



ANALISIS HEADLOSS PADA JARINGAN PERPIPAAN DISTRIBUSI AIR BERSIH DI PERKEBUNAN MARINA KOTA BATAM

Reno Reza Gumilang¹, Citra Indah Asmarawati²

¹ Mahasiswa Program Studi Teknik Industri, Universitas Putera Batam

² Dosen Program studi Teknik Industri, Universitas Putera Batam
e-mail: pb180410102@upbatam.ac.id

ABSTRACT

The rapid population growth will be directly proportional to the need for clean water, so that sooner or later various problems will arise in fulfilling the need for clean water. Marina Plantation, which is located in the city of Batam, is an area where the majority of the population work as gardeners and breeders. The increase in population and the expansion of the plantation area have resulted in a decrease in the burden on the clean water network. In this study the method used is a quantitative method using the Darcy Weisbach calculation formula with the help of Excel software to simplify calculations. Based on the head loss calculation. The technical specifications of the existing pumps are designed only to pump water with a capacity of 4 m³/h with a head of 12 m. To ensure that the existing pumps are no longer able to meet the current water demand, it is necessary to design a pump with a capacity of 10,314 m³/h +30% with a head of 19 m, and further analysis is needed, for example calculating the required pump driving force and the NPSH available in the installation.

Keywords: Headloss; Pipeline; Fresh Water; Pump Specification

PENDAHULUAN

Perkembangan zaman menyebabkan manusia terus melakukan pengembangan secara berkelanjutan terhadap fasilitas-fasilitas yang sejalan dengan proses aktivitas dengan tujuan memenuhi kebutuhan manusia itu sendiri. Terdapat macam-macam fasilitas seperti sektor industri, perkebunan, gedung-gedung bertingkat, rumah tangga dan lain-lain. (Setyadi & Nurcahyo, n.d.)

Dalam hal sejarah perkembangan teknologi yang sukar lepas terhadap pertumbuhan dan kemajuan industri, manusia selalu dihadapkan langsung pada berbagai permasalahan dengan dituntut untuk selalu mencari solusi dalam

menyelesaikan persoalan-persoalan yang terjadi. Dalam hal ini beberapa persoalan yang timbul yaitu salah satunya seperti pertumbuhan penduduk sehingga menyebabkan kebutuhan akan pasokan air bersih terus meningkat drastis (Arfah, 2021)

Air merupakan kebutuhan primer bagi manusia, Manusia tidak mungkin bisa melanjutkan hidupnya tanpa adanya ketersediaan air yang cukup. Pertumbuhan penduduk yang pesat akan berbanding lurus dengan kebutuhan air bersih, sehingga cepat atau lambat akan timbul beberapa masalah dalam pemenuhan kebutuhan air bersih sebagai contoh seperti pada ketersediaan sumber air,



sistem operasional, sistem pendistribusian yang efektif dan efisien maupun sistem pemeliharaan utilitasnya (Gaspar Y. K. Tuames et al., 2015)

Sistem Perpipaan sangat banyak digunakan sebagai sarana transportasi air bersih di berbagai bidang. Air bersih yang dibutuhkan akan disalurkan menggunakan sistem perpipaan dari suatu tempat ke tempat yang sudah ditentukan dengan menggunakan bantuan pendorong seperti pompa. Semakin Panjang jalur pipa dan semakin banyak komponen lainnya seperti pada fitting, katup, dan instrument, maka semakin besar pula kerugian tekanan yang akan dialami suatu sistem, oleh sebab itu sebaiknya sebelum melakukan instalasi sistem perpipaan pada jalur distribusi perlu dilakukan perencanaan yang tepat dengan tujuan mengurangi kerugian tekan yang terjadi (Aprizal, 2017)

Kekebunan Marina yang terletak di Kota Batam, Kepulauan Riau merupakan salah satu Kawasan dengan mayoritas penduduknya bekerja sebagai pekerja kebun dan peternak hewan, sehingga pada aktifitas sehari-harinya air telah menjadi hal yang sangat penting dan harus dijaga kuantitasnya, hal tersebut dikarenakan dalam proses pekerjaan yang dilakukan selalu membutuhkan air dengan jumlah volume yang lebih banyak. Selain itu tidak hanya pada proses aktifitas pekerjaan saja, bahkan pada tempat seperti hunian rumah, tempat beribadah dan lain-lain juga membutuhkan utilitas ini, Tetapi pada kenyataannya sepanjang tahun daerah tersebut mengalami penurunan kapasitas debit air bersih dengan di iringi penurunan tekanan pada jaringan utilitas distribusi perpipaan tersebut, beberapa faktor penyebabnya adalah pertambahan jumlah penduduk, hewan ternak, perluasan area perkebunan dan kolam.

Tabel 1 Total Kebutuhan Air Bersih

Tahun	Total Rata-Rata Kebutuhan Air (L/hari)	Persentase Kenaikan Debit Pertahun %
2019	192.621	0
2020	200.483	4
2021	220.290	10
2022	242.880	10
Rata-Rata Persentase		6

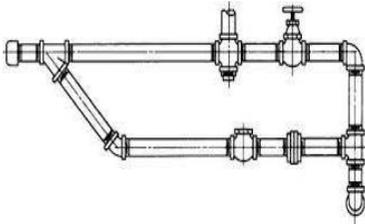
(Sumber : Data Penelitian, 2022)

Pada penelitian ini akan dilakukan suatu analisis dan perhitungan sistem perpipaan pada lokasi yang dimaksud dengan tujuan untuk mendapatkan total hasil kerugian tekanan yang terjadi pada sistem instalasi perpipaan, hal ini dilakukan dengan tujuan menentukan spesifikasi pompa yang tepat untuk membayar kerugian gesekan yang terjadi sepanjang jalur distribusi air bersih dan memastikan tidak ada terjadinya penyimpangan besar yang terjadi sepanjang instalasi tersebut.

KAJIAN TEORI

2.1 Sistem Perpipaan

Sistem perpipaan merupakan suatu sistem yang digunakan sebagai sarana transportasi fluida dengan cara memberikan energi tekan sehingga fluida dapat berpindah dari suatu titik ke titik yang sudah ditentukan. Pada umumnya sistem perpipaan dibagi menjadi beberapa komponen seperti pipa, katup flens, nosel, *fitting (tee, elbow, stub end, cross)*, *instrument*, pengukur tekanan, dan lain-lain. Berbagai contoh sistem perpipaan yang terdapat pada kehidupan sehari-hari adalah sistem instalasi plumbing pada area gedung bertingkat, teknikal pernyaluran sistem air pada ATB, Perkebunan, industri manufaktur dan terdapat juga pada pengeboran dan pengolahan minyak (Arif, 2022)



Gambar 1 Komponen Perpipaan

2.2 Major & Minor Headloss Sistem perpipaan

Berbagai macam faktor yang menyebabkan terjadinya penurunan tekanan pada sistem instalasi perpipaan adalah seperti perbedaan kecepatan (perubahan diameter), perbedaan elevasi (ketinggian) dan kerugian gesekan sepanjang jalur perpipaan. Secara umum kerugian gesekan diklasifikasi menjadi dua bagian yaitu *major headloss* dan *minor headloss*. *Major headloss* didefinisikan sebagai kerugian tekanan yang diakibatkan oleh gesekan antara fluida dengan penampang area dinding pipa. Sedangkan *minor headloss* didefinisikan sebagai kerugian tekanan yang disebabkan komponen selain pipa, contohnya seperti *fitting*, katup, sambungan-sambungan dan lain sebagainya (Subagyo & Mursadin, 2017)

Major headloss dapat dikalkulasi menggunakan persamaan *darcy weisbach* seperti berikut:

$$Hl = f \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g} \dots\dots\dots \text{Rumus 1}$$

Dimana:

- Hl = *major headloss* (m)
- f = koefisien gesekan (m)
- D = diameter pipa (m)
- L = Panjang pipa (m)
- V = kecepatan rata-rata aliran fluida (m/s)
- g = percepatan gravitasi (m/s²)

Minor headloss dapat dihitung menggunakan rumus *darcy* sebagai berikut:

$$Hlm = k \frac{V^2}{2g} \dots\dots\dots \text{Rumus 2}$$

Dimana:

- Hlm = *minor headloss* (m)
- k = koefisien hambatan (m)
- V = kecepatan rata-rata aliran fluida (m/s)
- g = percepatan gravitasi (m/s²)

2.3 Total Head Pompa

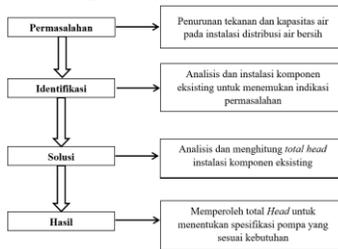
Total *Head Pompa* atau biasa disebut totali *dynamic head* didefinisikan sebagai energi maksimum yang dihasilkan oleh pompa pada kondisi operasi (Subagyo & Mursadin, 2017). Sehingga total *head* pompa dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$Hp = Ha + \Delta Hp + \Sigma Hf + \frac{V^2}{2g} \dots\dots\dots \text{Rumus 3}$$

Dimana:

- Hp = Total *head* pompa (m)
- Ha = Total perbedaan ketinggian sisi *suction* dan *discharge* (m)
- ΣHf = Total *headloss* (m)
- ΔHp = Perbedaan tekanan pada sisi *suction* dan *discharge* (m)
- ΣHf = Total *headloss* (m)
- V = kecepatan rata-rata aliran fluida (m/s)
- g = percepatan gravitasi (m/s²)

2.4 Kerangka Berpikir

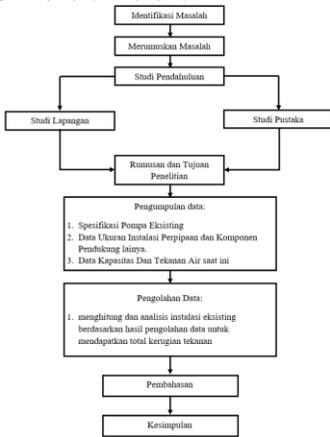


Gambar 2 Kerangka Berfikir



METODE PENELITIAN

3.1 Flowchart Penelitian



Gambar 3 Flowchart Penelitian

3.2 Populasi,

Populasi pada penelitian ini adalah keseluruhan komponen instalasi sistem perpipaan pada area distribusi perkebunan.

3.3 Sampel,

Teknik pengambilan sampling dalam penelitian ini akan menggunakan teknik sampling jenuh, dimana seluruh populasi dijadikan sampel.

3.4 Teknik Pengumpulan data

Teknik pengambilan data dalam penelitian ini yaitu dengan melakukan observasi, serta dokumentasi dan wawancara dalam mengetahui permasalahan lebih dalam.

3.5 Teknik Analisis data

1. Mengidentifikasi Data
2. Mengumpulkan Parameter Kebutuhan
3. Analisis Total Kerugian tekan
4. Analisis Total Head Pompa

5. Spesifikasi Pompa

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Karakteristik Fluida Dan Pompa Eksisting

Pada Tahapan awal perlu dilakukan suatu penjabaran berupa parameter-parameter kebutuhan sebagai bahan pengolahan data. Berdasarkan hasil pengumpulan data melalui tahap-tahap observasi dan wawancara, telah didapatkan parameter utama yang dibutuhkan sebagai bahan analisis jaringan perpipaan seperti berikut:

Tabel 2 Parameter Utama

Karakteristik Fluida	
Fluida	<i>Fresh Water</i>
Tekanan Uap Jenuh	0,0317 bara
Massa jenis Fluida	997 kg/m ³
Berat Jenis Fluida	0,997
Kekentalan Fluida	0,000890 kg/m.s
Kapasitas Aktual	10,314 m ³ /h 0,00287 m³/h

(Sumber : Data Penelitian, 2022)

Berdasarkan tabel diatas dapat diketahui kapasitas debit air yang dibutuhkan pada saat ini adalah sebesar 10,314 m³/h. Kemudian atas dasar pertimbangan pada tabel 1, maka dengan asumsi umur pemakaian pompa 5 tahun keatas, hasil total kapasitas debit air yang dibutuhkan akan ditambah 30% dalam perhitungan headloss, hal tersebut bertujuan untuk melakukan tindakan preventif terhadap penurunan tekanan pompa yang di rencanakan. Berikut dibawah ini merupakan spesifikasi pompa eksisting.

Tabel 3 Parameter Utama

Spesifikasi Pompa Eksisting	
Tipe Pompa	<i>Single Stage</i>
TDH	79m - 13m
Kapasitas	124 m ³ /h - 4 m ³ /h
Daya	1,475 HP

(Sumber : Data Penelitian, 2022)

Formatted: None, Right: 0 cm, Line spacing: single, Tab stops: Not at 0.32 cm

Formatted: Left, None, Right: 0 cm, Line spacing: single, Tab stops: Not at 0.32 cm

Formatted: Left, None, Right: 0 cm, Line spacing: single, Tab stops: Not at 0.32 cm

Formatted: Left, None, Right: 0 cm, Line spacing: single, Tab stops: Not at 0.32 cm

Formatted: Left, None, Right: 0 cm, Line spacing: single, Tab stops: Not at 0.32 cm

Formatted: Left, None, Right: 0 cm, Line spacing: single, Tab stops: Not at 0.32 cm

Formatted: None, Right: 0 cm, Line spacing: single, Tab stops: Not at 0.32 cm

Formatted: Left, None, Right: 0 cm, Line spacing: single, Tab stops: Not at 0.32 cm

Formatted: Left, None, Right: 0 cm, Line spacing: single, Tab stops: Not at 0.32 cm

Formatted: Left, None, Right: 0 cm, Line spacing: single, Tab stops: Not at 0.32 cm

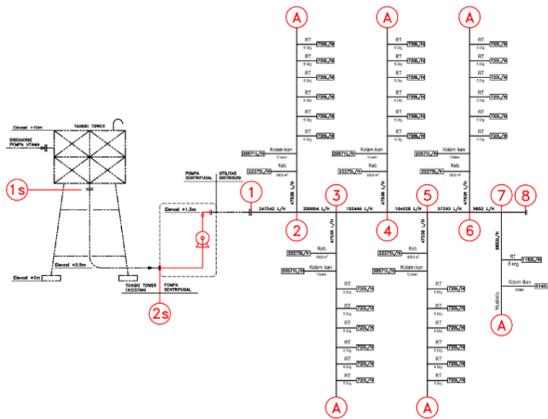
Formatted: Font: (Default) Arial, 10 pt

Formatted: Left, None, Right: 0 cm, Line spacing: single, Tab stops: Not at 0.32 cm



4.2 Analisis Sistem Perpipaan

Pada analisis total head pompa, perlu dilakukan klasifikasi ukuran dan tipe komponen sistem perpipaan agar mempermudah dalam proses perhitungannya. Berikut disajikan diagram sistem perpipaan pada instalasi eksisting.



Gambar 4 Diagram Sistem Perpipaan Instalasi Eksisting
(Sumber : Data Penelitian, 2022)

Dari gambar diatas komponen dapat diklasifikasi berdasarkan grid yang sudah ditentukan dan akan menjadi bahan analisa lanjutan sebagai berikut:

Tabel 4 Komponen Sistem Perpipaan Eksisting

Section	Komponen	Diameter	Qty
1s-2s	Pipa	2" Std	15 Mtr
	Elbow 90 deg	2" Std	2 Pcs
	Katup Gerbang	2" Std	1 Pcs
	Saringan	2" Std	1 Pcs
1-8	Pipa	2" Std	83 Mtr
	Katup Satu Arah	2" Std	1 Pcs
	Katup Gerbang	2" Std	1 Pcs
2-A	Pipa	2" Std	48 Mtr
	Elbow 90 deg	2" Std	3 Pcs
	Tee	2" Std	9 Pcs
	Katup Gerbang	2" Std	9 Pcs



3-A	Pipa	2" Std	43 Mtr
	Elbow 90 deg	2" Std	3 Pcs
	Tee	2" Std	9 Pcs
	Katup Gerbang	2" Std	9 Pcs
4-A	Pipa	2" Std	38 Mtr
	Elbow 90 deg	2" Std	3 Pcs
	Tee	2" Std	9 Pcs
	Katup Gerbang	2" Std	9 Pcs
5-A	Pipa	2" Std	41 Mtr
	Elbow 90 deg	2" Std	3 Pcs
	Tee	2" Std	9 Pcs
	Gate Valve	2" Std	9 Pcs
6-A	Pipa	2" Std	47 Mtr
	Elbow 90 deg	2" Std	3 Pcs
	Tee	2" Std	9 Pcs
	Gate Valve	2" Std	9 Pcs
7-A	Pipa	2" Std	37 Mtr
	Elbow 90 deg	2" Std	2 Pcs
	Tee	2" Std	3 Pcs
	Katup Gerbang	2" Std	3 Pcs

(Sumber : Data Penelitian, 2022)

4.2.1. Perhitungan Major Headloss

Dengan pertimbangan bahwa jumlah komponen pada instalasi terhitung banyak, maka perhitungan major headloss akan dibuatkan dalam bentuk tabulasi seperti berikut:

$$HI = f \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g} \dots \dots \dots \text{Rumus 2.1 Major Headloss}$$

Tabel 5 Perhitungan Major Headloss

Sect.	Q+30%	f	L	D	V	Reynold Number	HI (major headloss)
	(m ³ /s)	unitless	(m)	(m)	(m/s)	unitless	(m)
1s-2s	0,00365	0,0267	15	0,0603	1,279	86.263	0,556
1-8	0,00365	0,0267	83	0,0603	1,279	86.263	3,075
2-A	0,00365	0,0267	48	0,0603	1,279	86.263	1,778
3-A	0,00365	0,0267	43	0,0603	1,279	86.263	1,593
4-A	0,00365	0,0267	38	0,0603	1,279	86.263	1,408
5-A	0,00365	0,0267	41	0,0603	1,279	86.263	1,519
6-A	0,00365	0,0267	47	0,0603	1,279	86.263	1,741
7-A	0,00365	0,0267	37	0,0603	1,279	86.263	1,371
Total Major head loss suction & discharge							13,041

4.2.2. Perhitungan Minor Headloss

Dengan pertimbangan bahwa jumlah komponen pada instalasi eksisting terhitung banyak, maka perhitungan *minor headloss* juga dibuatkan dalam bentuk tabulasi seperti berikut:

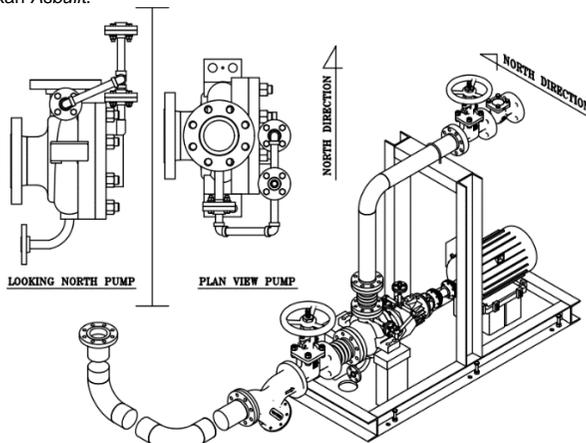
$$H_{lm} = k \frac{V^2}{2g} \dots \dots \dots \text{Rumus 2.2 Minor Headloss}$$

Tabel 6 Perhitungan *Minor Headloss*

Lokasi	Komponen	Qty	K	D	V	V ² /2g	H _{lm}
		Pcs	unitless	(m)	(m/s)	(m)	(m)
Suction	Elbow	2	1,23	0,0603	1,279	0,0830	0,205
	Katup Gerbang	1	0,17	0,0603	1,279	0,0830	0,001
	Saringan	2	2,00	0,0603	1,279	0,0830	0,334
Discharge	Elbow	17	1,23	0,0603	1,279	0,0830	1,745
	Tee	48	1,20	0,0603	1,279	0,0830	4,806
	Katup Gerbang	49	0,17	0,0603	1,279	0,0830	0,695
	Katup satu arah	1	2,00	0,0603	1,279	0,0830	0,167
Total minor head loss suction & discharge							7,965

Formatted: Font: (Default) Arial, 10 pt, Bold
 Formatted: Font: (Default) Arial, 10 pt, Bold
 Formatted: Font: (Default) Arial, 10 pt, Bold

Berikut dibawah ini merupakan detail gambar pompa eksisting yang didapatkan berdasarkan *Asbuilt*.



Gambar 5 Pompa Eksisting
(Sumber : Data Penelitian, 2022)



Kemudian setelah diketahui nilai dari masing-masing kerugian, maka total head loss pada instalasi sistem perpipaan adalah hasil penjumlahan dari total hasil *minor headloss* ditambah dengan total hasil *major headloss* seperti berikut:

$$\begin{aligned}\Sigma H_f &= H_I + H_{Im} \\ \Sigma H_f &= 13 \text{ m} + 8 \text{ m} \\ \Sigma H_f &= 21 \text{ m}\end{aligned}$$

Pada umumnya hasil total *headloss* selalu ditambah *safety margin* sebesar 30%, hal tersebut bertujuan untuk menghindari adanya kemungkinan pertambahan komponen dan pipa cabang pada masa mendatang, sebagai tindakan pencegahan terhadap penurunan kapasitas debit air maka didapatkan total *headloss* ditambah margin adalah sebesar 27 m

4.2.3. Perhitungan Total Head Pompa

Kemudian selanjutnya adalah menentukan total *head* pompa pada instalasi perpipaan eksisting menggunakan persamaan yang terdapat pada rumus 2.3 seperti berikut:

$$H_p = H_a + \Delta H_p + \Sigma H_f + \frac{V^2}{2g} \dots \dots \dots \text{Rumus 2.3}$$

$$\begin{aligned}H_p &= (1,5-10) \text{ m} + 0 \text{ m} + 27 \text{ m} + 0,083 \text{ m} \\ H_p &= 18,583 [19 \text{ m}]\end{aligned}$$

4.3 Pembahasan

Berdasarkan hasil perhitungan *major* dan *minor headloss* pada tabel 4.4 dan 4.5, telah diketahui total kerugian tekanan pada jaringan perpipaan yaitu sebesar 27 m (+*safety margin* 30%) dan total *head pompa* yang dibutuhkan adalah 19 m. Dengan didasari pada tabel 4.1, diketahui bahwa kapasitas debit yang dibutuhkan saat ini adalah sebesar 10,314 m³/h + 30%. Berikut dibawah ini merupakan detail gambar pompa eksisting yang didapatkan berdasarkan *Asbuilt*.

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari pemaparan hasil pembahasan di atas maka peneliti mengambil simpulan yaitu:

1. Berdasarkan hasil perhitungan *headloss* pada sistem perpipaan, maka dapat diketahui tekanan pada spesifikasi pompa yang dibutuhkan untuk menghasilkan kapasitas air sebesar 10,314 m³/h ditambah margin 30% adalah 19 m atau 1,9 barg.
2. Dengan didasari pada spesifikasi pompa eksisting diketahui bahwa pompa hanya memiliki kemampuan mendorong air dengan kapasitas sebesar 4 m³/h pada *head* maksimal 12 m atau 1,2 barg. Sehingga dapat dipastikan pompa eksisting tidak mampu lagi memenuhi kebutuhan air saat ini.

5.2 Saran

Dengan memanfaatkan hasil analisa perhitungan yang telah dilakukan, penulis menyadari bahwa masih terdapat banyak kekurangan dalam penulisan jurnal. sehingga terdapat beberapa saran yang dapat penulis sampaikan yaitu:

1. Bagi peneliti selanjutnya perlu dilakukan analisis lebih dalam seperti menghitung daya pompa yang dibutuhkan dan NPSH yang tersedia pada instalasi.
2. Perlu dilakukan suatu perancangan pompa dengan kapasitas 10,314 m³/h +30% pada *head* 19m.

DAFTAR PUSTAKA

- Afriyanda, R., Mulki, G. Z., & Fitriani, M. I. (2019). *Analisis Kebutuhan Air Bersih Domestik Di Desa Penjajap Kecamatan Pemangkat Kabupaten Sambas*.
- Arfah, M. (2021). *Analisis Kerugian Pada Sistem Perpipaan Gedung Dormitory 3 Politeknik Ilmu*



Pelayaran Makassar Loss Analysis In The Piping System Of Dormitory Building 3 Polytechnics Of Makassar Merchant Marine. In *Jurnal Maritim Malahayati (Jumma)* (Vol. 2, Issue 2).

ASME B31.4. (2019). *Pipeline Transportation System s for Liquids and Slurries ASME Code for Pressure Piping, B31*. <http://go.asme.org/B31committee>.

Gaspar Y. K. Tuames, Wilhelmus Bunganaen, & Sudiyo Utomo. (2015). *Perencanaan Teknis Jaringan Perpipaan Air Bersih Dengan Sistem Pengaliran Pompa Di Susulaku Kecamatan Insana Kabupaten Timor Tengah Utara*.

Jilani, A., & Razali, A. (2018). Centrifugal Pump Performance Characteristics for Domestic Application. *MATEC Web of Conferences*, 225. <https://doi.org/10.1051/mateconf/201822505011>

Karya, J., & Sipil, T. (2014). *Perencanaan Sistem Penyediaan Air Bersih Pdam Kota Salatiga* (Vol. 3, Issue 4). Halaman. <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/jkts>

Prof. Dr. Ir. Bambang Suharto, M. (2013). *MEKANIKA FLUIDA* (Saiful Iqbal, Ed.). UB Press.

Subagyo, R., & Mursadin, M. T. A. (2017). *BUKU AJAR MEKANIKA FLUIDA II HMKK431*.

Wiranto Swono, Agus Umar Ryadin, & Qomarotun Nurlaila. (2020). *Perancangan Sistem Perpipaan Untuk Distribusi Air Bersih Di Fakultas Teknik Universitas Riau Kepulauan Batam*.



Biodata

Penulis pertama, Reno Reza Gumilang merupakan mahasiswa Prodi Teknik Industri Universitas Putera Batam.



Biodata

Penulis kedua, Citra Indah Asmarawati, merupakan Dosen Prodi Teknik Industri Universitas Putera Batam. Penulis banyak berkecimpung di bidang Teknik Industri.