4 KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

- Berdasarkan hasil perhitungan headloss dan hasil analisa dari ketinggian dan volume rooftank pada sistem penyiraman taman gedung bank BUMN di Surabaya, pada sistem perpipaan yang ada ini sangat kurang dengan rooftank kapasitas 5000 L, karena jangkauan area taman pada gedung bank BUMN di Surabaya ini sangat luas. Air dengan rooftank kapasitas 5000 L akan habis dalam waktu 1 jam jika kran air digunakan secara bersamaan sebanyak 19 titik, besarnya headloss dan panjangnya dari sistem perpipaan ini sangat luas menyebabkan tidak efisien dalam proses penyiraman taman, karena jika air rooftank habis harus menunggu lagi sampai penuh untuk dilakukan penyiraman kembali. Jika air sudah berkurang maka output air pada kran juga melemah, sehingga area penyiraman tidak bisa mencakup luas area taman pada gedung bank BUMN di Surabaya ini.

Saran

- Pada penelitian ini masih terdapat hal-hal yang perlu diperbaiki dan ditingkatkan lagi, agar penelitian ini lebih baik kedepannya. Saran dari penulis, untuk memperhitungkan lagi dari kapasitas rooftank dari luasan area taman yang di jangkau, agar penyiraman taman bisa efektif dan merata dengan waktu yang lebih lama lagi ketika seluruh kran dibuka. Penambahan kapasitas rooftank menjadi saran utama dengan sistem perpipaian yang ada, hal satu-satunya yang bisa di rubah, karena kebutuhan air saat penyiraman sangat banyak dan jangkauannya sangat luas. Efisien waktu selama penyiraman sangat penting, karena saat musim kemarau kebutuhan air pada tumbuhan sangat banyak untuk meminialisir terjadinya kekeringan dan matinya tumbuhan pada taman gedung bank BUMN di Surabaya.

