

## Analisis Instalasi Sistem Plumbing Air Bersih pada Lantai III Gedung Rumah Sakit Umum Daerah Ruteng

Alfonsus Zenelius Panggar<sup>1</sup>, Verdy A. Koehuan<sup>2\*</sup>, Yeremias M Pell<sup>3</sup>

<sup>1-4</sup>) Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Sains dan Teknik Universitas Nusa Cendana  
Jl. Adisucipto, Penfui-Kupang, NTT 85001, Tlp. (0380)881597

\*Corresponding author: verdy.koehuan@staf.undana.ac.id

### ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis sistem instalasi air bersih di ruang Rawat Ngidap Lantai III gedung Rumah Sakit Umum Daerah Ruteng yang terbagi dalam tiga jalur, yakni jalur pompa ke tandon atas, jalur tandon ke pipa distribusi A dan jalur tandon ke pipa distribusi B. Sistem instalasi air bersih atau plumbing merupakan instalasi untuk memenuhi kebutuhan air pada setiap peralatan plumbing terpasang pada gedung. Hasil analisis menunjukkan kebutuhan air bersih pada jalur instalasi A yaitu sebanyak 990 liter, sedangkan untuk jalur instalasi B sebanyak 1.410 liter. Jadi total kebutuhan air per hari pada instalasi sistem plumbing air bersih di RSUD Ruteng 2.400 liter per hari. Kebutuhan daya pompa sebesar 170,45 Watt dengan total head 26,059 m dan debit aliran 2,41 m<sup>3</sup>/jam. Apabila analisis kebutuhan pompa ini juga untuk melayani kebutuhan air bersih untuk pada lantai 1 dan lantai 2 dengan asumsi kebutuhan airnya sama dengan pada lantai 3 masing-masing sebesar 2,41 m<sup>3</sup>/jam dengan total debit 7,23 m<sup>3</sup>/jam dan total head pompa 39,13 m, serta kebutuhan daya pompa 767,87 Watt.

### ABSTRACT

*This research aims to analyze the clean water installation system in the Nursing Care Room on Floor III of the Ruteng Regional General Hospital building which is divided into three lines, namely the pump line to the upper reservoir, the reservoir line to distribution pipe A and the reservoir line to distribution pipe B. Installation system clean water or plumbing is an installation to meet the water needs of every plumbing equipment installed in a building. The analysis results show that the need for clean water in installation line A is 990 liters, while for installation line B it is 1,410 liters. So the total water requirement per day for the clean water plumbing system installation at Ruteng Regional Hospital is 2,400 liters per day. The pump power requirement is 170.45 Watts with a total head of 26.059 m and a flow rate of 2.41 m<sup>3</sup>/hour. If the analysis of pump needs is also to serve the clean water needs for the 1st and 2nd floors, assuming the water needs are the same as for the 3rd floor, each at 2.41 m<sup>3</sup>/hour with a total discharge of 7.23 m<sup>3</sup>/hour and a total pump head. 39.13 m, and the pump power requirement is 767.87 Watts.*

**Keywords:** Installation Systems, Water Distribution, Pipeline, and Flow Rate, Head Loss

### PENDAHULUAN

Sistem plumbing merupakan bagian yang tidak dapat terpisahkan dalam bangunan gedung bertingkat. Sistem plumbing merupakan sistem teknologi perpipaan dan peralatan untuk menyediakan air bersih ke tempat yang diinginkan dengan kontinuitas dan menyediakan air bersih sesuai dengan syarat dan standar yang ditetapkan (Raubaba & Hematang, 2017). Pada perencanaan sistem penyediaan air bersih sangat diperlukan informasi mengenai sumber air agar air tersebut dapat didistribusi dengan debit aliran

air dan tekanan kuantitas yang cukup dengan kualitas air yang sesuai dengan standar. (Sidik et al., 2022).

Tujuan sistem distribusi air bersih adalah untuk memenuhi kebutuhan akan air bersih dan mendistribusikan air secara merata keseluruh bagian bangunan, untuk itu perlu dilakukan sistem instalasi air bersih yang benar dan tepat dalam perencanaan dan penerapannya. Sistem penyediaan air bersih dan mekanisme kinerja disebut sebagai sistem plumbing (Ilfan; Freddy, 2022). Menurut SNI 03 – 6481 – 2000, disebutkan bahwa plumbing merupakan segala sesuatu yang berhubungan

dengan pelaksanaan pemasangan pipa dengan peralatannya di dalam gedung atau gedung berdekatan yang bersangkutan dengan air bersih. Dalam menentukan tata cara perencanaan sistem plumbing dapat digunakan SNI, 03-7065-2005.

Dalam sistem penyediaan air bersih pada dasarnya untuk menyediakan segala kebutuhan air bersih yaitu air yang layak dikonsumsi. Adapun kualitas air bersih yang harus memenuhi persyaratan yang ditetapkan oleh dinas kesehatan seperti sifat fisik yaitu tidak berbau, tidak berasa, suhu udara  $\pm 3^{\circ}\text{C}$ . (Gumilar, 2011).

Berdasarkan Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia nomor 1405/MENKES/SK/XI/2002, bahwa air bersih yaitu air yang dipergunakan untuk keperluan sehari hari dan kualitasnya memenuhi persyaratan kesehatan air bersih sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku dan dapat diminum apabila dimasak (Rahayu et al., 2020).

Sistem perpipaan merupakan suatu jaringan pipa yang dipasang pada suatu rangkaian gedung yang mempunyai fungsi untuk menyalurkan fluida. Pipa juga didefinisikan sebagai lingkaran panjang yang terbentuk dari logam, dan metal. Desain sistem perpipaan ini merupakan desain sistem perpipaan dari tempat penampungan air awal atau lantai satu menuju ketempat yang akan dituju atau reservoir yang ada diatap gedung.

Rumah Sakit Umum Daerah Ruteng (RUSD) yang berada di Kabupaten Manggarai dengan luas lahan  $26.845 M^2$  dan luas bangunan  $9.312 M^2$ , dan berada dibawah naungan pemerintahan Kabupaten Manggarai. Perancangan sistem plumbing di RSUD Ruteng bertujuan untuk penyediaan air bersih. Namun sejak dirancang dari tahun 2019 sistem plumbing ini belum bisa dimanfaatkan secara baik. Adapun masalah yang terjadi pada sistem plumbing di Ruteng yaitu daya tekanan pompa air rendah seperti di beberapa keran tidak keluar air. Oleh karena itu peneliti tertarik untuk menganalisis ulang instalasi sistem plumbing yang sudah dirancang agar bisa digunakan dan berfungsi dengan optimal.

Berdasarkan latar belakang di atas, peneliti ini bahwa dalam mewujudkan perencanaan instalasi sistem plumbing berkelanjutan pada bangunan rumah sakit Umum Daerah Ruteng, maka di perlukan sistem instalasi plumbing yang baik dan benar sehingga mampu menerapkan dan penggunaan air secara efisien dan memadai sesuai kebutuhan dengan bantuan pemasangan alat plumbing. Hal ini menyebabkan suplai air bersih tidak dapat dioptimalkan. Dari permasalahan diatas perlu dicarikan solusi, untuk mengatasinya dengan cara menganalisis ulang instalasi sistem air bersih. Pada penelitian ini hanya difokuskan pada ruangan rawat inap lantai 3. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengalisis kinerja instalasi sistem air bersih, pada ruanga rawat inap lantai 3, RSUD Ruteng.

## METODE PENELITIAN

### Kondisi instalasi sistem plumbing terpasang

Kondisi awal sistem instalasi perpipaan (plumbing) di lantai tiga gedung Rumah Sakit Ruteng, meliputi dua buah tandon yang terpasang pada tower dengan ketinggian permukaan air pada tandon dan lantai 3 adalah 3,5 m. Kapasitas masing-masing tandon adalah 2500 liter yang disuplai oleh pompa air dari bak di lantai bawah menggunakan pompa air 200 Watt dengan debit 30 liter/menit dan tinggi angkat 27 m. Kedua tandon ini selain untuk melayani kebutuhan air bersih pada lantai 3 tapi juga untuk lantai 1 dan lantai 2. Pipa utama dari pompa ke tandon, kemudian dari tandon ke pipa distribusi menggunakan pipa PVC  $\frac{3}{4}$  inch. Peralatan plumbing pada lantai 3 terdiri dari 4 buah closet, 3 buah wastafel untuk jalur A sedangkan untuk jalur B meliputi 6 buah closet dan 4 buah wastafel (Gambar 1). Hasil pengamatan menunjukkan aliran air pada sistem terpasang tidak lancar dengan debit keluaran yang sangat kecil ke setiap peralatan plumbing terpasang, terutama pada jalur distribusi B terjadi total head negatif karena head loss yang sangat tinggi.

### Prosedur Analisis

Saluran pipa atau saluran transmisi adalah pipa yang dipasang untuk menyalurkan fluida dari satu atau beberapa sumber atau reservoir ke tempat lain melalui pipa utama, cabang, dan pipa distribusi dengan volume dan tekanan yang sesuai dengan kebutuhan (Menon, 2005).

Prosedur analisis yang dilakukan untuk mengevaluasi instalasi sistem plumbing terpasang melalui tahapan perhitungan sebagai berikut:

- Membuat denah instalasi pipa dengan pemberian nomor pada setiap titik sambungan pipa untuk diinput panjang pipa maupun diameter pipa dan parameter lainnya (Gambar 1 dan Gambar 2).
- Menghitung debit aliran pada setiap jalur dari sumbernya menuju ke masing-masing outlet (peralatan plumbing)
- Menghitung kecepatan aliran dalam pipa menggunakan persamaan kontinuitas.
- Menghitung bilangan Reynold dan selanjut menghitung factor gesek (f) dengan menggunakan diagram Moody. Kekasaran permukaan pipa yang digunakan  $e = 0,03$  mm untuk pipa PVC.
- Menghitung head statis, total *head loss* atau penurunan tekanan ( $\Delta P$ ) di setiap jalur pipa distribusi (Jalur A dan jalur B) dan total head yang tersedia untuk memastikan aliran air ke setiap peralatan plumbing dengan debit yang mencukupi kebutuhan.

Kehilangan tekanan pada sistem pemipaan merupakan tingkat kehilangan energi yang dapat mengakibatkan berkurangnya tekanan aliran fluida dalam saluran. Kerugian tekanan mayor (*major pressure losses*) Rugi mayor adalah rugi yang disebabkan karena adanya gesekan antara aliran fluida dengan dinding pipa pada pipa lurus maupun rugi minor pada sambungan-sambungan, percabangan pipa serta katup.

### Bilangan Reynolds

Profil aliran fluida didalam pipa ditentukan dari bilangan Reynolds, yaitu:

$$Re = (\rho \cdot V \cdot D) / \mu \quad (1)$$

Dimana :

$\rho$  = Massa jenis fluida ( $\text{kg/m}^3$ )

$V$  = Kecepatan (rata-rata) fluida yang mengalir (m/s)

$D$  = Diameter dalam pipa (m)

$\mu$  = Viskositas dinamik fluida ( $\text{kg/ms}$ ) atau ( $\text{N.s/m}^2$ )

### Head loss

Dilihat dari kecepatan aliran, menurut Reynold diasumsikan atau dikategorikan laminar bila aliran tersebut mempunyai bilangan Re kurang dari 2300, untuk aliran transisi berada pada pada bilangan Re 2300 dan 4000 biasa juga disebut sebagai bilangan Reynolds kritis, sedangkan aliran turbulen mempunyai bilangan Re lebih dari 4000. Sehingga perhitungan kehilangan tekanan (*pressure loss*) mayor menurut Darcy Weisbech, dapat diketahui dengan menggunakan rumus :

$$h_1 = f \cdot L / D \cdot V^2 / 2g \quad (2)$$

Dimana:

$h_1$  = Kehilangan tekanan mayor (m)

$f$  = Koefisien gesek (friction factor)

$\rho$  = Massa jenis fluida ( $\text{kg/m}^3$ )

$L$  = Panjang pipa (m)

$D$  = Diameter pipa (m)

$V$  = Kecepatan fluida (m/s)

kerugian minor adalah sama dengan hasil kali energi kinetik persatuan berat fluida dengan koefisien kerugian:

$$h_m = K \frac{V^2}{2g} \quad (3)$$

Dengan:  $h_m$  = Kerugian minor (m)

$K$  = koefisien kerugian pada peralatan plumbing

$V$  = kecepatan aliran (m/s)

$g$  = gaya gravitasi ( $\text{m/s}^2$ )

Kerugian head total adalah :

$$h = h_1 + h_m \quad (4)$$

### Kebutuhan pompa

Untuk proses pemompaan air dari bak penampung bawah ke tandon atas dengan asumsi tekanan pada tandon ( $P_2$ ) adalah tekanan atmosfer dan kecepatan pada tandon  $V_2=0$

$$\frac{P_1}{\rho g} + \frac{V_1^2}{2g} + Z_1 + \text{head pompa} =$$

$$\frac{P_2}{\rho g} + \frac{V_2^2}{2g} + Z_2 + \text{head loss (5)}$$

$$P_1 = P_2 = 1 \text{ atm}$$

$$V_1 = V_2 = 0$$

$$Z_1 = 0 \text{ (datum atau referensi elevasi)}$$

$$Z_2 = 15,5 \text{ m (head statis)}$$

sehingga *head* pompa dari persamaan 5 menjadi :

$$\text{Head pompa} = Z_2 + \text{head loss (6)}$$

Kebutuhan daya pompa dapat dihitung sebagai berikut:

$$W = \rho \cdot g \cdot \text{head pompa} \cdot Q \quad (7)$$

Total head dan total head loss pada tandon ke pipa distribusi

Kecepatan aliran keluar tandon ke pipa distribusi pada masing-masing jalur A dan jalur B dapat dihitung berdasarkan persamaan Bernouli sebagai berikut:

Pada tandon dengan tekanan  $P_{A1} = P_{A2} = 1 \text{ atm}$  dan kecepatan aliran  $V_1 = 0$  dengan  $h_{A1} = 3,5$  dan  $Z_{A2} = 0,5 \text{ m}$  (head statis)

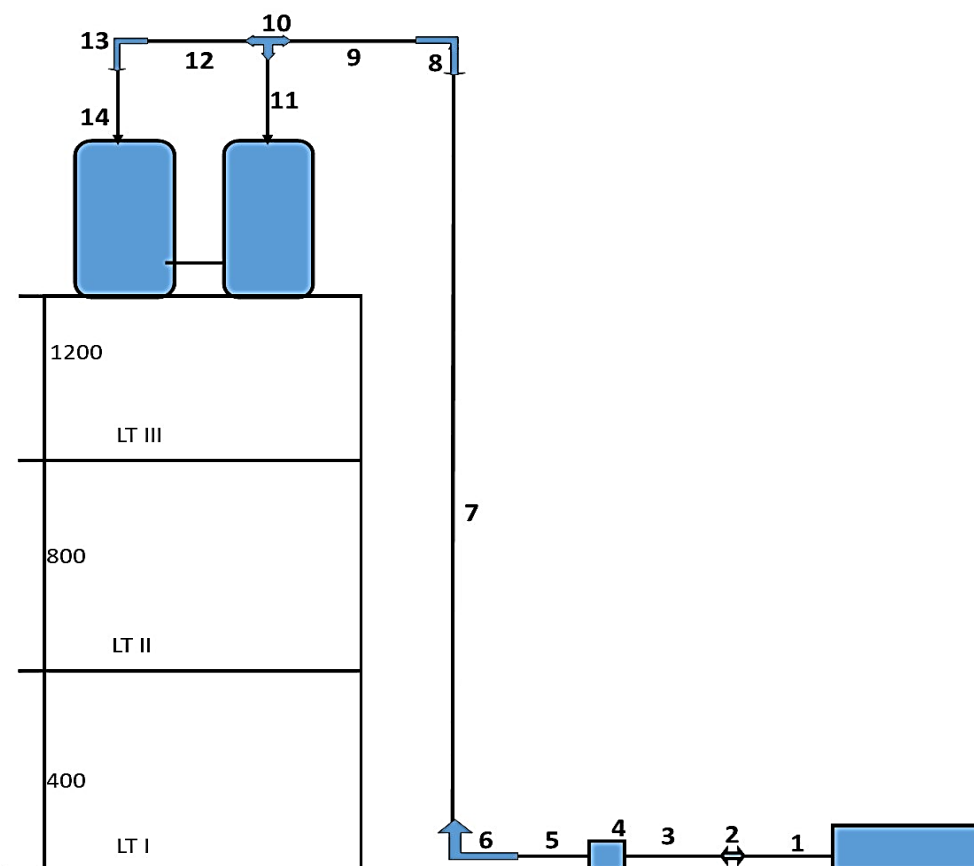
$$\frac{P_{A1}}{\rho g} + \frac{V_{A1}^2}{2g} + Z_{A1} = \frac{P_{A2}}{\rho g} + \frac{V_{A2}^2}{2g} + Z_{A2} + \text{head loss} \quad (8)$$

Atau,

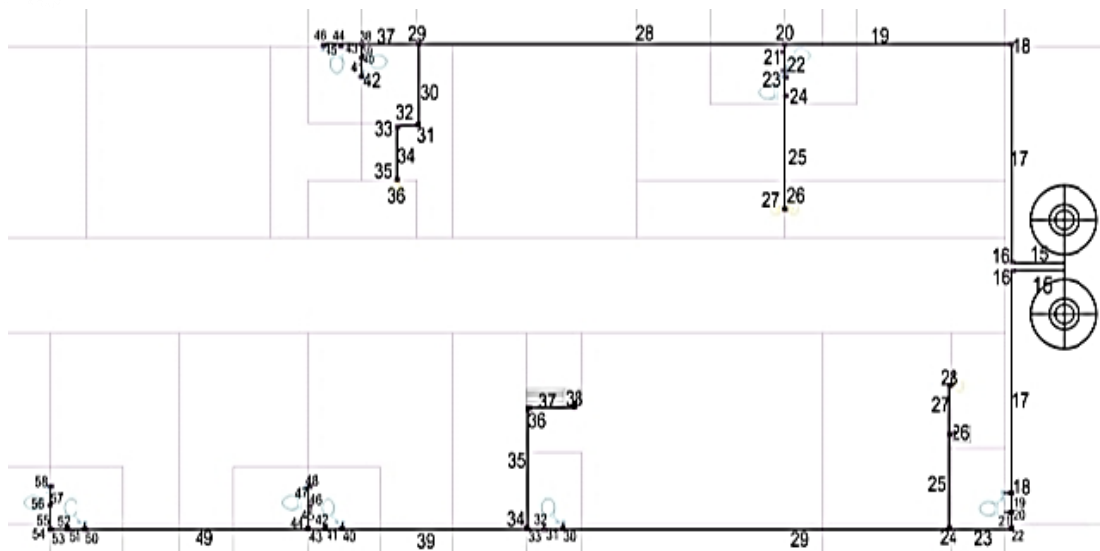
$$Z_{A1} = \frac{V_{A2}^2}{2g} + Z_{A2} + \text{head loss}$$

$$\frac{V_{A2}^2}{2g} = Z_{A1} - Z_{A2} - \text{head loss} \quad (9)$$

Berdasarkan persamaan 1 hingga persamaan 9, maka diperoleh hasil analisis seperti pada Tabel 1.



Gambar 1. Skema instalasi pipa dari bak bawah di lantai 1 menuju tandon di lantai 3 melalui pompa (nomor 4).



Gambar 2. Skema instalasi pipa cabang dan pipa distribusi dari tandon ke peralatan plumbing.  
Tabel 1. Hasil analisis kerugian aliran

Nama	Satuan	Jalur A	Jalur B (sebelum)	Jalur B (sesudah)	pompa-tandon
Diameter	Inci	0,75	0,75	1	0,75
Kecepatan	m/s	0,965	1,384	0,778	2,349
Head statis	Atm	3,5	3,5	3,5	15,5
Bilangan Reynold	Re	22940,57	32904,66	24678,5	55845,24
Kerugian mayor	m	1,2473	2,8362	1,9393	9,040
Kerugian minor	m	0,2045	0,6075	0,5075	1,518
Kerugian Total	m	1,4519	3,44379	2,44678	10,559
Total head	m	1,5481	-0,4438	0,5532	26,059
Daya pompa	Watt				170,45
Debit	m <sup>3</sup> /jam	0,99	1,42	1,42	2,41

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Kebutuhan air bersih

Hasil analisis kebutuhan air bersih berdasarkan data perlengkapan saniter seperti closet dan wastafel pada bangunan lantai tiga RSUD Ruteng seperti pada Tabel 2. Kebutuhan air dihitung berdasarkan jumlah pemakaian per hari yaitu 15 liter /jam untuk kebutuhan saniter closet dikali dengan 10 pengguna, sedangkan untuk perlengkapan wastafel dibutuhkan 13 liter / jam dan dikali

dengan 10 orang pengguna dalam satu hari. Instalasi sistem plambinnng air bersih pada bangunan lantai tiga RSUD Ruteng dibagi dalam dua blok yaitu blok A dan blok B. Pada masing-masing blok memiliki kebutuhan air bersih yang berbeda tergantung dengan banyaknya jumlah pengguna dan perlengkapan saniter seperti closet dan wastafel.

Hasil analisis diperoleh kebutuhan air bersih pada blok A yaitu sebanyak 990 liter per hari. Sedangkan kebutuhan air bersih pada blok B yaitu sebanyak 1.410 liter per hari. Jadi total keseluruhan kebutuhan air bersih pada

banguna lantai tiga RSUD Ruteng yaitu sebesar 2.410 liter.

Tabel 2. Hasil analisis kebutuhan air

Jenis kebutuhan	Jalur A	Jalur B
Perlengkapan saniter 1, kebutuhan air bersih 15 liter/jam dengan pengguna 10 orang/jam *)	4 closet	6 closet
Perlengkapan saniter 1, kebutuhan air bersih 13 liter/jam dengan pengguna 10 orang/jam *)	3 wastafel	4 wastafel
Debit air (liter/jam)	990	1420

Sumber: \*)Ridwan et al. 2017

### Pengaruh Diameter Pipa Terhadap Kebutuhan Debit Aliran Air

Data awal diameter pipa pada instalasi sistem plumbing air bersih pada jalur A dan B adalah 0,75 inci dapat dilihat pada Tabel 1 menunjukkan instalasi pipa jalur B dengan diameter pipa 0,75 inch menghasilkan kerugian *head loss* yang sangat tinggi. Oleh karena itu perlu menganalisis ulang instalasi pipa pada jalur B dengan cara menaikkan diameter pipa 1 inci dan menurunkan kecepatan aliran sebesar 0,778 m/s yang menghasilkan total head sebesar 0,5532 m.

Pemilihan diameter pada instalasi sistem plumbing air bersih sangatlah penting, yaitu untuk memastikan debit aliran air yang setabil dan optimal yang sesuai standar dan menghindari dari kerugian tekanan yang berlebihan. Pengaruh kecepatan terhadap kerugian tekanan dalam pipa disebabkan oleh gesekan antara fluida dan dinding pipa serta sambungan-sambungan dan peralatan plumbing.

### Kebutuhan pompa

Kapasitas daya pompa yang dibutuhkan pada instalasi sistem plumbing air bersih di bangunan gedung RSUD Ruteng untuk mengalirkan air dari bak penampung di lantai 1 ke tangki atas atap. Hasil analisis yang

diperoleh kebutuhan daya pompa sebesar 170,45 Watt dengan total head 26,059 m dan debit aliran 2,41 m<sup>3</sup>/jam. Namun apabila analisis kebutuhan pompa ini juga untuk melayani kebutuhan air bersih untuk pada lantai 1 dan lantai 2 dengan asumsi kebutuhan airnya sama dengan pada lantai 3 masing-masing sebesar 2,41 m<sup>3</sup>/jam dengan total debit 7,23 m<sup>3</sup>/jam dan total head pompa 39,13 m, maka kebutuhan daya pompa menjadi 767,87 Watt.

### KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis instalasi sistem plumbing air bersih di gedung lantai tiga RSUD Ruteng, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

- Kebutuhan air bersih pada jalur instalasi A yaitu sebanyak 990 liter, sedangkan untuk jalur instalasi B sebanyak 1.410 liter. Jadi total kebutuhan air per hari pada instalasi sistem plumbing air bersih di RSUD Ruteng 2.400 liter per hari.
- Kebutuhan daya pompa sebesar 170,45 Watt dengan total head 26,059 m dan debit aliran 2,41 m<sup>3</sup>/jam.

### DAFTAR PUSTAKA

- Gumilar, G. (2011). *PERENCANAAN PLUMBING AIR BERSIH DAN AIR*.
- Ilfan; Freddy. (2022). Perancangan Sistem Plumbing di Rumah Sakit Pendidikan Universitas Jambi. *Jurnal Pengelolaan Dan Teknologi Lingkungan*, 1(1).
- Menon, E. S. (2005). *Gas pipeline hydraulics*. Crc Press.
- Rahayu, A. K., Pratama, Y., & Nurprabowo, A. (2020). Perencanaan sistem instalasi plambing air bersih dengan penerapan alat plambing hemat air di Rumah Sakit Universitas Sam Ratulangi. *Jurnal Serambi Engineering*, 5(2).
- Raubaba, H. S., & Hematang, Y. I. P. (2017). ANALISIS KEBUTUHAN AIR BERSIH GEDUNG FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS MUSAMUS

- MERAUKE. *MUSTEK ANIM HA*, 6(1), 18–33.
- Sidik, M. P., Rahayu, S., & Wiharja, H. (2022). Analisis Perencanaan Desain Jaringan Distribusi Air Bersih Pada Proyek CWP-01 Pembangunan Gedung Fakultas Pendidikan Teknologi dan Kejuruan. *VOCATECH: Vocational Education and Technology Journal*, 3(2), 54–64. <https://doi.org/10.38038/vocatech.v3i2.78>