

ANALISA *DESIGN* INSTALASI POMPA UNTUK AIR BERSIH DI PT PAMAPERSADA NUSANTARA DISTRIK INDO - BONTANG KALIMANTAN TIMUR

ANALYSIS OF PUMP INSTALLATION DESIGN FOR CLEAN WATER IN PT PAMAPERSADA NUSANTARA, INDO DISTRICT - BONTANG, EAST KALIMANTAN

Moh Arif Batutah^{1*}, Hairul Huda²

¹Prodi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surabaya
Dukuh Sutorejo, Kec. Mulyorejo, Kota Surabaya, Jawa Timur, 60114

²Prodi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman
Sempaja Selatan Kec. Samarinda Ulu, Kota Samarinda, Kalimantan Timur 75117

*email : arifbatutah@ft.um-surabaya.ac.id

(Received: 2022 11, 28; Reviewed: 2022 11, 30; Accepted: 2022 12, 20)

Abstrak

Permintaan kebutuhan air bersih oleh karyawan perusahaan yang bertempat tinggal di barak berubah-ubah. Perubahan kebutuhan ini juga mempengaruhi penyaluran air bersih yang akan berdampak pada efektivitas sistem *plumbing* dan pompa. Tujuan analisis ini agar diketahui instalasi *plumbing* dan pemilihan pompa yang tepat agar dapat beroperasi secara optimal. Metode yang digunakan adalah analisis dengan mengabaikan kerugian, seperti kerugian gesekan antara fluida kerja dan peralatan. Analisis ini juga melakukan perhitungan *head*, kapasitas, daya pompa dan efisiensi dilakukan secara analitis. Hasil perhitungan didapatkan kapasitas aliran sebesar 2,643 m³/menit dan *head* instalasi total sebesar 71,69 m. Jenis pompa sentrifugal dengan putaran 2951 rpm tipe Grundfos CRN 90 4-2 yang akan dipilih.

Kata Kunci: pompa, *head instalasi*, daya pompa, efisiensi, kapasitas.

Abstract

The demand for clean water by company employees who live in barracks is changing. This change in direction also affects the distribution of clean water, which will impact the effectiveness of the plumbing and pump systems. This analysis aims to know the plumbing installation and selection of the right pump so it can operate optimally. The method used is the analysis by ignoring losses, such as friction losses between the working fluid and the equipment. This analysis also calculates head, capacity, pump power, and efficiency. From the calculation result, we conclude that the flow capacity is 2,643 m³/min, and the total head installation is 71,69 m. So, a centrifugal pump with rotation 2951 rpm, type Grundfos CRN 90 4-2, is the best pump for installation.

Keywords: pump, *head installation*, pump power, efficiency, capacity

1. PENDAHULUAN

Air bersih adalah salah satu jenis sumber daya berbasis air yang bermutu baik dan biasa dimanfaatkan oleh manusia untuk dikonsumsi atau melakukan aktivitas sehari-hari diantaranya sanitasi. Manusia membutuhkan air sangat mutlak, karena zat pembentuk tubuh manusia terdiri dari air yang jumlahnya

sekitar 80% dari bagian tubuhnya. Air di dalam tubuh manusia berfungsi sebagai pengangkut dan pelarut bahan-bahan makanan yang penting bagi tubuh untuk mempertahankan hidupnya, manusia berupaya mendapatkan air yang cukup bagi dirinya (Kornita, 2020).

Pembangunan gedung bertingkat, dibutuhkan perencanaan matang dari berbagai aspek. Selain perencanaan, sistem elektrikal dan perencanaan gedung dibutuhkan pula perencanaan sistem mekanikal yang meliputi sistem ventilasi mekanis, sistem proteksi kebakaran dan sistem *plumbing* yang layak sehingga penghuni dapat merasakan kenyamanan ketika berada pada sebuah bangunan gedung (Suhardiyanto, 2016). Pemasangan instalasi yang baik dengan sistem *plumbing* yang benar menjamin, menjaga kesehatan lingkungan hunian dan tempat kerja (Affiandi dkk., 2016).

Pompa adalah alat yang digunakan untuk memindahkan *fluida* dari suatu tempat ke tempat yang lain melalui media (saluran) dengan cara menambahkan energi pada *fluida* yang dipindahkan. Pompa beroperasi dengan prinsip membuat tekanan antara *suction* dan *discharge* (Chaves dan Hermawan, 2018). Sistem pemipaan adalah suatu sistem jaringan pipa yang terpasang pada suatu rangkaian yang mempunyai fungsi untuk menyalurkan *fluida*. Komponen dalam sistem pemipaan meliputi pipa, *flange*, *fitting*, pembautan, *gasket*, *valve*, dan bagian-bagian komponen pemipaan lainnya, termasuk gantungan pipa dan *support* dan item lainnya yang diperlukan untuk mencegah tekanan dan tegangan berlebih dari komponen-komponen yang bertekanan (Ubaedilah, 2016). Beberapa metode dalam penaksiran penyediaan kebutuhan air, yaitu berdasarkan pada penaksiran pemakaian air rata-rata perorangan setiap hari. Metode ini digunakan apabila jumlah penghuni atau pengguna gedung dapat diketahui. Melalui perkiraan jumlah pemakaian air rata-rata sehari dalam operasional gedung tersebut. Metode lainnya adalah penaksiran berdasarkan jenis dan jumlah alat *plumbing*. Metode lain adalah penaksiran berdasarkan unit beban alat *plumbing* (UBAP).

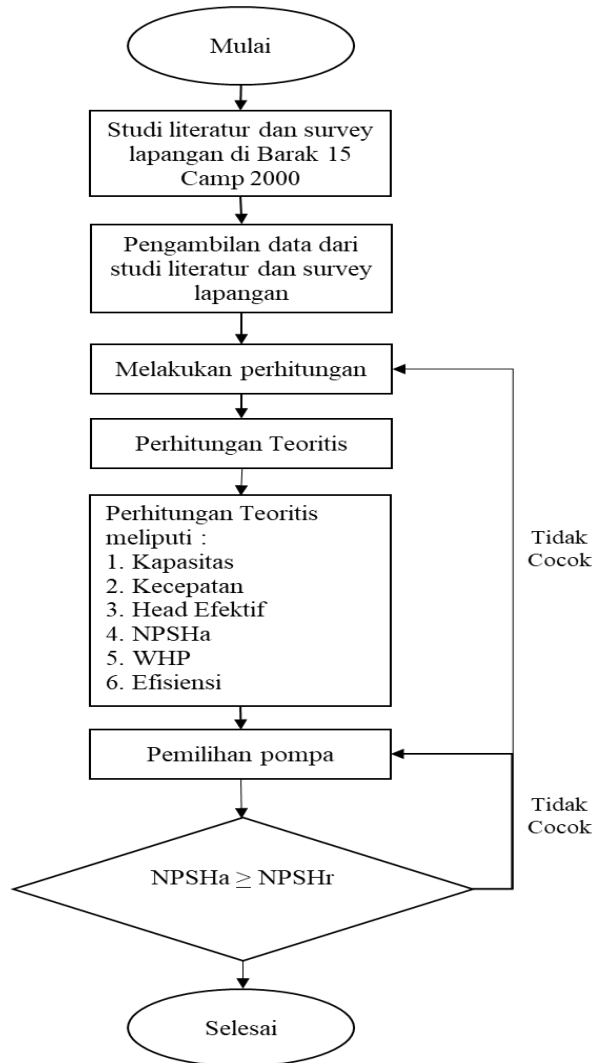
Penelitian terdahulu telah menganalisis tentang instalasi *plumbing* untuk keperluan air bersih (Jatmika dkk., 2021), mengenai perancangan dan pembangunan sistem distribusi air bersih pada gedung 4 lantai (Mulyadi dan Caraka, 2021), pemilihan pompa (Chowdhury dkk., 2020) dan design pemilihan pompa berdasarkan *analytic hierarchy process* (Briceño-León dkk., 2021). Ubaedilah (2016) meneliti mengenai analisa kebutuhan jenis dan spesifikasi pompa untuk suplai air bersih di gedung kantin berlantai 3 PT. Astra Daihatsu Motor. Sari (2017) meneliti mengenai perencanaan ulang instalasi pompa air bersih pada gedung pusat riset Surabaya. Suhardiyanto (2016) meneliti mengenai perancangan sistem *plumbing* air bersih dan air buangan pada pembangunan gedung perkantoran bertingkat tujuh lantai. Prahara (2014) meneliti mengenai perencanaan sistem *plumbing* air bersih pada bangunan kondotel 9 lantai dengan menggunakan sistem gravitasi dan pompa. Penelitian-penelitian yang telah dilakukan, rata-rata meneliti sistem perencanaan pompa *multistage* dan memiliki kapasitas besar yang diperuntukkan untuk bangunan lebih dari 2 lantai. Penelitian untuk perencanaan pompa *single stage* yang diperuntukkan untuk bangunan 2 lantai yang memiliki kapasitas besar jarang dilakukan. Penelitian ini akan difokuskan pada perhitungan analisa instalasi *plumbing* dan pompa pada distribusi air bersih di gedung 2 lantai barak 15 *junior staf camp* 2000 PT. Pamapersada Nusantara Distrik Indo, Bontang.

2. METODOLOGI

Tahapan penelitian disajikan berdasarkan pengembangan konsep perencanaan teknik sebagaimana dalam Gambar 1 dengan urutan: studi literatur, observasi lapangan, pengambilan data dan konversi perhitungan. Studi literatur, tahapan studi literatur, penulis mencoba memahami permasalahan yang berkaitan instalasi pompa air bersih pada barak 15 *junior staf camp* 2000 PT. Pamapersada Nusantara Distrik Indo, Bontang. Studi literatur ini mencari kemungkinan yang terjadi, dugaan awal bagaimana pengaruh permasalahan itu bisa terjadi. Studi literatur ini dilakukan untuk menambah referensi, media internet juga digunakan sebagai sumber pengetahuan.

Observasi lapangan dilakukan guna mengetahui permasalahan pokok yang nantinya mampu dipelajari dan dianalisis. Perhitungan pemilihan pompa dengan mengamati secara langsung terhadap objek yang diteliti sehingga mampu menghasilkan perhitungan yang sesuai dan aktual. Data yang diambil meliputi data *properties*, sedangkan data pendukung digunakan untuk menentukan langkah-langkah perhitungan yang diambil dari *textbook*.

Pengambilan data, studi literatur dan observasi mengenai pemilihan instalasi pompa yaitu dilakukan pengambilan data pada bagian MEP (Mekanik Elektrikal *Plumbing*) sarana dan prasarana PT. Pampersada Nusantara Distrik Indo, Bontang.



Gambar 1. Diagram alur penelitian

Konversi dan perhitungan, tahap ini dilakukan konversi data-data *properties* yang telah dikumpulkan ke dalam satuan yang umum digunakan untuk mempermudah proses perhitungan. Perhitungan pada penelitian ini menggunakan perhitungan teoritis. Perhitungan yang dilakukan pada tiap *suction* meliputi perhitungan kapasitas (Q), kecepatan (V), *head loss mayor* (h_i), *head loss minor* (h_{lm}) dan *head efektif instalasi* (h_{eff}). Selanjutnya perhitungan dilanjutkan dengan perhitungan daya fluida (WHP), *Net Positive Suction Head Available* ($NPSHa$), dan efisiensi pompa (η).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Air bersih kebutuhannya diperkirakan dengan menggunakan 2 metode penaksiran air bersih yaitu berdasarkan jenis jumlah alat *plumbing* dan berdasarkan unit beban alat *plumbing*, penaksiran kebutuhan air bersih dari tiap-tiap lantai yang dilayani berdasarkan jenis dan jumlah alat *plumbing* yaitu jumlah unit beban *plumbing* dan operasional 8 jam. Tabel 1 menunjukkan laju aliran tiap unit dan beban *plumbing*. Perencanaan dan pemeliharaan sistem plambing, pemakaian air dengan urutan yaitu Q_d adalah pemakaian air rata-rata sehari, Q_h adalah pemakaian per jam (m^3/jam), Q_{h-max} adalah

pemakaian jam puncak (m^3/jam), Q_{m-max} adalah pemakaian menit puncak ($m^3/menit$), dan T adalah rata-rata pemakaian (T) (jam/hari) dan perhitungan dengan menggunakan Persamaan (1)–(3) (Noerbambang dan Morimura, 1986).

$$Q_d = Q_h \times T \quad (1)$$

Pemakaian per jam Q_h sebesar $79,02 m^3/jam$ dan pemakaian air rata-rata sehari Q_d sebesar $632,16 m^3/hari$, sedangkan pemakaian jam puncak (Q_{h-max}) dihitung dengan Persamaan (2).

$$Q_{h-max} = Q_h \times C_1 \quad (2)$$

C_1 faktor beban puncak direncanakan C_1 sebesar 1,5 sehingga, Q_{h-max} sebesar $118,53 m^3/jam$. Sedangkan pemakaian menit puncak (Q_{m-max}) di hitung dengan Persamaan (3).

$$Q_{m-max} = \frac{Q_h}{60} \times C_2 \quad (3)$$

C_2 faktor beban puncak 3–4, direncanakan C_2 3 sehingga Q_{m-max} sebesar $3,951 m^3/menit$. Persamaan (1)–(3) akan mendapatkan dasar perhitungan laju alir dan beban unit *plumbing* per lantai barak sebagaimana Tabel 1 dan Tabel 3.

Tabel 1. Laju alir dan jumlah *plumbing* per lantai barak 15

| Ruang | Beban Unit <i>Plumbing</i> | Jumlah | Laju Aliran (L/min) | Q (L/min) |
|-------------|----------------------------|--------|---------------------|-----------|
| Lantai 1 | | | | |
| Kamar Mandi | Kloset | 10 | 15 | 150 |
| | Keran pada kloset | 10 | 10 | 100 |
| | <i>Lavatory</i> | 10 | 15 | 150 |
| | Keran | 10 | 10 | 100 |
| | <i>Shower</i> | 10 | 12 | 120 |
| | Total | 50 | | 620 |
| Pantry | <i>Sink</i> | 1 | 15 | 15 |
| | Total | 1 | | 15 |
| Lantai 2 | | | | |
| Kamar Mandi | Kloset | 11 | 15 | 165 |
| | Keran pada kloset | 11 | 10 | 110 |
| | <i>Lavatory</i> | 11 | 15 | 165 |
| | Keran | 11 | 10 | 110 |
| | <i>Shower</i> | 11 | 12 | 132 |
| | Total | 66 | | 682 |

Unit beban alat *plumbing* akan mendapatkan hubungan unit alat *plumbing* dengan laju aliran, didapat Q 296 liter/menit atau $0,296 m^3/menit$, dengan unit beban alat *plumbing* (UBAP) perlantai.

Tabel 2. Perbandingan kebutuhan air bersih

| Metode | Q_d ($m^3/hari$) | Q_h (m^3/jam) | Q_m ($m^3/menit$) | Q_{h-max} $C_1 = 1,5$ | Q_{m-max} $C_2 = 3$ |
|---|----------------------|---------------------|-----------------------|-------------------------|-----------------------|
| Berdasarkan jenis dan jumlah alat <i>plumbing</i> | 632,16 | 79,02 | 1,317 | 118,53 | 3,951 |
| Berdasarkan unit beban <i>plumbing</i> | 142,08 | 17,76 | 0,296 | 26,64 | 0,888 |

Tabel 2 menunjukkan pemilihan kebutuhan air yang terbesar, sehingga dipilihlah metode jenis dan jumlah alat *plumbing* untuk perhitungan selanjutnya. Sedangkan sistem instalasi *plumbing* sebagaimana terdapat pada Gambar 1. Selanjutnya melakukan perhitungan tangki air dengan urutan menghitung *reservoir* bawah dan menghitung *reservoir* atap. Menghitung *reservoir* bawah dengan Persamaan (4).

$$V_R = Q_d - (Q_s \times T) \quad (4)$$

V_R adalah volume tangki air bawah (m^3), Q_d total kebutuhan air bersih/hari (m^3 /hari) = 632,16 m^3 /hari, Q_s kapasitas pipa supply (m^3 /jam) = $\frac{2}{3} Q_h = \frac{2}{3} \times 79,02 \text{ m}^3/\text{jam} = 52,68 \text{ m}^3/\text{jam}$, maka didapatkan V_R sebesar 26,34 m^3 .

Tabel 3. Unit beban alat *plumbing* (UBAP) per lantai

| Keterangan | Beban <i>Plumbing</i> | Banyak | UBAP | Σ UBAP |
|-------------|-----------------------|--------|------|---------------|
| Lantai 1 | | | | |
| Kamar Mandi | Kloset | 10 | 3 | 30 |
| | Keran | 10 | 2 | 20 |
| | <i>Lavatory</i> | 10 | 2 | 20 |
| | Keran | 10 | 5 | 50 |
| | <i>Shower</i> | 10 | 2 | 20 |
| | Total | 50 | | 140 |
| Pantry | <i>Sink</i> | 1 | 2 | 2 |
| | Total | 1 | | 2 |
| Lantai 2 | | | | |
| Kamar Mandi | Kloset | 11 | 3 | 33 |
| | Keran | 11 | 2 | 22 |
| | <i>Lavatory</i> | 11 | 2 | 22 |
| | Keran | 11 | 5 | 55 |
| | <i>Shower</i> | 11 | 2 | 22 |
| | Total | 66 | | 154 |

Volume *reservoir* atap dihitung dengan menggunakan Persamaan (5).

$$VE = ((Q_p - Q_{max}) \times T_p) - (Q_{pu} \times T_{pu}) \quad (5)$$

VE ada adalah volume *reservoir* atap (m^3), Q_p kebutuhan puncak (m^3 /menit), Q_{max} kebutuhan jam puncak (m^3 /menit), Q_{pu} kapasitas pompa pengisi (m^3 /menit), T_p waktu kebutuhan puncak 30 menit, T_{pu} waktu kerja pompa mengisi puncak 10-15 menit. sehingga *reservoir* atap didapatkan VE sebesar 3,17 m^3 . Menghitung kapasitas pompa dengan Persamaan (6).

$$Q_{pu} = \frac{2}{3} \times Q_p \quad (6)$$

Q_{pu} adalah kapasitas pompa pengisi tangki (m^3 /min) dan Q_p kebutuhan puncak (m^3 /min). Sehingga didapatkan kapasitas pompa 2,643 m^3 /menit atau 0,04405 m^3 /s. Menghitung pipa *suction*, dengan menentukan diameter pipa dapat diketahui dengan Persamaan (7).

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi v}} \quad (7)$$

D adalah diameter dalam pipa (m), Q adalah kapasitas aliran (m^3 /s) dan V adalah kecepatan aliran (m/s) diasumsikan 2 m/s, sehingga dapatkan D sebesar 0,1674 m \approx 167,4 mm. Diketahui pipa dengan diameter tersebut maka akan dilakukan penyesuaian dengan pipa yang berada di pasaran yaitu pipa PVC = 6 in dengan *inside* diameter yaitu 146,329 mm, sehingga kita dapat mengetahui kecepatan aliran pipa sesungguhnya V_s adalah 2,62 m/s.

Jenis *head loss* pipa *suction* yang pertama adalah *head loss mayor suction*, diketahui data L_s 2 m, D_s 0,1463 m, V_s sebesar 2,62 m/s, sehingga nilai Re dihitung menggunakan Persamaan (8).

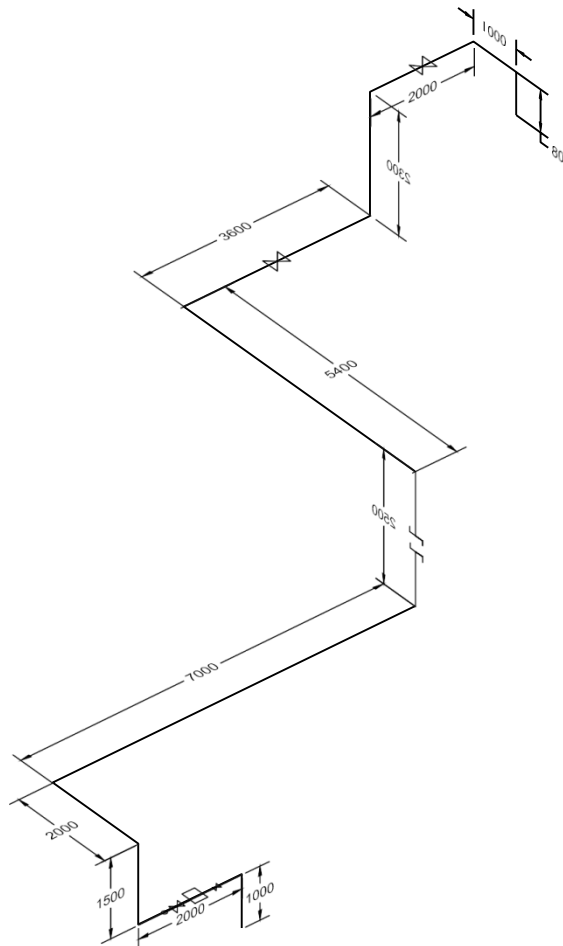
$$Re = \frac{V_s \cdot D_s}{\nu} \quad (8)$$

Diameter D_s 0,1463 m didapatkan Re sebesar $4,78 \times 10^5$ kemudian kita mencari nilai f yaitu 0,010713 \approx 0,011. Nilai *head loss mayor* menggunakan Persamaan (9).

$$h_1 = f \times \frac{1}{D} \times \frac{v^2}{2g} \quad (9)$$

Nilai nilai *head loss mayor* sebesar 0,052 m. Sedangkan jenis *head loss* pipa *suction* yang kedua adalah *head loss minor suction*. Perhitungan *head loss minor* menggunakan Persamaan (10).

$$h_{lm} = k \times \frac{v^2}{2g} \quad (10)$$



Gambar 1. Instalasi sistem perpipaan dan pompa

Fitting dengan nilai *k* *foot valve* 6,3, nilai *k* *gate valve* 0,12, nilai *k* 1 buah *strainer* 1, nilai *k* 1 buah *flexible joint* 1,7, nilai *k* 1 buah *elbow* 90 derajat 0,9, sehingga h_{im} atau *head loss minor* pipa adalah 3,505 m. *Head loss total* pipa *suction* dapat dihitung dengan Persamaan (11).

$$h_{im} = h_1 + h_{lm} \quad (11)$$

Nilai *head loss total* pipa *suction* sebesar 3,56 m. Perhitungan pipa *discharge*, jika nilai *V* dan *D* sama dengan nilai yang berada pada pipa *suction* maka untuk mengetahui *head loss mayor discharge*, diketahui L_d sebesar 83,2 m, D_d sebesar 0,1463 m dan nilai V_d 2,62 m/s, maka Nilai *Re* dapat dihitung menggunakan Persamaan 12.

$$\text{Nilai } Re = \frac{V_s \cdot D_s}{\nu} \quad (12)$$

Nilai *Re* sebesar 478526,84 atau $4,78 \times 10^5$, maka nilai *f* didapat sebesar $0,010713 \approx 0,011$, nilai *head loss mayor discharge* (h_1) dihitung dengan Persamaan (13).

$$h_1 = f \times \frac{1}{D} \times \frac{v^2}{2g} \quad (13)$$

Nilai *head loss mayor* discharge sebesar 2,1908 m. Selanjutnya menghitung *head loss minor discharge* (h_{lm}) menggunakan Persamaan (14).

$$h_{lm} = k \times \frac{v^2}{2g} \quad (14)$$

Diketahui *fitting*, nilai *k flexible joint* 1,7, nilai *k check valve* 2,3, nilai *k 3 gate valve* 0,12, nilai *k 10 elbow 90°* sebesar 0,9, sehingga besarnya *head loss minor* pipa *discharge* adalah 4,67 m. Perhitungan *head loss total* (h_{Lm}) pipa *discharge* dengan Persamaan (15) didapatkan nilai sebesar 6,8 m,

$$h_{Lm} = h_l + h_{lm} \quad (15)$$

$$\sum h_{lt} = h_{lsuction} + h_{lm discharge} \quad (16)$$

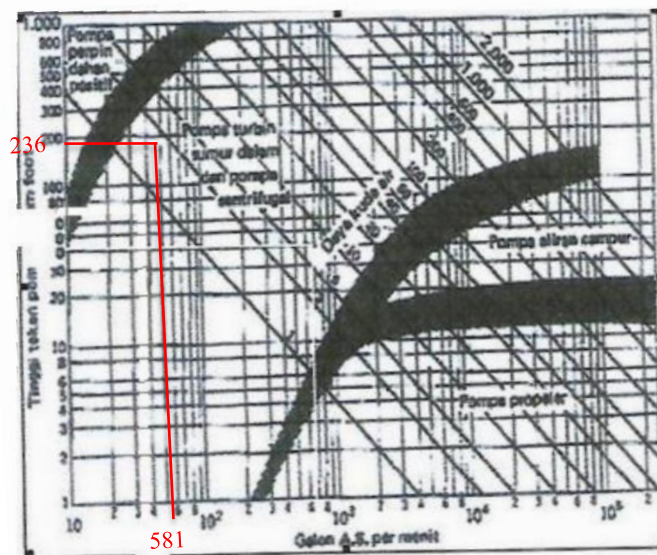
Nilai total *head loss* sebesar 10,417 m. Perhitungan dalam pemilihan pompa, *head* efektif (H_{eff}) instalasi pompa menggunakan Persamaan (17).

$$H_{eff} = \frac{p_2 - p_1}{\gamma} + \frac{(v_2 - v_1)^2}{2g} + (z_2 - z_1) + \sum H_{lt} \quad (17)$$

karena $P_2 = P_1 =$ tekanan atmosfer dan $V_1 = 0$, sehingga H_{eff} akan menjadi Persamaan (18).

$$H_{eff} = \frac{(v_2)^2}{2g} + (z_2 - z_1) + \sum H_{lt} \quad (18)$$

Nilai H_{eff} sebesar 71,96 m. Selanjutnya cara memilih pompa, dalam pemilihan pompa maka harus memiliki aspek yaitu: (1) pertimbangan jenis dan tipe pompa, (2) pertimbangan letak poros pompa, (3) perhitungan daya dan efisiensi. Noerbambang dan Morimura (1986) menyatakan dalam proses memilih pompa, acuan awal yang harus diketahui adalah head dan kapasitas yang diinginkan, sebagaimana pada Gambar 2.

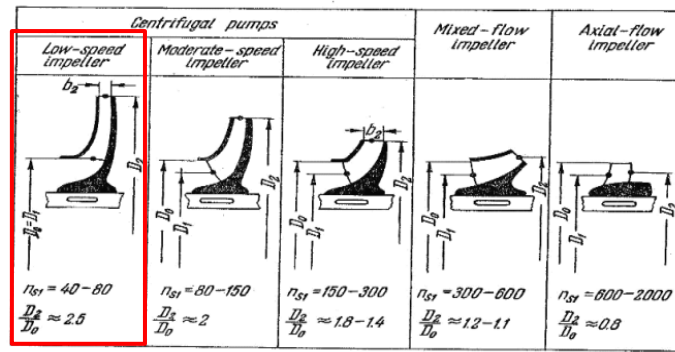


Gambar 2. Memilih pompa yang tepat (Noerbambang dan Morimura, 1986)

Gambar 2 didapatkan nilai $Q = 2,643 \text{ m}^3/\text{min} = 581,37 \text{ Gpm}$ dan $H = 71,96 \text{ m} = 236 \text{ ft}$, pompa yang cocok adalah pompa sentrifugal dan kemudian mencari putaran spesifik pompa (n_s) dengan menggunakan Persamaan (19).

$$n_s = n \times \sqrt{\frac{\rho_{fluida}}{75} \times \frac{Q^{1/2}}{H^{3/4}}} \quad (19)$$

Diketahui i adalah jumlah *stage*, H adalah *head* pompa (m), n jumlah putaran (n) nilai berada pada data *sheet* pompa dan densitas air adalah (ρ) bernilai 996 kg/m^3 , sehingga didapatkan n_s sebesar $46,28 \text{ rpm}$. Pertimbangan poros pompa, letak poros pompa dipilih disesuaikan dengan kebutuhan dalam mengalirkan fluida dan tata letak lokasi yang dipilih untuk instalasi sebagaimana Gambar 3.



Gambar 3. Putaran spesifik pompa dan impeller (Noerbambang dan Morimura, 1986)

Biasanya jika letak poros horizontal maka tidak korosif dan instalasi kecil sehingga tidak akan terjadi proses kavitasi. Sedangkan jika pompa vertikal tidak boleh sama sekali terjadi kavitasi dan bersifat korosif terkait fluida yang dialirkan.

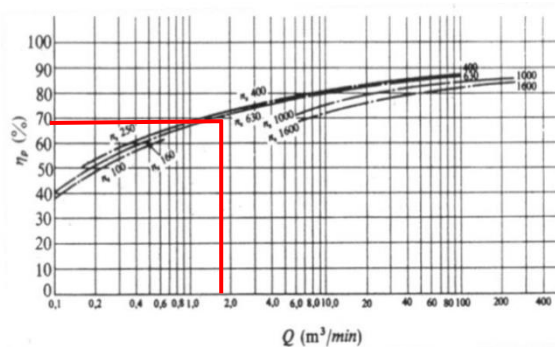
Tabel 4. Perbandingan poros vertikal dan horizontal pada pompa

| Parameter yang dibandingkan | Pompa horizontal | Pompa vertikal | Keterangan |
|-----------------------------|------------------|------------------|-----------------------|
| Memancing sebelum start | Diperlukan | Tidak diperlukan | Untuk kerja menghisap |
| NPSH yang tersedia | Kecil | Besar | Untuk kerja menghisap |
| Luas ruang instalasi | Besar | Kecil | |
| Tinggi bangunan rumah pompa | Rendah | Tinggi | |
| Berat | Kecil | Besar | |

Tabel 4 digunakan pertimbangan dalam memilih pompa, sehingga dapat dipilih yang sesuai tata letak lokasi adalah pompa dengan poros vertikal yaitu dengan jenis pompa *non displacement* tipe *single suction*. Perhitungan daya dan efisiensi menggunakan Persamaan (20).

$$n_s = n \frac{Q^{1/2}}{H^{3/4}} \tag{20}$$

n adalah putaran (rpm) maka daya dan efisiensi sebesar 194,177 rpm.



Gambar 4. Efisiensi standar pompa sentrifugal menurut n_s (Noerbambang dan Morimura, 1986)

Maka, dengan Q sebesar $2,643 \text{ m}^3/\text{menit}$ dan n_s sebesar $194,177 \text{ rpm}$, maka didapatkan efisiensi (η) sebesar 69% . *Water Horse Power* (WHP) dihitung dengan Persamaan (21).

$$\text{WHP} = \rho \cdot g \cdot Q \cdot H \tag{21}$$

WHP adalah *Water House Power* (kW), ρ 1000 kg/m^3 , g bernilai $9,81 \text{ m/s}^2$, Q bernilai $2,643 \text{ m}^3/\text{menit}$ atau $0,04405 \text{ m}^3/\text{s}$, H bernilai $71,96 \text{ m}$, maka nilai WHP sebesar $31096,11 \text{ watt} \approx 31,096 \text{ kW}$. Perhitungan *break horse power* (WHP) dengan Persamaan (22).

$$BHP = \frac{WHP}{\eta} \quad (22)$$

Nilai WHP adalah 45,066 kW, sedangkan nilai daya nominal penggerak menggunakan Persamaan (23).

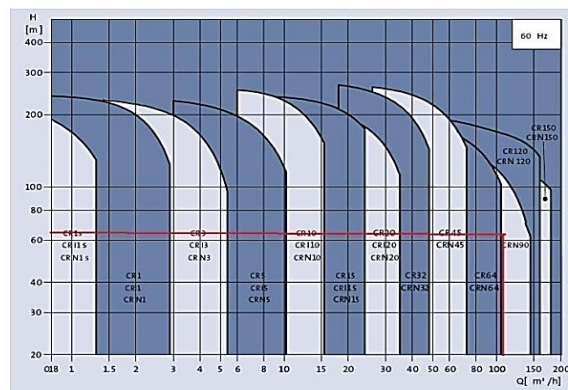
$$P_m = \frac{BHP(1+\alpha)}{\eta_t} \quad (23)$$

P_m adalah daya motor penggerak mula (kW), α adalah faktor cadangan dan η_t adalah efisiensi sebagaimana di tunjukkan dalam Tabel 5, maka nilai daya nominal penggerak sebesar 56,92 kW.

Tabel 5. Faktor Cadangan Motor dan Efisiensi Transmisi (Noerbambang dan Morimura, 1986)

| Jenis Penggerak Mula | | α |
|---------------------------------|--------------------------------|-------------|
| Motor Induksi | | 0,10 – 0,20 |
| Motor Bakar Kecil | | 0,15 – 0,25 |
| Motor Bakar Besar | | 0,10 – 0,20 |
| Jenis Transmisi | | η_t |
| Belt Rata | | 0,90 – 0,93 |
| Belt - V | | 0,95 |
| Roda | Roda gigi lurus satu tingkat | 0,92 – 0,95 |
| Gigi | Roda gigi miring satu tingkat | 0,95 – 0,98 |
| | Roda gigi kerucut satu tingkat | 0,92 – 0,96 |
| Roda gigi planiter satu tingkat | | 0,95 – 0,98 |
| Kopling Hidrolik | | 0,95 – 0,97 |

Cara memilih jenis pompa, akan disesuaikan dengan perhitungan yang dapatkan seperti *head* dan kapasitas yang kemudian akan dicocokkan dengan Gambar 5.



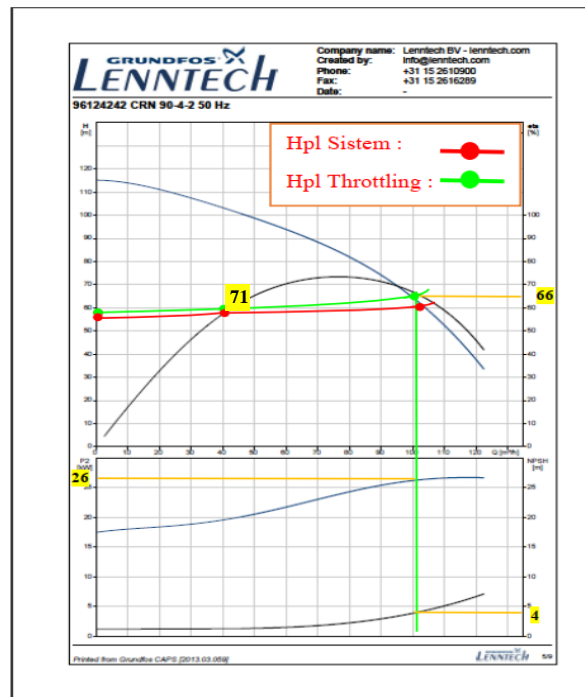
Gambar 5. Grafik pemilihan pompa utama (León dkk., 2021)

Jenis pompa *centrifugal* dengan poros vertikal, putaran (rpm) sebesar 2951 rpm dan merek pompa adalah Grundfos / CRN 90 – 4 – 2. Sesuai dengan perhitungan maka Q sebesar 2,643 m³/menit \approx 0,04405 m³/s dan H sebesar 71,96 m, maka diperoleh pompa groundfos CR – 4 – 2. Setelah menentukan pompa maka, agar tidak terjadi proses kavitasi yaitu terjadi gelembung-gelembung udara pada dalam *casing* pompa hal yang bergantung adalah nilai *NPSH*. Nilai *NPSHa* harus lebih besar dari *NPSHr*. *NPSHr* bergantung spesifikasi yang diberikan pada pabrikan pompa sehingga dapat kita bandingkan dengan perhitungan. *NPSHr* ini dapat dicari melalui membandingkan antara kapasitas dan *head* dari spesifikasi pompa, dari Gambar 5 di atas, dengan nilai *head* efektif sebesar 71,96 m, maka daya motor yang didapatkan sebesar 26 kW, *NPSHr* sebesar 4 m sehingga efisiensi pompa sebesar 69%. Nilai *NPSHa* dihitung dengan menggunakan Persamaan 24.

$$NPSHa = \frac{P_a}{\gamma} - \frac{P_v}{\gamma} - h_s - \sum H_l \quad (24)$$

Diketahui $NPSHa \approx NPSH$ tersedia (m), P_a 101,325 Pa, γ 9810 N/m³, P_v 2,35 KPa \approx 2350 Pa dimana nilai tersebut dengan temperatur fluida air 20°C, dimana H_s sebesar 1,5 m dan nilai $\sum H_l$ 3,557 m,

maka sebesar 5,033 m, sehingga instalasi pompa dapat dikatakan aman dikarenakan nilai NPSHa lebih besar dari NPSHr, sedangkan performa kehandalan pompa dapat dilihat pada Gambar 6 berikut dibawah ini.



Gambar 6. Performa pompa Grundfos Cr 90-4-2 keluaran pabrikan (Chaves dan Hermawan, 2018)

4. KESIMPULAN

Hasil perhitungan dan perancangan ulang perencanaan sistem pompa, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut: Jumlah kebutuhan air bersih di Barak 15 Camp 2000 berdasarkan jenis dan jumlah alat *plumbing* yang apabila semuanya bekerja secara serempak besarnya adalah 79,02 m³/jam atau 632,16 m³/hari. Volume tangki bawah yang dibutuhkan = 26,34 m³ sedangkan volume tangki atas = 13,17 m³. *Head* efektif instalasi yang harus dipenuhi adalah 71,96 m. Pompa yang digunakan dalam perencanaan ulang instalasi adalah jenis sentrifugal dengan poros vertikal: *grundfos* CRN 90 4-2 dengan putaran 2951 rpm.

PENGHARGAAN

Penulis berterima kasih banyak kepada Reynaldy Shabir, Mahasiswa Prodi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surabaya dan karyawan PT. Pamapersada Nusantara Distrik Indo sebagai *Transportation Group Leader* yang telah banyak membantu dalam mengambil data dalam penelitian di tahun 2022.

DAFTAR PUSTAKA

- Affiandi, J. Pharmawati, K.D., dan Nurprabowo, A. (2016) 'Perencanaan Sistem Instalasi Plumbing Air Bersih Gedung Hotel Tebu', *Jurnal Online Institut Teknologi Nasional*, 4(2), pp. 1–9. doi: 10.26760/rekalingkungan.v4i2.%25p
- Jatmika, B. Maulana, I. Al-Faqih, R. Zouda, R.A., dan Viktorovich, O.M. (2021) 'Analysis of Clean Water and Hot Water Needs Plumbing System in The Building', *International Journal Engineering and Applied Technology (Ijeat)*, 4(2), pp. 64–78. doi: 10.52005/ijeat.v4i2.51.
- Briceño-León, C.X. Sanchez-Ferrer, D.S. Iglesias-Rey, P.L. Martinez-Solano, F.J. dan Mora-Melia, D. (2021) 'Methodology for Pumping Station Design Based on Analytic Hierarchy Process (AHP)', *Water (Switzerland)*, 13(20), pp. 1–33. doi: 10.3390/w13202886.
- Chaves, S. M. dan Hermawan, R. (2018) 'Perancangan Pompa Untuk Water Treatment Plant',

Seminar Nasional Inovasi dan Aplikasi Teknologi di Industri 2018, pp. 199–203.

Chowdhury, M. Kabir, Md.S.N. Kim, H. dan Chung, S. (2020) ‘Method of Pump, Pipe, and Tank Selection for Aeroponic Nutrient Management Systems Based on Crop Requirements’, *Journal of Agricultural Engineering*, 51(2), pp. 119–128. doi: 10.4081/jae.2020.1028.

Kornita, S. E. (2020) ‘Strategi Pemenuhan Kebutuhan Masyarakat terhadap Air Bersih di Kabupaten Bengkalis’, *Jurnal Samudra Ekonomi dan Bisnis*, 11(2), pp. 166–181. doi: 10.33059/jseb.v11i2.1883.

Noerbambang, M.S., and Morimura, T. (1986) *Perancangan dan Pemeliharaan Sistem Plumbing*. Jakarta: Pradnya Paramita.

Mulyadi, C.D. dan Caraka, M.U. (2021) ‘Perancangan dan Pembangunan Sistem Distribusi Air Bersih’, *Infotekmesin*, 12(2), pp. 175–182. doi: 10.35970/infotekmesin.v12i2.411.

Prahara, D. (2014) ‘Perencanaan Sistem Plumbing Air Bersih Pada Bangunan Kondotel dengan Menggunakan Sistem Gravitasi dan Pompa’, *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*, 2(1), pp. 1–10. doi: 10.26418/jtlb.v2i1.6757.

Sari, N. S. (2017) ‘Perancangan Ulang Instalasi Pompa Air Bersih pada Gedung Pusat Riset ITS Surabaya’, *Institut Teknologi Sepuluh Nopember*, pp. 1–14.

Suhardiyanto (2016) ‘Perancangan Sistem Plumbing Instalasi Air Bersih dan Air Buangan pada Pembuangan Gedung Perkantoran Bertingkat Tujuh Lantai’, *Jurnal Teknik Mesin*, 05, pp. 2–9.

Ubaedilah (2016) ‘Analisa Kebutuhan Jenis dan Spesifikasi Pompa Untuk Suplai Air Bersih Di Gedung Kantin Berlantai 3 PT Astra Daihatsu Motor’, *Jurnal Teknik Mesin (JTM)*, 05, pp. 119–127. doi: 10.22441/jtm.v5i3.1215