



Jurnal Artikel

PERANCANGAN POMPA DISTRIBUSI AIR BERSIH UNTUK KOMPLEKS PERUMAHAN

Seprinaldo^{1*}, Dr.Ir Edi Septe S, M.T.²

¹Program Studi Teknik Mesin, Universitas Bung Hatta

²Program Studi Teknik Mesin, Universitas Bung Hatta

¹seprinaldo0209@gmail.com, ²edi.septe@bunghatta.ac.id

Artikel Info - : Received : ; Revised : ; Accepted:

Abstrak

Pompa merupakan mesin fluida yang digunakan untuk memindahkan zat cair dari suatu tempat bertekanan rendah ke tempat lain yang memiliki tekanan lebih tinggi. Proses ini terjadi karena adanya perbedaan tekanan yang dihasilkan oleh impeller saat berputar. Dalam penelitian ini dilakukan perancangan pompa sentrifugal jenis radial satu tingkat, yang dirancang untuk kapasitas aliran sebesar 79,42 m³/jam dengan total head pemompaan sebesar 24 meter. Motor listrik dengan daya 9,24 kW dan putaran 2910 rpm digunakan sebagai penggerak utama sistem.

Impeller yang digunakan adalah tipe tertutup dengan jumlah sudu sebanyak 10 buah dan material perunggu, yang dipilih untuk menunjang efisiensi aliran dan ketahanan terhadap keausan. Tujuan perancangan ini adalah menganalisis kebutuhan dan distribusi air bersih, merencanakan kapasitas debit pompa, serta merancang pompa air yang efektif dan efisien untuk memenuhi kebutuhan masyarakat kompleks perumahan.

Kata kunci: : Pompa Sentrifugal, Head pompa, 349,64 GPM

Abstract

A pump is a fluid-driven machine used to move liquids from a low-pressure area to a higher-pressure area. This process occurs due to the pressure difference generated by the rotating impeller. In this study, a single-stage radial centrifugal pump was designed for a flow capacity of 79.42 m³/hour with a total pumping head of 24 meters. An electric motor with a power of 9.24 kW and a rotational speed of 2,910 rpm was used as the system's primary drive.

The impeller used is a closed-type type with 10 blades and is made of bronze, chosen for its flow efficiency and wear resistance. The objectives of this design are to analyze clean water demand and distribution, plan pump discharge capacity, and design an effective and efficient water pump to meet the needs of the housing complex community.

Keywords: Centrifugal Pump, Pump Head, 349.64 GPM



PENDAHULUAN

Air merupakan salah satu sumber daya bagi kehidupan masyarakat, yang sangat dibutuhkan. Bahan alternatif yang digunakan untuk penyediaan air adalah dengan memanfaatkan sebuah keberadaan air tanah. Menurut Fazarullah, dkk (2022) salah satu masalah umum yang dihadapi masyarakat saat ini dalam penyediaan air bersih adalah cakupan pelayanan air yang rendah dari Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM). Untuk memenuhi target peningkatan cakupan dan kualitas pelayanan air bersih, kondisi PDAM harus sehat secara teknis dan finansial. Lubis, dkk (2014) menyatakan bahwa air sangat dibutuhkan oleh manusia, khususnya air yang

bersih yang sesuai untuk kebutuhan rumah tangga seperti mandi, memasak, dan, yang paling penting, minum. Ini juga telah terjadi beberapa tahun terakhir. Danau yang dijadikan perkampungan, sumur gali yang mengering saat musim kemarau, dan sungai yang terkontaminasi bahan kimia adalah beberapa contoh lokasi di mana sumber mata air dan waduk telah berkurang.

Berdasarkan pemaparan di atas, permasalahan juga terjadi pada masyarakat di Kompleks Adena Raya, Ketaping, Kecamatan Batang Anai, Kabupaten Padang Pariaman. Dimana pada waktu-waktu tertentu volume air mengalami penurunan dan kembali normal pada waktu tidak sibuk sehingga untuk

mengatasi permasalahan tersebut maka peneliti melakukan penelitian lebih lanjut mengenai Perancangan Pompa untuk Distribusi Air Bersih pada Kompleks Perumahan Adena Raya Ketaping. Secara geografis Kompleks Perumahan Adena Raya Ketaping terletak di 0°47'45"S, 100°17'58"E. Kompleks tersebut merupakan pemukiman baru yang dibangun sekitar akhir tahun 2021. Kompleks perumahan ini terletak di pinggiran kota Padang, dekat dengan akses jalan tol Padang-Sicincin.

Dengan mempertimbangkan masalah-masalah di atas, latar belakang masalah analisis ini menunjukkan bahwa penelitian lebih lanjut diperlukan untuk memahami Perancangan Pompa. Pengetahuan yang diperoleh dari analisis ini dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah tersebut.

Perumusan masalah dalam penelitian ini, yaitu :

1. Bagaimana cara meningkatkan debit air dengan sebuah pompa
2. Bagaimana merancang sistem pompa pompa distribusi air bersih.

Batasan masalah dalam penelitian ini hanya membahas pada :

1. Studi berfokus pada perancangan pompa air di kompleks Adena Raya Ketaping
2. Perhitungan sistem distribusi dilakukan mulai dari reservoir (tangki penampungan) hingga jaringan distribusi perumahan.
3. Fluida yang dipompa adalah air bersih
4. Jenis pompa yang digunakan adalah pompa sentrifugal
5. Sistem perpipaan yang digunakan terbuat dari pipa besi cor baru dengan konfigurasi tertutup.
6. Kebutuhan air yang menjadi input pompa ditetapkan sebesar 79,42 m³/jam

METODE PERANCANGAN

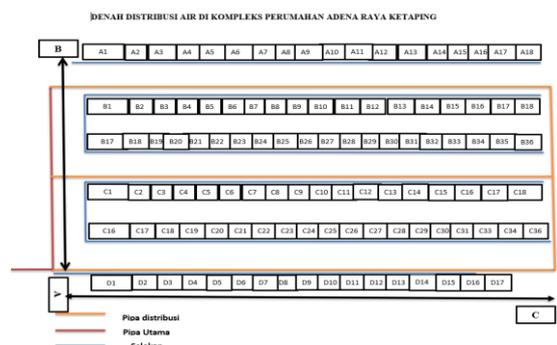
Penelitian ini dilakukan di kompleks perumahan Adena Raya Ketaping, Kecamatan Batang Anai, Sumatra barat. Sumber air yang digunakan untuk perumahan ini direncanakan dari Reservoir ke perumahan.

Penelitian ini akan merancang pompa sentrifugal dengan kapasitas 0,022 m³/s dengan menggunakan metode analisis dan perancangan, sebelum melakukan analisis ada tahapan yang harus dilakukan, yakni identifikasi masalah dan pengumpulan data berupa data lapangan yang berkaitan dengan perancangan yang akan

dikumpulkan dan diolah. Data yang telah diolah tersebut akan digunakan sebagai bahan analisis dalam merancang.

Denah distribusi air bersih perumahan

Denah distribusi air bersih pada perumahan subsidi dirancang untuk memastikan ketersediaan air yang cukup dan merata bagi semua penghuni. Sistem ini melibatkan jaringan pipa yang menghubungkan sumber air, seperti *reservoir* ke setiap unit rumah. Penempatan pipa memerhatikan kondisi dan jarak antar rumah agar aliran air tetap efisien dan memenuhi kebutuhan harian setiap keluarga.



Gambar 1. Denah distribusi air kompleks perumahan Adena Raya Ketaping

Pengumpulan Data

Berdasarkan acuan konsumsi air menurut Sularso dan Tahara (2000), kebutuhan air bersih per orang per hari diperkirakan sebesar 250 liter. Dengan jumlah penduduk sebanyak 535 orang, maka total kebutuhan air perumahan per hari dapat dihitung dengan mengalikan jumlah penduduk dengan angka konsumsi air per kapita. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa kebutuhan air perumahan mencapai 133.750 liter per hari. Jika dikonversikan ke dalam satuan meter kubik, maka total kebutuhan air tersebut setara dengan 133,75 m³ per hari. Angka ini menjadi dasar dalam perencanaan sistem penyediaan air bersih untuk kawasan permukiman tersebut.

Selain kebutuhan air untuk perumahan, perlu juga diperhitungkan kebutuhan air untuk fasilitas umum, salah satunya masjid. Masjid dengan kapasitas 60 orang diperkirakan memiliki konsumsi air sebesar 60 liter per orang per hari. Dengan demikian, total kebutuhan air untuk masjid adalah 60 orang dikalikan 60 liter, yaitu sebesar 3.600 liter per hari atau setara dengan 3,6 m³/hari. Jika digabungkan dengan kebutuhan air perumahan yang telah dihitung sebelumnya, yaitu sebesar 133,75 m³/hari, maka total kebutuhan air bersih untuk kawasan tersebut menjadi 137,35 m³/hari. Jumlah ini mencerminkan kebutuhan total air bersih harian yang harus dipenuhi untuk

melayani baik kebutuhan domestik penduduk maupun kebutuhan fasilitas ibadah.

Kemudian ditambahkan laju pertumbuhan penduduk dengan total kebutuhan air bersih adalah 158,85 m³/hari

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perancangan pompa sentrifugal untuk kompleks perumahan kapasitas 79,42 m³/hari dengan data sebagai berikut:

1. Kapasitas pompa (Q)= 0,022 m³/s
2. Pipa yang digunakan menggunakan pipa besi cor
3. Fluida yang akan dialirkan yaitu air bersih (massa jenis air 1000 kg/m³)
4. Kecepatan (V)= 3 m/s
5. Head 24 m

Perhitungan diameter perpipaan

Pipa yang tersedia dipasaran adalah pipa dengan ukuran 1, 1.25, 1.5, 2, 2.5, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 24, 30 dan 36 inci, untuk perhitungan diameter pipa didasarkan pada kapasitas air yang dibutuhkan dan kecepatan air maksimum dalam pipa sebesar 3 m/det (Austin. H. Church, 1996).

Pipa Utama

Dari data yang didapat maka dilakukan perhitungan diameter menggunakan rumus:

$$D = 4 \cdot Q / \pi \cdot v$$

$$D = 4 \cdot 0,022 / 3,14 \cdot 3$$

$$D = 0,096 \text{ m} = 96 \text{ mm}$$

Berdasarkan standar dimensi pipa, maka diameter pipa utama adalah 96 mm dibulatkan 101,6 mm (4 inci).

Pipa Distribusi

Aliran air dari pipa utama didistribusikan ke 3 (tiga) pipa distribusi, sehingga kapasitas aliran pipa distribusi adalah:

$$Q_d = Q / 3 = 0,022 \text{ m}^3/\text{det} / 3 = 0,0073 \text{ m}^3/\text{det}$$

$$D = 4 \cdot Q / \pi \cdot v$$

$$D = 4 \cdot 0,0073 / 3,14 \cdot 3$$

$$D = 0,055 \text{ m} = 55 \text{ mm}$$

Berdasarkan standar dimensi pipa, maka diameter pipa distribusi adalah (2 inci)

Pipa hisap

Maka untuk menentukan kecepatan masuk flens sisi hisap adalah :

$$\text{Diameter pipa flens} = 4 \text{ in} = 101,6 \text{ mm}$$

Luas penampang pipa hisap

$$A = 1/4 \cdot \pi \cdot D^2$$

$$A = 1/4 \cdot 3,14 \cdot 101,6$$

$$A = 0,098 \text{ m} = 98 \text{ mm}$$

Untuk diameter pipa hisap 98,2 mm dibulatkan jadi 4 inci diameter pipa hisap.

Perhitungan Daya Motor

Perhitungan daya pompa dilakukan dengan menggunakan persamaan dasar sebagai berikut:

$$P_v = \gamma \times g \times H \times Q$$

dengan keterangan:

γ = massa jenis fluida (1000 kg/m³)

g = percepatan gravitasi (9,81 m/s²)

H = tinggi tekan pompa (24 m)

Q = debit aliran (0,022 m³/s).

Maka diperoleh hasil perhitungan:

$$P_v = 1000 \times 9,81 \times 24 \times 0,022 = 5179,68 \text{ W} \approx 7,04 \text{ Hp}$$

Daya motor penggerak dihitung berdasarkan daya pompa dibagi efisiensi pompa. Persamaan yang digunakan adalah:

$$P = P_v / \eta_e$$

dengan η_e = efisiensi pompa (0,56).

Substitusi nilai menghasilkan:

$$P = 5179,68 / 0,56 = 9249,42 \text{ W} \approx 9,24 \text{ kW}$$

Sehingga motor yang dipilih minimal harus memiliki daya 10 kW untuk mempertimbangkan faktor keamanan.

Diameter poros dan hub

Diameter poros ditentukan dengan menggunakan persamaan torsi:

$$d_s = \sqrt[3]{(16T / (\pi \times \tau_{ijin}))}$$

dengan $T = 36,44 \text{ N} \cdot \text{m}$ dan $\tau_{ijin} = 47,36 \text{ N/mm}^2$.

Substitusi nilai memberikan hasil:

$$d_s = \sqrt[3]{(36,44 / (0,2 \times 47,36))} = 15,7 \text{ mm}$$

Untuk alasan praktis dan ketersediaan material, digunakan poros komersial dengan diameter 22 mm.

Selanjutnya, diameter hub dihitung dengan persamaan $D_h = (1,2 - 1,5) \times d_s$. Dengan $d_s = 22 \text{ mm}$, maka diperoleh $D_h = 1,2 \times 22 = 26 \text{ mm}$.

Perhitungan Impeler

Diameter Mata Impeler

Dari grafik kecepatan aliran mulut isap, diperoleh $C_o = 4,8 \text{ m/detik}$. Diameter mata impeler dihitung dengan persamaan:

$$D_1 = \sqrt{((4Q' / (\pi \times C_o)) + d_h^2)}$$

Dengan $Q' = 0,022 \text{ m}^3/\text{detik}$, $d_h = 0,0026 \text{ m}$

maka diperoleh:

$$D_1 = \sqrt{((4 \times 0,022) / (\pi \times 4,8) + (0,0026)^2)} = 0,0814 \text{ m} \approx 81 \text{ mm}$$

Lebar Sisi Masuk

Lebar sisi masuk impeler dihitung menggunakan persamaan:

$$b_1 = Q' / (\pi \times D_1 \times C_1)$$

Dengan

$Q' = 0,022 \text{ m}^3/\text{detik}$, $D_1 = 0,0814 \text{ m}$, dan $C_1 = 6,24 \text{ m/detik}$,

maka diperoleh:

$$b_1 = 0,022 / (3,14 \times 0,0814 \times 6,24) = 0,0138 \text{ m} \approx 13,8 \text{ mm.}$$

Diameter Luar Impeler

Diameter luar impeler dihitung dengan persamaan:

$$D_2 = (60 \times U_2) / (\pi \times n)$$

Dengan $U_2 = 25,47 \text{ m/s}$ dan $n = 2910 \text{ rpm}$

maka diperoleh:

$$D_2 = (60 \times 25,47) / (\pi \times 2910) = 0,167 \text{ m} \approx 167 \text{ mm.}$$

Jumlah Sudu Impeler

Untuk perhitungan jumlah sudu impeller menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$Z = 6,5 \times (D_2 + D_1) / (D_2 - D_1) \times \sin((\beta_1 + \beta_2) / 2)$$

Dengan $D_2 = 167 \text{ mm}$, $D_1 = 81 \text{ mm}$, $\beta_1 = 26,7^\circ$ dan $\beta_2 = 48^\circ$, maka diperoleh:

$$Z = 6,5 \times (167 + 81) / (167 - 81) \times \sin((26,7+48) / 2) = 10,03 \approx 10 \text{ sudu.}$$

Perencanaan Poros

Besarnya gaya radial pada impeller dapat ditentukan dengan persamaan sebagai berikut:

$$F_r = 0,433 \times K_r \times S_g \times H \times D_2 \times b_2$$

dengan :

K_r = koefisien berdasarkan putaran spesifik (0,28)

S_g = Berat jenis air (1000 kg/m³)

H = head actual (24 m)

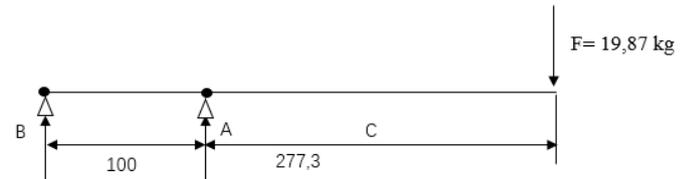
D_2 = diameter luar impeler (167 mm = 0,167 m)

b_2 = lebar impeler pada sisi keluar (15,5 mm = 0,155 m)

$$\begin{aligned} F_r &= 0,433 \times K_r \times S_g \times H \times D_2 \times b_2 \\ &= 0,433 \times 0,28 \times 1000 \times 24 \times 0,167 \times 0,155 \\ &= 7,53 \text{ kg} \end{aligned}$$

Maka besarnya gaya lengkung yang membebani poros adalah:

$$\begin{aligned} F &= F_r + W_{\text{impeler}} \\ &= 7,53 + 12,34 \\ &= 19,87 \text{ kg} \end{aligned}$$



Perencanaan Pasak

Berikut data-data pada pasak sebagai berikut:

Momen punter (T) : 371,3 kg.mm

Diameter poros (d) : 22 mm

Ukuran pasak standar dipilih : 6x6 mm

Panjang pasak standar = 22 mm

Langkah Perhitungan

- Gaya tangensial pada poros, $F_t = 2 \times T / D_{\text{poros}} = 2 \times 371,31 / 22 = 33,76 \text{ kg}$
- Panjang pasak minimum berdasarkan tegangan geser: $l_1 \geq F_t / (b \times \tau_{\text{ijin}}) = 33,76 / (6 \times 4,83) = 1,16 \text{ mm}$
- Panjang pasak minimum berdasarkan tekanan permukaan: $l_2 \geq F_t / (P \times t_2) = 33,76 / (8 \times 2,2) = 1,92 \text{ mm}$
- Dari kedua syarat tersebut diperoleh:
 - $l_{1_min} = 1,16 \text{ mm}$; $l_{2_min} = 1,92 \text{ mm}$. Oleh karena itu panjang pasak yang diambil = panjang standar terdekat = 22 mm (memenuhi syarat).
- Verifikasi proporsi pasak terhadap poros:
 - $b / D_{\text{poros}} = 6 / 22 = 0,27 \rightarrow (0,25 < 0,27 < 0,35) \rightarrow \text{aman.}$
 - $l / D_{\text{poros}} = 22 / 22 = 1,00 \rightarrow (0,75 < 1 < 1,5) \rightarrow \text{aman.}$

Kesimpulan pasak: Pasak 6x6 mm dengan panjang 22 mm aman untuk menahan gaya tangensial yang terjadi pada poros impeller sesuai perhitungan.

Perhitungan Bantalan

Berikut data-data pada bantalan sebagai berikut:

- Gaya radial pada tumpuan $F_r = 7,53 \text{ kg}$
- Gaya aksial $F_a = 87,47 \text{ kg}$
- Bantalan yang dipilih: Rol kerucut nomor 30307; C (kapasitas dinamis) = 5350 kg; C0 = 3950 kg.
- Faktor beban untuk permesinan $F_w = 1,1$; V (faktor konstruksi) = 1; e dan faktor x,y ditentukan dari rasio $F_a / (V \cdot F_r)$.

Langkah perhitungan:

- Perhitungan beban ekuivalen dinamis (contoh Bantalan A):

$$P_r = e \cdot V \cdot F_r + y \cdot F_a = 0,32 \times 1 \times 7,53 + 1,90 \times 87,47 = 168,6 \text{ kg}$$
- Beban ekivalen terfaktor: $P = F_w \times P_r = 1,1 \times 168,6 = 185,5 \text{ kg}$

3. Faktor kecepatan $f_n = 0.251$ (sesuai skripsi).
Faktor umur $f_h = f_n \times (C / P) = 0.251 \times (5350 / 185.5) = 7.241$
Umur nominal $L_h = 500 \times f_h^{10/3} = 500 \times 7.241^{10/3} = 367174$ jam

Perhitungan Bantalan B

Reaksi gaya bantalan B, $R_b = 5,27$ kg; $F_a = 87,5$ kg

$$P_{rB} = x \cdot V \cdot F_r + y \cdot F_a \\ = 0.20 \times 1 \times 19.87 + 1.90 \times 87.47 \\ = 660,1 \text{ kg}$$

$$P_B = 1.1 \times 660,1 = 726,1 \text{ kg}$$

$$f_n = 0.251$$

$$f_h = 1,8$$

$$L_h = 356042 \text{ jam}$$

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa kebutuhan air bersih di lokasi perencanaan sebesar $158,85 \text{ m}^3/\text{hari}$, meliputi kebutuhan rumah tangga dan masjid. Untuk memenuhinya, direncanakan pompa dengan debit $79,42 \text{ m}^3/\text{jam}$ ($0,022 \text{ m}^3/\text{detik}$) yang terbukti mampu mendistribusikan air secara optimal. Rancangan sistem pompa yang dibuat dinilai efisien, andal, dan berkelanjutan sehingga sesuai untuk penerapan di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Austin. H. Church,(1996), *Pompa dan Blower Sentrifugal*, Erlangga,Dietzel. Fritz, *Turbin Pompa dan Kompresor*, Badan Standardisasi Nasional. 2005. Tata Cara Perencanaan Sistem Plambing. Jakarta: SNI 03 7065-2005.
- Dharmasetiwan, Martin, Ir, MSc., 2004, Sistem Perpipaan Distribusi Air Minum, Penerbit Yayasan Eka Mitra, Jakarta.
- Ditjen Cipta Karya. 2000. Kriteria Perencanaan Ditjen Cipta Karya Dinas PU. Jakarta: Dinas Pembangunan Umum.
- Fazarullah, M., & Hidayat, R. (2022). Analisis Sistem Kerja Distribusi Pompa Air di Bandara Internasional Jawa Barat Kertajati Majalengka. *Jurnal Komputer, Informasi Teknologi, dan Elektro*, 7(3).
- Fox, Robert W. (2004). *Introduction to Fluid Mechanics Canada*: John Willey and Sons Inc.
- Hick. G. Tyeler.(1996). *Teknologi Pemakaian Pompa*, Erlangga, Jakarta.
- Igor. J. Karrasik.(1976). *Pump Handbook*, Mc. Grow – Hill Book Company, New York.
- Khetagurov. M. (2002). *Marine Auxiliary Machinery and System Peace Publisser*, Moskow
- Lazerkiewics. Stephen, *Impeler, Pump, Permagan Press*, Oxford London, 1965 Stepanoff. Aj, *Centrifugal and Axial Flow Pump*, John Wileyand Sons, New York, 1957
- Lubis, Z., & Affandy, N. A. (2014). Kebutuhan Air Bersih di Kecamatan Glagah Kabupaten Lamongan. *Jurnal Teknika*, 6(2), 577-584.
- Morimura, T. dan Noerbambang, S.M. 2000. Perancangan dan Pemeliharaan Sistem Plambing. Jakarta: PT. Pradnya Paramita.
- Morimura, T. dan Noerbambang, S.M. 2005. Perancangan dan Pemeliharaan Sistem Plambing. Jakarta: PT. Pradnya Paramita.
- Putro, E. P., Widodo, E., Fahrudin, A. R., & Iswanto, I. (2020). Analisis Head Pompa Sentrifugal Pada Rangkaian Seri Dan Paralel. *Media Mesin: Majalah Teknik Mesin*, 21(2), 46-56.

Soufyan. Moh. Noerbambang, Takeo Morimura.(2005). Perancangan dan Pemeliharaan Sistem Plambing, Pradnya Paramitha, Jakarta.

Sularso dan Tahara, Haruo. 2000. Pompa Dan Kompresor. Jakarta: PT. Pradnya Paramita.

Sularso, Kiyakatsu Suga. (1980). *Dasar Perancangan dan Pemilihan Elemen Mesin*, Pradnya Paramitha, Jakarta.