

Rooftank Booster Pump Performance Efficiency Analysis [Analisa Efisiensi Kinerja Pompa Booster Rooftank]

Diyas Robikh Arafat¹⁾, Ali Akbar ^{*:2)}

¹⁾Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

²⁾Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

*Email Penulis Korespondensi: aliakbar@umsida.ac.id

Abstract. *This research discusses the performance analysis of centrifugal pumps used to meet clean water needs in BUMN buildings in Surabaya. Clean water supply is very important for various daily needs, such as sinks, ablution faucets and toilets. Therefore, the piping system and pump installation must be planned well so that it can supply water with adequate and efficient pressure. This research uses 3 CDX/I 120/20 IE3 type pump units which are operated automatically with PLC control and a pressure switch to regulate the minimum pressure so that the pump can operate optimally. The analysis results show that the pump can supply 160 l/min of water per unit, and if the three pumps operate simultaneously, the total water supply reaches 480 l/min. In addition, the maximum head of the pump reaches 40 meters, which is sufficient to meet the needs of a building with a height of 9 meters. Headloss analysis shows that when all the taps are opened simultaneously, the headloss that occurs is 15.192.358,99 cm*

Keywords - Centrifugal Pump; Distribution Of Clean Water; Head Loss; Pipe

Abstrak. *Penelitian ini membahas analisis kinerja pompa sentrifugal yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan air bersih di gedung BUMN di Surabaya. Suplay air bersih sangat penting untuk berbagai kebutuhan sehari-hari, seperti wastafel, kran wudhu, dan toilet. Oleh karena itu, sistem perpipaan dan instalasi pompa harus direncanakan dengan baik agar dapat menyuplai air dengan tekanan yang memadai dan efisien. Penelitian ini menggunakan 3 unit pompa tipe CDX/I 120/20 IE3 yang dioperasikan secara otomatis dengan kontrol PLC dan pressure switch untuk mengatur tekanan minimum agar pompa dapat beroperasi dengan optimal. Hasil analisis menunjukkan bahwa pompa dapat mensuplai air sebesar 160 l/min per unit, dan jika ketiga pompa beroperasi bersamaan, total suplay air mencapai 480 l/min. Selain itu, head maksimum pompa mencapai 40 meter, yang cukup untuk memenuhi kebutuhan gedung dengan tinggi 9 meter. Analisis headloss menunjukkan bahwa ketika semua kran dibuka bersamaan, headloss yang terjadi adalah 15.192.358,99 cm.*

Kata Kunci - Pompa Centrifugal; Distribusi Air Bersih; Head Loss; Pipa

I. PENDAHULUAN

Pompa booster adalah jenis pompa yang digunakan untuk meningkatkan tekanan air atau cairan dalam suatu sistem perpipaan. Fungsi utama dari pompa booster adalah untuk meningkatkan tekanan air atau cairan yang mengalir melalui pipa, sehingga dapat mengatasi hambatan atau resistansi dalam sistem perpipaan. Pompa booster dapat digunakan dalam berbagai jenis aplikasi, termasuk untuk meningkatkan tekanan air di dalam rumah tangga, untuk meningkatkan tekanan air di gedung bertingkat, dan untuk meningkatkan tekanan air di industri dan proses manufaktur. Pompa booster biasanya dipasang setelah pompa primer atau pompa yang lebih besar, dan digunakan untuk meningkatkan tekanan air atau cairan yang telah dinaikkan oleh pompa primer. Pompa booster dapat bekerja dengan menggunakan beberapa jenis teknologi, termasuk pompa sentrifugal dan pompa submersible. Pompa sentrifugal menggunakan rotor berputar untuk menciptakan tekanan pada cairan yang mengalir melalui sistem perpipaan, sementara pompa submersible biasanya dipasang di dalam tangki atau sumur, dan menggunakan impeller untuk menghasilkan tekanan pada cairan yang diangkat ke permukaan.[1]

Dengan menggunakan pompa booster, tekanan air dalam pipa atau sistem air dapat ditingkatkan, sehingga air dapat mengalir dengan lebih kuat dan lancar. Hal ini dapat membuat pengaliran air menjadi lebih cepat dan efisien. Pompa booster dapat meningkatkan kinerja sistem air dengan mempercepat aliran air dan meningkatkan efisiensi penggunaan air. Hal ini dapat mengurangi biaya pemakaian air dan meningkatkan kenyamanan penggunaan air. Beberapa jenis toilet dan kran air modern membutuhkan air bertekanan tinggi dari pompa booster untuk dapat bekerja dengan baik. Pompa booster juga dapat membantu mendeteksi adanya kebocoran dalam sistem perpipaan.

Apabila pompa booster menyala tanpa adanya kran air yang terbuka, hal ini menandakan adanya kebocoran dalam sistem perpipaan. Setelah dipasang dan disetel, pompa booster akan berjalan dengan otomatis. Dilengkapi dengan fitur perlindungan seperti overload protection dan dry run protection yang dapat melindungi pompa dari kerusakan, sehingga pompa ini tidak perlu dinyala-matikan secara manual. pompa booster dapat membantu menghemat energi dengan memastikan bahwa tekanan air yang ditingkatkan hanya digunakan pada saat dibutuhkan. Hal ini dapat mengurangi penggunaan energi dan biaya operasional pompa.[2] Sedangkan kekurangan pada Pompa booster relatif lebih mahal dibandingkan dengan pompa standar, karena dilengkapi dengan kontrol otomatis dan fitur-fitur keamanan lainnya. Selain itu, biaya instalasi juga bisa lebih tinggi karena membutuhkan penyesuaian dengan sistem pipa yang ada. Meskipun dilengkapi dengan fitur keamanan, pompa booster tetap rentan terhadap kerusakan akibat faktor eksternal seperti bahan kimia dalam air atau kebocoran pipa. Seperti halnya mesin-mesin lainnya, pompa booster membutuhkan perawatan rutin untuk menjaga kinerjanya dan memperpanjang masa pakainya. Hal ini dapat menambah biaya operasional. Pompa booster umumnya menghasilkan suara yang bising ketika dioperasikan. Hal ini bisa menjadi masalah jika sistem pompa diletakkan di dekat ruangan yang sering digunakan atau di lingkungan yang ramai. Ada beberapa sistem air yang tidak cocok dengan penggunaan pompa booster, seperti sistem air dengan tekanan yang sudah tinggi atau sistem air dengan pipa yang kecil dan sering tersumbat. Pompa booster membutuhkan daya listrik yang cukup besar untuk dioperasikan. Hal ini bisa menambah biaya listrik yang harus dikeluarkan. Daya yang digunakan untuk mengoperasikan pompa booster bervariasi, biasanya pompa booster yang beredar di pasaran memakan daya mulai dari 300 watt hingga 700 watt saat beroperasi.[3]

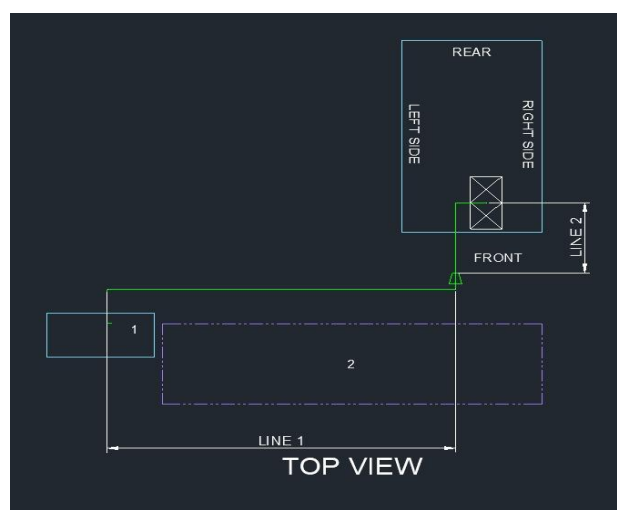
Masalah utama yang ada di Gedung data center bank bumh di Surabaya adalah suplay air rooftank taman yang kurang sehingga kinerja pompa berlebih, menurut informasi yang didapatkan dari pihak teknisi selaku operator, saat analisa dilapangan pompa beroperasi selama 8 jam yang seharusnya pompa beroperasi ada jeda untuk pompa off agar pompa memiliki jangka waktu pemakaian yang lebih lama. Sehingga bisa meminimalkan biaya untuk perbaikan pompa ketika pompa mengalami kerusakan.[4]

Memasuki musim kemarau kinerja pompa sangat sering beroperasi untuk menyuplai kebutuhan air taman yang di tampung oleh rooftank. Penganalisa melakukan Analisa dilapangan untuk menghitung headloss dan daya pompa dan mengetahui apakah sudah sesuai spesifikasi yang seharusnya untuk menyuplay rooftank taman yang berada pada ketinggian 28 M.[5]

II. METODE

Penelitian yang penulis lakukan merupakan analisa dari suatu sistem instalasi perpipaan. Metode pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian serta penyusunan artikel ini adalah metode observasi yaitu pencatatan langsung saat di lapangan.

Adapun gambar instalasi sistem pipa suplai air *roof tank* yang ada di gedung bank bumh surabaya sebagai berikut:

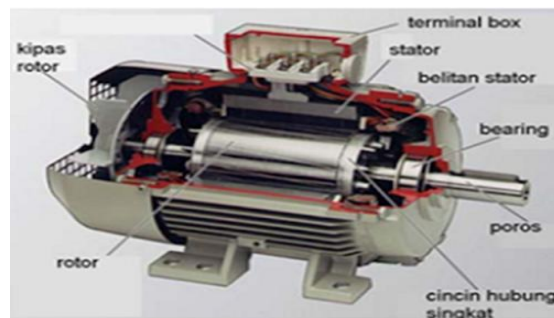


Gambar 1 Instalasi *Line* Pipa



Gambar 2 Pompa Sentrifugal

Pompa sentrifugal banyak digunakan pada berbagai macam aplikasi industri. Pompa bekerja dengan mengonversi energi mekanik menjadi tekanan dan atau energi kinetik. Tekanan pada pompa meningkat dengan menghasilkan bagian dengan tekanan rendah pada bagian sisi hisap pompa dan tekanan tinggi pada bagian keluaran pompa. Oleh karena rendahnya tekanan hisap maka fluida mengalir ke pompa dari reservoir. Fluida masuk secara axial melalui lubang hisap pada tengah pompa kemudian fluida tersebut berputar berasama pada putaran sudut/impeller pompa.[6]



Gambar 3 Motor Induksi

Motor tiga fasa merupakan perangkat listrik yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik, dimana listrik yang di ubah berupa listrik tiga fasa. Motor asinkron juga terkadang disebut sebagai motor induksi. Pada umumnya industri yang menggunakan motor induksi 3 fasa untuk menggerakkan berbagai jenis mesin. Hal ini dikarenakan konstruksi motor 3 fasa yang kokoh, harga yang lebih terjangkau, dan kemudahan dalam perawatan. Berdasarkan hal tersebut, Pada motor induksi 3 fasa mempunyai kecepatan yang konstan baik pada kondisi beban penuh maupun beban nol. Laju motor tiga fasa bergantung terhadap frekuensi kerjanya, sehingga sulit untuk mengatur kecepatannya. Namun, semakin banyak penggerak elektronik frekuensi variabel yang diterapkan untuk mengatur kecepatan motor induksi. [7]



Gambar 4 Spesifikasi pompa *centrifugal cdx/I*

Data Spesifikasi di atas adalah data yang diperoleh dilapangan sesuai name plate yang ada pada pompa *centrifugal* cdx/I. Untuk identifikasi total panjang dan diameter pipa yang akan diperhitungkan sesuai pada tabel sebagai berikut:

Tabel 1 Data Instalasi *Line* Pipa Seluruh Gedung

Nama	Ukuran	Panjang Dan Jumlah Item
<i>Rooftank</i>	5 in	5.000 L
Pipa	1 ½ in	8.000 cm
Pipa	2 in	4.650 cm
<i>Knee</i>	1 ½ in	5 item
<i>Knee</i>	2 in	6 item
<i>Reducer</i>	2 x 1 ½ in	1 item
<i>Gate Valve</i>	2 in	1 item

➤ *Head Loss* Mayor (hm)

Head loss mayor merujuk pada penurunan energi atau tekanan yang signifikan dalam sistem perpipaan atau saluran akibat dari gesekan fluida dengan dinding pipa.[8]

$$H_{Lmj} = f \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g} \dots\dots\dots (1)$$

Dimana :

Hm : *head loss* mayor
 f : faktor gesekan
 L : panjang gesekan (m)
 D : diameter pipa (m)
 V : kecepatan aliran (m/s)
 g : gravitasi (m/s)

➤ *Head Loss* Minor (hmn)

Untuk menghitung *head loss minor* digunakan rumus sebagai berikut:[9]

$$H_{Lmi} = K \frac{v^2}{2g} \dots\dots\dots (2)$$

Dimana :

hmn : *head loss minor* (m)
 K : koefisien gesek
 V : kecepatan aliran fluida (m/s)
 g : gravitasi (m/s²)

➤ *Head Loss* (ht)

Untuk menghitung *head loss* total digunakan rumus sebagai berikut: [10]

$$HT = H_{mj} + H_{mn} \dots\dots\dots (3)$$

Dimana :

HT : *head loss* total
 H_{mj} : *head loss mayor*
 H_{mn} : *head loss minor*

Nilai koefisien kerugian ini digunakan untuk menghitung kerugian tekanan dalam sistem perpipaan saat fluida mengalir melalui aksesoris tersebut.[11]

Tabel 2 Koefisien Kerugian Aksesoris Pipa PPR

Aksesoris Pipa	Koefisien Kerugian (K)
Elbow 90°	0,75
Tee	1,8
Valve (Gate)	0,17
Knee Reducer 1/2 x 3/4	0,75
Reducer 3 x 1	0,1
Reducer 1 x 1/2	0,1

➤ Rumus Colebrook-White

Faktor gesekan dalam pipa (f) adalah nilai yang digunakan untuk menghitung kerugian tekanan akibat gesekan antara fluida dan permukaan pipa. [12] Persamaan *Colebrook-White* adalah rumus empiris yang digunakan untuk menghitung faktor gesekan dalam pipa dengan aliran turbulen [13], baik untuk aliran laminar atau turbulen. Persamaan ini berbentuk *implicit*, artinya faktor gesekan f muncul di kedua sisi persamaan, dan membutuhkan metode iterasi untuk menemukan solusi.

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log_{10} \left(\frac{\epsilon/D}{3.7} + \frac{2.51}{Re\sqrt{f}} \right) \dots\dots\dots (4)$$

Dimana:

$\sqrt{f}$: Faktor gesekan
 ϵ : Kekasaran permukaan pipa (cm)
 D : Diameter pipa (cm)
 Re : Bilangan *Reynolds* (*Reynolds number*), dihitung dengan rumus:

$$Re = \frac{\rho \cdot v \cdot D}{\mu} \dots\dots\dots (5)$$

Dimana:

ρ : Massa jenis fluida (kg/cm³)
 v : Kecepatan aliran fluida (cm/s)
 D : Diameter pipa (cm)
 μ : Viskositas dinamis fluida (Pa·s atau g/(cm·s))

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Data Hasil Perhitungan

Kerugian head (head loss) sangat merugikan dalam sistem perpipaan, karena kehilangan head yang tinggi mengakibatkan tekanan fluida menjadi lebih rendah dari yang seharusnya sehingga suplai fluida tidak memadai. [14]

1) Perhitungan kecepatan pompa

Perhitungan kecepatan pompa dari satuan m³/jam dirubah kedalam satuan cm³/detik. Dengan menggunakan perhitungan sebagai berikut :

$$P = \rho \cdot g \cdot Q \cdot H \dots\dots\dots (6)$$

Dimana:

P = 1500 (watt)
 ρ = 1000 kg/m³
 g = 9,81 m/s²
 Q = Debit fluida (m³/s)
 H = 28 (m)

$$P = 1000 \times 9,81 \times Q \times 28$$

$$Q = 1500 / (1000 \times 9,81 \times 28)$$

$$Q = 0,0054 \text{ m}^3/\text{s}$$

Mencari V :

$$\begin{aligned} V &= \frac{Q}{A} \\ &= 0,0054 / (\pi \times (0,05)^2 \times 28) \\ v &= 2,76 \text{ m/s} \end{aligned}$$

Jadi, hasil kecepatan pompa adalah sebesar = 2,76 m/s. karna menggunakan 2 pompa dengan tipe yang sama maka kecepatan di kalikan 2 menjadi 5,52 m/s di rubah ke cm menjadi 552 cm./s

Tabel 3. Nilai Koefisien *Manning* Pipa[15]

Bahan	Nilai ϵ (mm)
Beton, kasar	0,25
Besi cor	0,015
Plastic (pvc)	0,002
Baja, berkarat	0,5

2) Perhitungan Faktor Gesekan Pipa

Setelah mendapatkan kecepatan fluida, dilakukan perhitungan untuk mencari nilai f pada sistem perpipaan pipa ppr, ini dilakukan untuk mencari nilai faktor gesekan pada pipa, dengan pipa diameter 2 in, 1,5 in.

a) Perhitungan pada pipa 2 in :

Mencari nilai Re (*Reynold Numbers*) dengan menggunakan rumus *Colebrook-White*.

Diketahui :

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

$$v = 552 \text{ (cm/s)}$$

$$D = 5,08 \text{ (cm)}$$

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

Maka :

$$Re = \frac{0,001 \times 552 \times 5,08}{0,01}$$

$$Re = 2.804,16 \text{ cm}$$

Jadi, nilai Re (*Reynold Numbers*) sebesar 2.804,16 cm

Setelah diketahui nilai Re , dilakukan perhitungan untuk mencari nilai faktor gesekan f .

Diketahui :

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

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

$$D = 5,08 \text{ (cm)}$$

Maka :

$$\begin{aligned} \frac{1}{\sqrt{0,02}} &= -2 \log_{10} \left(\frac{0,02 / 5,08}{3,7} + \frac{2,51}{2.804,16 \sqrt{0,02}} \right) \\ \frac{1}{\sqrt{0,02}} &= -2 \log_{10} (0,0010640562 + 0,0063482178) \\ \frac{1}{\sqrt{0,02}} &= -2 \log_{10} (0,00741227398) \\ &= 4,85 \text{ cm} \end{aligned}$$

Jadi nilai faktor gesekan f untuk pipa 2 in sebesar 4,85 cm.

b) Perhitungan pada pipa 1,5 in :

Diketahui :

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

Maka :

$$Re = \frac{0,001 \times 552 \times 3,81}{0,01}$$

$$Re = 210,312 \text{ cm}$$

Jadi, nilai Re (*Reynold Numbers*) sebesar 210,312 cm

Setelah diketahui nilai Re , dilakukan perhitungan untuk mencari nilai f .

Diketahui :

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

Maka :

$$\begin{aligned}\frac{1}{\sqrt{0,02}} &= -2 \log_{10} \left(\frac{0,02 / 3,81}{3,7} + \frac{2,51}{210,312 \sqrt{0,02}} \right) \\ \frac{1}{\sqrt{0,02}} &= -2 \log_{10} (0,001418742 + 0,0847973) \\ \frac{1}{\sqrt{0,02}} &= -2 \log_{10} (0,091) \\ &= 3,5 \text{ cm}\end{aligned}$$

Jadi nilai faktor gesekan f untuk pipa 1,5 in sebesar 3,5cm.

3) Perhitungan Head loss

Tabel 4. Data Perhitungan *line 1*

PERHITUNGAN HEAD LOSS									
NAMA	ITEM (Inch)	JUMLAH	D (cm)	f	K	L (cm)	V (cm/s)	g (cm/s ²)	HASIL (cm/s)
Ins. Pipa Line 1	pipa 2 in		5,08	4,85		8000	552	981	1.186.149,6
	Gate valve 2 in	1					552	981	7.438,30
	reducer	1			1		552	981	
	knee 2 in	6			1		552	981	
HEAD LOSS TOTAL									1.193.588,40

Tabel 5. Data Perhitungan *Line 2*

PERHITUNGAN HEAD LOSS									
NAMA	ITEM (Inch)	JUMLAH	D (cm)	f	K	L (cm)	V (cm/s)	g (cm/s ²)	HASIL (cm/s)
Ins. Pipa Line 2	pipa 1,5 in		3,81	3,5		4650	552	981	663.379,40
	Kknee 1,5 in	5			0,9		552	981	698,8
HEAD LOSS TOTAL									664.078,20

Perhitungan *head loss* dari instalasi *line 1* dan *line 2* dapat di hitung untuk mengetahui *head loss* total dari keseluruhan instalasi, dengan dilakukan penjumlahan dari nilai *head loss* total tiap *line*.

Maka :

$$\begin{aligned}H_t &= \text{Line 1} + \text{Line 2} \\ &= 1.193.588,4 \text{ cm} + 664.078,2 \text{ cm} \\ &= 1.857.666,6 \text{ cm}\end{aligned}$$

Jadi, *head loss* total dari keseluruhan instalasi pipa dan aksesoris pipa air *roof tank* gedung bank BUMN di Surabaya ini sebesar 1.857.666,6 cm, jika di rubah kedalam satuan meter sebesar 185.766,66 m.

B. Pengaruh Spesifikasi Pompa

Pompa dengan spesifikasi CDX/I 120/20 IE3 dapat mensuplay air sebesar 160 l/min, jika kedua pompa tersebut beroperasi secara bersamaan, maka di kali 2 pompa menjadi sebesar 320 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 kedua 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. Pompa ini memiliki sistem distribusi air bersih dengan gaya centrifugal yang di dihasilkan dari putaran impeller.[15]

IE3 adalah standar efisiensi motor yang digunakan dalam pompa ini. Motor IE3 memenuhi standar efisiensi energi tinggi sesuai dengan International Efficiency (IE) standards yang ditetapkan oleh IEC (International Electrotechnical Commission). Motor dengan rating IE3 dirancang untuk memberikan efisiensi lebih tinggi,

yang berarti motor ini lebih hemat energi dibandingkan dengan motor dengan rating lebih rendah seperti IE1 atau IE2. Motor ini membantu mengurangi konsumsi energi dan biaya operasional dalam jangka panjang.

C. Hasil Analisa Pengujian

a) Hasil Analisa Headloss

Telah dilakukan perhitungan headloss dari keseluruhan instalasi pipa suplay air rooftnk di gedung bank BUMN di Surabaya ini, nilai headloss pompa jika digunakan untuk pompa distribusi suplay air rooftank taman untuk keperluan penyiraman taman sebesar 1.857.666,6 cm jika di rubah kedalam satuan meter sebesar 18.576,666 m. Sedangkan spesifikasi rangkaian paralel pompa ini memiliki head pompa sebesar H/Hmax:121.5 m, kemudian dikurangi dengan nilai hasil perhitungan headloss, nilai headloss menjadi sebesar 18.455,166 m. Jadi, dengan headloss yang telah dihitung adalah hasil ketika 2 pompa sedang beroperasi untuk mensuplay air rooftank taman da sduah dikurangi dengan gaya dorong di ketinggian 28 m.

b) Hasil Analisa Sistem dan Spesifikasi Pompa

Telah dilakukan analisa pada spesifikasi pompa, kinerja pompa dioperasikan dengan sistem otomatis menggunakan sistem kalibrasi kontaktor yang dihubungkan dengan radar PLC (*Water Level Control*) pada level 30%,50% dan 80%. Jadi, sistem pompa suplay air roftank untuk gedung bank BUMN di surabaya ini, jika level air kurang dari 30% maka pompa 1 akan hidup unuk mensuplay air akibat pemakaian untuk penyiraman air taman, dan jika pompa 1 tidak bisa membackup kebutuhan air hingga 80%, maka pompa 2 akan beroperasi untuk membantu pompa 1 mensuplay air. Sistem pompa ini beroperasi ketika radar WLC kurang dari 30% yang artinya, pompa ini akan beroperasi ketika 3 radar WLC tidak terendam air. Hal ini yang menyebabkan sistem pompa tidak maksimal, dikarenakan kebutuhan air dan kebutuhan daya pompa untuk mendorong air di ketinggian ± 28 m sangat kurang, karena kebutuhan air untuk mensuplay taman area gedung bank BUMN di Surabaya ini sangat banyak ketika musim kemarau.

IV.SIMPULAN

Telah dilakukan perhitungan headloss dari keseluruhan instalasi pipa sistem pompa booster transfer rooftank taman di gedung bank BUMN di Surabaya ini, nilai headloss pompa jika kedua pompa running untuk distribusi utama dalam mengisi rooftank sebesar 1.857.666,6 cm, jika di rubah kedalam satuan meter sebesar 18.576,666 m. Jadi, pompa ini kurang efektif dikarenakan instalasi dari jarak ruang pompa menuju *rooftank* terlalu jauh untuk megurangi nilai headloss diatas, hal itu yang menyebabkan kerugian daya dan waktu pada saat pengisian *rooftank* di ketinggian ± 28 m.

Telah dilakukan analisa pada spesifikasi pompa, dikarenakan kebutuhan air dan kebutuhan daya pompa untuk mendorong air di ketinggian ± 28 m sangat kurang, karena kebutuhan air untuk mensuplay taman area gedung bank BUMN di Surabaya ini sangat banyak ketika musim kemarau, maka dapat disimpulkan bahwa kinerja pompa booster type CDX/I 120/20 IE3 ini kurang maksimal berdasarkan perhitungan debit pada pada instalasi serta dibandingkan dengan spesifikasi pompa yang disarankan yaitu pompa booster type GRUNDFOS CM 10-2:

- Perhitungan debit pompa type CDX/I 120/20 IE3 :

$$\begin{aligned} \text{Waktu} &= \frac{\text{Volume}}{\text{Kecepatan Aliran}} \\ \text{Waktu} &= \frac{5.000 \text{ l}}{5.333 \frac{\text{cm}}{\text{s}}} \\ \text{Waktu} &= 0,9375 \text{ detik} \end{aligned}$$

Jadi waktu yang dibutuhkan oleh pompa booster type CDX/I 120/20 IE3 untuk mengisi rooftank 5.000 L yaitu 938 detik jika di konversi ke menit menjadi setara 15,63 menit.

- Perhitungan debit pompa type GRUNDFOS CM 10-2 :

$$\begin{aligned} \text{Waktu} &= \frac{\text{Volume}}{\text{Kecepatan Aliran}} \\ \text{Waktu} &= \frac{5.000 \text{ l}}{6.000 \frac{\text{cm}}{\text{s}}} \\ \text{Waktu} &= 0,833 \text{ detik} \end{aligned}$$

Jadi waktu yang dibutuhkan oleh pompa booster type GRUNDFOS CM 10-2 untuk mengisi rooftank 5.000 L yaitu 833 detik jika di konversi ke menit menjadi setara 13,88 menit. Maka dapat disimpulkan pada perbandingan pompa diatas selisih 2 menit 10 detik per jamnya jika dijumlah pada saat pompa itu beropersi di jam kerja yaitu 8 jam maka hasil selisih total adalah 16,8 menit.

UCAPAN TERIMA KASIH

Pada bagian ini penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada orang tua sebagai pendukung dan juga yang utama mendoakan untuk kelancaran proses penelitian ini, juga rekan-rekan lapangan di perusahaan yang telah memberikan data penelitian yang penulis butuhkan, serta kawan-kawan mahasiswa seperjuangan, tak lupa dosen pembimbing prodi teknik mesin Universitas Muhammadiyah Sidoarjo yang senantiasa memberikan dukungan dan juga bimbingan demi kesempurnaan penelitian ini hingga dapat terselesaikan yang berjudul “Analisa Kinerja Pompa Sentrifugal Untuk Menyuplai Kebutuhan Air Bersih Gedung Bumn Di Surabaya”

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Hidayat, M. F., & Fajri, N., “Analisa Perhitungan Daya Pompa Sentrifugal Di Gedung Universitas 17 Agustus 1945 Jakarta,” *Jurnal Kajian Teknik Mesin*, vol. 4, no. 1, pp. 7–14, 2019.
- [2] Widodo, E., & Dwi Jayanto, R., “The Manufacturing Planning of Installation Series-Parallel Combination Centrifugal Pump Testing Equipment,” *R.E.M. (Rekayasa Energi Manufaktur) Jurnal*, vol. 6, no. 1, pp. 33–40, 2021.
- [3] Candra, R., “Perancangan Pompa Sentrifugal Dan Diameter Luar Impeller Untuk Kebutuhan Air Kapasitas 60 Lpm Di Gedung F Dan D Universitas Muhammadiyah Tangerang,” *Jurnal Teknik*, vol. 7, no. 1, pp. 15–25, 2018.
- [4] Kusmantoro, A., “Penggunaan VSD Pada Pompa Booster Untuk Penghematan Pemakaian Daya Listrik,” 2014.
- [5] Siagian, J. S., *Analisis Unjuk Kerja Pompa Sentrifugal Pada Booster Pump*. Doctoral dissertation, Universitas Medan Area, 2020.
- [6] Naifah, S. F. R., *Analisa Performance Booster Pump Terhadap Putaran Impeller Pada Kapal Dredger Tipe CSD (Cutter Suction Dredger)*. Doctoral dissertation, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2017.
- [7] Mustakim, “Pengaruh Kecepatan Sudut Terhadap Efisiensi,” *Jurnal Teknik Mesin Univ. Muhammadiyah Metro*, vol. 4, no. 2, pp. 79–83, 2017..
- [8] S. H. S. E. A. Habibnur, “Analisis Head Losses Pada Circulating Fluida Air Dalam Dua Jenis Pipa,” vol. 9, no. 1, pp. 51–56, 2023.
- [9] T. Y. M. Luthfi, “Rancang Bangun Prototipe Fluid Friction Apparatus Untuk Menganalisis Kehilangan Energi (Head Loss) dengan Variasi Diameter Pipa,” *Publikasi Riset Orientasi Teknik Sipil (Proteksi)*, vol. 5, no. 1, pp. 29–35, Jun. 2023, doi: 10.26740/proteksi.v5n1.p29-35.
- [10] R. T. Afandi, A. Akbar, and I. I. M. Etode, “Calculation of Head Loss of Water Distribution Line in Material Mixer at PT Matahari Putra Makmur [Perhitungan Head Loss Jalur Distribusi Air pada Mixer Bahan di PT Matahari Putra Makmur],” pp. 1–6.
- [11] Made Whidi, “Cara Menghitung Head Loss atau Kehilangan Tekanan Air di dalam Pipa,” 2021.
- [12] Syarif, “Penentuan Persamaan Faktor Gesekan Baru dengan Menggunakan Metode Regresi Multi Variable Bertolak Ukur pada Persamaan Faktor Gesekan Chen,” *Jurnal POLIMESIN*, vol. 2, no. 1, p. 85, 2019, doi: 10.30811/jop.v2i1.1405.
- [13] Colebrook, C. F., “Turbulent Flow in Pipes with Particular Reference to the Transition Region Between the Smooth and Rough Pipe Laws,” *Journal of the Institution of Civil Engineers*, vol. 11, no. 4, pp. 133–156, 1939.
- [14] Fahrudin, A., & Mulyadi, M., “Rancang Bangun Alat Uji Head Losses Dengan Variasi Debit Dan Jarak Elbow 90° Untuk Sistem Perpipaan Yang Efisien,” *Turbo J. Progr. Stud. Tek. Mesin*, vol. 7, no. 1, pp. 32–35, 2018, doi: 10.24127/trb.v7i1.680.
- [15] Ridwan, D., & Rahmandani, D., “Analisis Hidrolika Jaringan Irigasi Pipa Bertekanan (Studi Kasus Di Desa Cikurubuk Buah Dua Sumedang),” *Jurnal Teknik Hidraulik*, vol. 6, no. 1, pp. 13–26, 2015.

Conflict of Interest Statement:

The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.