



Jurnal Artikel

PERANCANGAN POMPA SENTRIFUGAL UNTUK PENGOLAHAN AIR BERSIH KOMPLEKS PERUMAHAN

Muhammad Tauvan Farezi^{1*}, Dr.Ir. Edi Septe.S. M.T.²

¹Teknik Mesin

²Teknik Mesin

¹farezitauvan@gmail.com, ²edi.spte@bunghatta.ac.id

Artikel Info - : Received :

; Revised :

; Accepted:

Abstrak

Air bersih merupakan kebutuhan vital, khususnya di kawasan perumahan. Kompleks Adena Raya Ketaping memerlukan sistem penyediaan andal dengan sumber dari Sungai Kasang Batang Anai. Penelitian ini merancang pompa sentrifugal untuk memompa air dari sungai ke bak penampung sebelum distribusi. Hasil analisis menunjukkan kebutuhan air 158,85 m³/hari dengan pasokan 166,79 m³/hari dan head total 23 m. Dipilih pompa tipe 100 × 80 – 511, satu tingkat, 1500 rpm, dua unit (satu operasi, satu cadangan). Daya motor 6,94 kW dengan efisiensi 76,5%. Dimensi impeller, jumlah sudu, serta ukuran poros dan pasak dirancang sesuai standar. Rancangan ini terbukti efektif dan efisien memenuhi kebutuhan distribusi air bersih perumahan.

Kata kunci: pompa sentrifugal, air bersih, head total, impeller, distribusi air

Abstract

Clean water is a vital need, especially in residential areas. The Adena Raya Ketaping housing complex requires a reliable supply system sourced from the Kasang Batang Anai River. This study designs a centrifugal pump to convey water from the river to a storage tank before distribution. The analysis shows a water demand of 158.85 m³/day with a supply of 166.79 m³/day and a total head of 23 m. The selected pump is type 100 × 80 – 511, single stage, 1500 rpm, with two units (one operating, one standby). The motor power requirement is 6.94 kW with an efficiency of 76.5%. The impeller dimensions, number of blades, as well as shaft and key sizes were designed according to standards.

Keywords: centrifugal pump, clean water, total head, impeller, water distribution



© 2020 by authors. Lisensi Jurnal Prosikal : Proses, Sistem, Energi, Mekanikal, Bung Hatta, Padang. Artikel ini bersifat open access yang didistribusikan di bawah syarat dan ketentuan Creative Commons Attribution ([CC-BY](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)) license.

Pendahuluan

Pengolahan air bersih dari sumber alami seperti sungai sangat penting untuk memenuhi kebutuhan masyarakat. Sungai sebagai sumber utama memerlukan proses pengolahan yang efektif mulai dari pengambilan, pengolahan fisik, kimia, dan biologi hingga penyimpanan. Menurut (Afiatun, 2018), sistem jaringan pipa distribusi berperan penting dalam menjamin kualitas, kuantitas, dan tekanan air agar pasokan konsisten. Namun, keterbatasan pasokan PDAM, sumur yang tercemar, dan menurunnya kualitas sumber air menyebabkan masyarakat kesulitan

memperoleh air bersih. Kondisi ini menunjukkan perlunya perancangan pompa sentrifugal yang efektif dan efisien untuk mendukung sistem penyediaan air bersih.

Rumus Masalah

Berdasarkan latar belakang sebagaimana diuraikan, dirumuskan beberapa permasalahan dalam penelitian ini, yaitu:

- Bagaimana proses pengolahan air sungai menjadi air bersih yang memenuhi standar kesehatan?
- Bagaimana menentukan dan merancang, pompa yang tepat untuk digunakan

menaikkan air dari sungai ke tempat pengolahan air bersih untuk kompleks perumahan Adena Raya Ketaping ?

Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah yang telah disampaikan, tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Menentukan pemilihan pompa yang sesuai dengan kebutuhan pada sistem penyediaan dan pendistribusian air bersih di kompleks perumahan Adena Raya Ketaping.
- b. Berupaya menentukan kapasitas pompa yang tepat untuk digunakan dalam sistem instalasi pengolahan air bersih di kompleks perumahan Adena Raya Ketaping, dengan mempertimbangkan debit yang diharapkan, ketinggian hisap yang direncanakan, serta kemampuan aliran air.

Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Dapat memfasilitasi kebutuhan air bersih masyarakat sesuai dengan standar kebutuhan air masyarakat.
2. Memberikan solusi alternatif dalam menyediakan air bersih pada suatu kompleks perumahan Masyarakat.

Definisi Pompa Sentrifugal

Pompa sentrifugal adalah mesin kinetis yang mengubah energi mekanik dari poros menjadi energi hidrolik melalui gaya sentrifugal. Energi ini menghasilkan *head* tekanan, *head* kecepatan, dan *head* potensial pada cairan yang mengalir secara kontinu. Prinsip kerjanya melibatkan *impeller* yang berputar, mendorong cairan dari pusat ke luar akibat gaya sentrifugal, sehingga meningkatkan tekanan dan kecepatan cairan.

Klasifikasi Pompa Sentrifugal

Pompa sentrifugal dapat diklasifikasikan berdasarkan kapasitas, tekanan *discharge*, dan jumlah/susunan *impeller*. Dalam konteks ini,

impeller dapat berupa tertutup, terbuka, semi-terbuka, atau *vortex*.

Karakteristik Pompa

Karakteristik utama pompa meliputi:

- **Head (H):** Energi per satuan berat fluida yang diberikan oleh pompa, diukur dalam meter (m).
- **Kapasitas (Q):** Volume fluida yang dialirkan per satuan waktu, dalam m^3/s .
- **Putaran (n):** Kecepatan putar pompa, dalam rpm.
- **Daya (P):** Daya yang dihasilkan oleh pompa atau motor penggerak, dalam Watt.
- **Efisiensi (EF):** Rasio daya hidrolik terhadap daya motor, dalam persen (%).

METODOLOGI PERANCANGAN

Lokasi Penelitian

Penelitian ini berlokasi di aliran sungai Kasang Batang Anai padang pariaman dan Kompleks Perumahan Adena Raya Ketaping, sebuah pemukiman baru yang dikembangkan sekitar tahun 2022. Kompleks perumahan ini terletak di pinggiran kota Padang, dekat dengan akses jalan tol Padang-Sicincin.

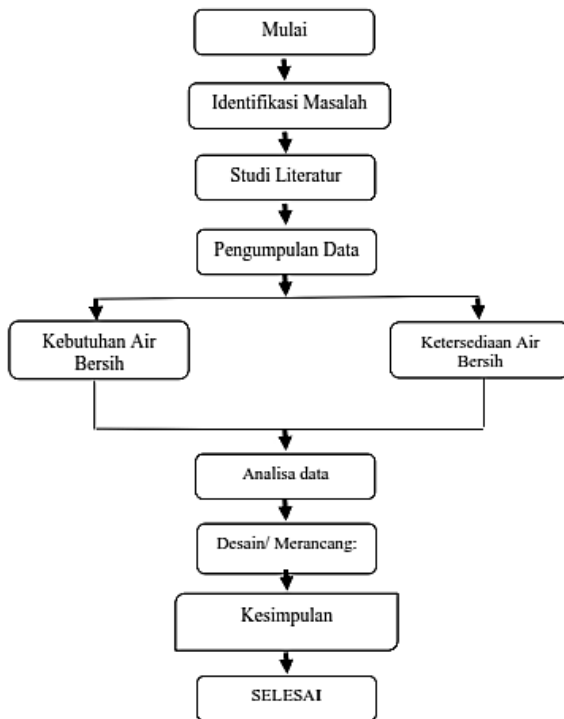


Gambar 1 Denah Tempat Lokasi Penelitian

Dasar Perencanaan

Dasar perencanaan untuk perancangan mesin pompa dari sungai ke bak penampungan mencakup beberapa aspek penting:

1. Kapasitas pompa : Menghitung kebutuhan air untuk bak penampungan.
2. Head total : Selisih ketinggian antara sumber dan bak penampungan.
3. Spesifikasi pompa
4. Sistem pipa (Rancang sistem perpipaan yang efisien)



Gambar 2 Diagaram Alir

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Kapasitas Pompa

Kebutuhan air bersih harian untuk Kompleks Adena Raya Ketaping adalah 158,85 m³/hari. Dengan penambahan 5% untuk pasokan, debit pasokan yang direncanakan adalah 166,7925 m³/hari. Pompa dirancang untuk beroperasi sekitar 2 jam/hari.

- Debit Per jam:

$$Q_{pompa} = \frac{166,7925 \text{ m}^3/\text{hari}}{2 \text{ jam/hari}} = 83,396 \text{ m}^3/\text{jam}.$$

- Debit Per detik:

$$Q_{pompa} = \frac{83,396 \text{ m}^3/\text{jam}}{3600 \text{ detik/jam}} = 0.02317 \text{ m}^3/\text{detik}.$$

2. Perhitungan Kapasitas Bak Penampung

Total volume air yang harus ditampung dalam 2 jam adalah:

$$V = 83,396 \text{ m}^3/\text{jam} \times 2 \text{ jam} = 166,792 \text{ m}^3$$

Dengan asumsi tinggi bak (T) 3 meter dan panjang (P) 12 meter, lebar bak (L) dihitung sebagai:

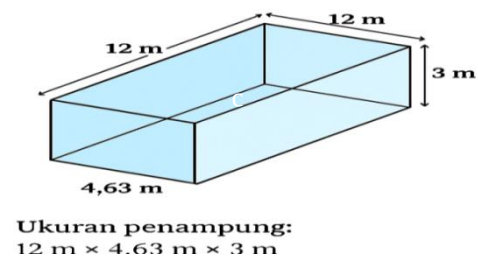
$$V = P \times L \times T$$

$$166,792 = 12 \times L \times 3$$

$$L = \frac{166,792}{12 \times 3} = \frac{166,792}{36} = 4,6331 \text{ m}$$

Jadi, ukuran bak penampung adalah 12 m (panjang) x 4,63 m (lebar) x 3 m (tinggi).

kapasitas 83,396 m³/jam selama 2 jam:



Gambar 2. Penentuan Bak Penampung

3. Head Total Pompa

Head total pompa dapat dihitung dengan persamaan berikut:

1. Perencanaan Diameter Pipa

Dengan kecepatan aliran air (V) = 3 m/detik dan debit (Q) = 0,02317 m³/detik, diameter pipa (D) dihitung:

$$Q = \frac{V \cdot \pi \cdot D^2}{4}$$

$$Q = \frac{3 \times 3,14 \times D^2}{4}$$

$$D^2 = \frac{4 \times 0.02317}{3 \times 3,14} = 0,00983 \text{ m}^2$$

$$D = \sqrt{0,00983 \text{ m}^2} = 0,0991 \text{ m}$$

$$D = 99,1 \text{ mm} = 4 \text{ inci}$$

Diameter pipa yang dipilih mendekati perhitungan adalah 99,1 mm (4 inci) berdasarkan standar ukuran pipa.

Tabel 1. Setandar ukuran Pipa

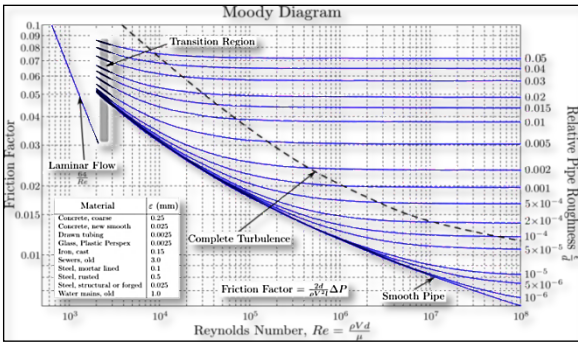
Tabel berat/tebal pipa Spindo tipis SNI(LGH SNI)

Diameter dalam (mm)	(inci)	Diameter luar (mm)			tebal (mm)	Berat nominal pipa tanpa lapis seng sebelum diulir(kg/m)
		nominal	maks	min		
15	½	21,4	21,8	21	2	0,947
20	¾	26,8	27,2	26,4	2,3	1,38
25	1	33,6	34	33,2	2,6	1,98
32	1¼	42,3	42,7	41,9	2,6	2,54
40	1½	48,2	48,6	47,8	2,9	3,23
50	2	60,2	60,8	59,6	2,9	4,08
65	2½	76,0	76,7	75,2	3,2	5,71
80	3	88,8	89,7	87,9	3,2	6,72
100	4	114,1	115,3	113	3,6	9,75
125	5	139,7	140,5	137,7	3,6	12,08
150	6	165,1	166,8	163,4	3,6	14,34
200	8	219,1	221,3	216,9	5	26,40
250	10	273	275,7	270,3	5	33,04
300	12	323,8	327	320,6	5	39,31
350	14	355,6	359,2	352	5,6	48,33
400	16	406,4	410,5	402,3	5,6	55,35
450	18	457	461,6	452,4	6,4	71,12
500	20	508	513,1	502,9	6,4	79,16
600	24	610	616,1	603,9	6,4	95,26

Catatan : toleransi tebal pipa tipis +10% ÷ -8%

$Re = \frac{1000 \times 3 \times 0,1016}{0,001} = 304,800$

Karena diameter tersebut tidak ada di pasaran, maka diambilah diameter yang yang mendekati perhitungan tersebut yaitu:



Gambar 3. Diagram moody

2. Bilangan Reynolds (Reynolds Number)

Bilangan Reynolds (Reynolds Number) dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$Re = \frac{\rho \times v \times D}{\mu}$

3. Kerugian Gesek pada Pipa (Major Losses)

Kerugian Gesekan Pada pipa dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$hf = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2g}$

Tabel 2. Perhitungan Major Losses

Pipa	F	L (m)	D (m)	V (m/s)	g (m/s)	hf (m)
A	0,027	65	0,1016	3	9,81	7.93
B	0,027	190,21	0,1016	3	9,81	10,32
C	0,027	3	0,1016	3	9,81	0,366
TOTAL						18,616

4. Total Head Loss (Minor Losses)

Tabel 3. Perhitungan Minor Loses

Komponen	Jumlah	K	Rumus Per Komponen	Total Loss (m)
Ujung Pipa Masuk	1	0,25	$0,25 \times 0,459$	0,11475
Elbow (siku)	3	0,51	$3 \times 0,51 \times 0,459$	0,70257
Lift Check Valve	1	0,14	$0,14 \times 0,459$	0,06426
Gate Valve	1	0,15	$0,15 \times 0,459$	0,06885
Ball Valve	2	0,05	$2 \times 0,05 \times 0,459$	0,0459
Sambungan lurus (coupling)	41	0,06	$41 \times 0,06 \times 0,459$	1,12914
TOTAL				2,12547

5. Perhitungan Static Head (hs)

Perhitungan static Head (hs) dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$H_{static} = h_{discharge} - h_{suction}$$

$$H_{static} = 3 - 2 = 1m$$

6. Head Total Instalasi

$$H = h_a + \Delta h_p + h_1 + \frac{v^2}{2g}$$

$$\frac{v^2}{2g} = \frac{3^2}{2 \times 9,8} = \frac{9}{19,6} = 0,459 m$$

$$H = 1 + 0 + 20,74147 + 0,459 = \mathbf{22,20047}$$

Jadi Head Pompa adalah 22,20047
dibulatkan = **23 m = 72,84 ft**

7. Perhitungan NPSHa

Head dimiliki oleh zat cair pada sisi hisap pompa (ekivalen dengan tekanan mutlak pompa) di kurangi dengan tekanan uap jenis zat cair di tempat tersebut, maka NPSHa yang tersedia dapat di rumuskan sebagai berikut

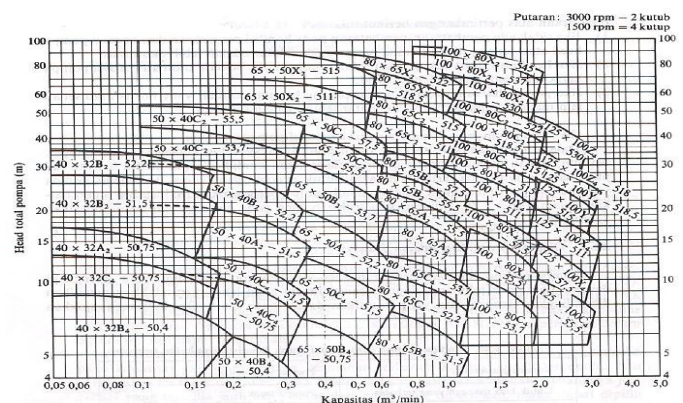
$$H_{sv} = \frac{P_a}{\gamma} - \frac{P_v}{\gamma} - h_{ls}$$

$$H_{sv} = \frac{101325}{9800} - \frac{3169}{9800} - 1,2$$

$$H_{sv} = 10,338 - 0,323 - 1,2 = \mathbf{8.815 m \text{ atau } 8,82 meter}$$

8. Dasar Pemilihan Pompa

Berdasarkan head pompa 23 m dan kapasitas 0,02317 m³/detik (83,396 m³/jam), dipilih pompa tipe 100 x 80 – 511.



Gambar 3. Diagram Pemilihan Pompa

9. Perhitungan Diameter Poros

Diameter poros (d_s) dihitung dengan:

$$d_s = \frac{5,1}{\tau_a} \times K_t \times C_b \times T^{0,33}$$

$$d_s = \frac{5,1}{4,83} \times 1,5 \times 2 \times 4500,07^{0,33}$$

$$d_s = \mathbf{51,96 mm}$$

10. Perhitungan Sisi Masuk Impeller (D1)

Diameter sisi masuk impeller (diameter inlet vanes elge), biasanya diambil sama dengan diameter mata impeller (Do) gunanya untuk menjaga aliran tetap masuk tanpa terjadi turbulensi. $D1 = Do = 71,49 \text{ mm}$.

11. Perhitungan Sisi Keluar Impeller (D2)

Diameter sisi keluar Impeller dapat dihitung dengan persamaan:

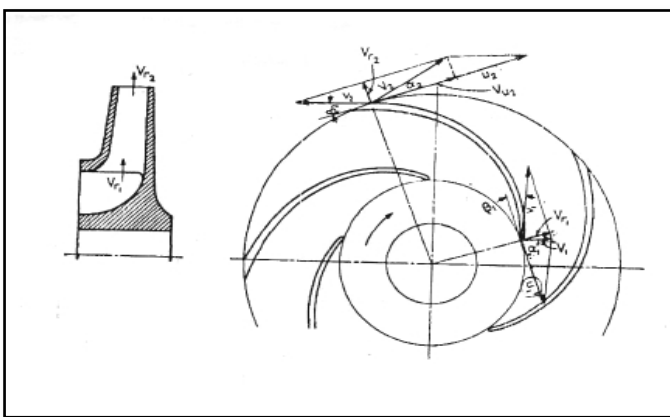
$$D_2 = \frac{1840 \times \phi \times \sqrt{H}}{n}$$

$$D_2 = \frac{105,899,68}{1500}$$

$$D_2 = 12,79 \text{ inci} = 325 \text{ mm}$$

12. Segitiga Kecepatan

Segitiga kecepatan pada pompa sentrifugal digunakan untuk menganalisis hubungan kecepatan absolut, relatif, dan keliling impeller yang berpengaruh terhadap perhitungan head, debit, serta efisiensi. Pada sisi hisap, kecepatan masuk fluida harus diperhatikan agar tekanan tidak turun di bawah tekanan uap jenuh yang dapat memicu kavitasi. Dengan demikian, perhitungan segitiga kecepatan tidak hanya penting untuk desain hidrolis, tetapi juga dalam mencegah kavitasi dan menjaga keandalan operasi pompa.



Gambar 4. Diagram kecepatan masuk dan keluar suatu

13. Jumlah Sudu Impeller

Jumlah sudu impeller dapat dicari dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$Z = 6,5 \cdot \frac{D_2 + D_1}{D_2 - D_1} \cdot \sin \left(\frac{\beta_1 + \beta_2}{2} \right)$$

$$Z = 6,5 \cdot \frac{325 + 71,41}{325 - 71,49} \cdot \sin \left(\frac{34,45 + 40}{2} \right)$$

$$Z = 6,15 = 6 \text{ sudu}$$

14. Dasar Perancangan Rumah Pompa (Volute Casing)

Rumah pompa berfungsi menampung dan mengarahkan fluida dari *impeller* ke *discharge nozzle*, serta mengubah energi kinetik menjadi energi tekanan. Bahan yang dipilih adalah besi cor karena tahan korosi, koefisien gesek rendah, mudah dibentuk, dan mudah diperoleh.

$$D_{id} = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_v}{\pi \times V}}$$

$$D_{id} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,02317}{3,14 \times 3}} = \sqrt{0,00983}$$

$$D_{id} = 0,0991 \text{ m atau } 99,1 \text{ mm}$$

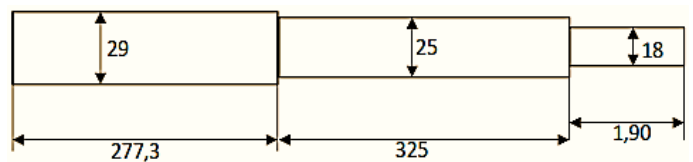
15. Perhitungan Poros

Poros pompa berfungsi untuk memindahkan tenaga mekanik yang dibangkitkan oleh penggerak mula ke impeller pompa yang dipasang pada poros. Maka poros ini disebut poros transmisi yang akan menerima beban puntir dan beban lengkung.

Mengenai bentuk poros biasanya dibuat bertingkat dengan diameter terbesar berada padapertengahan poros tersebut. Konstruksi seperti ini akan membantu dalam perakitan pompa

15. Konstruksi Poros

Poros dirancang bertingkat untuk dudukan elemen mesin, presisi *bearing*, dan penyesuaian kekuatan terhadap beban.



Gambar 5. Konstruksi poros per satuan mm

16. Perancangan Pasak

Gaya yang bekerja pada permukaan poros:

$$F = \frac{423,02}{\left(51,96/2\right)} = 16,28 \text{ kg}$$

$$F = 16,28 \text{ kg}$$

Pasak yang digunakan yakni pasak 6x6, Dengan kedalam alur pasak pada poros (t1)=3,5, sedangkan alur pasak pada impeller (t2)= 2,8, dan Panjang efektif pasak 18 mm. Bahan pasak adalah baja karbon S30C dengan kekuatan tarik 48 kg/mm².

17. Bantalan

Digunakan dua buah bantalan bola jenis alur dalam. Diameter bantalan (d) = 25 mm. Nomor bantalan = 6005 (terbuka). Kapasitas nominal dinamis spesifik (C) = 790 kg. Kapasitas nominal statis spesifik (C0) = 530 kg. Gaya radial resultan = 3,845 kg. Faktor umur(F_h)

$$F_h = \left(\frac{C}{P}\right)^3$$

$$F_h = \left(\frac{790}{3.845}\right)^3$$

$$F_h = (205.46)^3 = 8.66 \times 10^6$$

18. Perhitungan Kopling

Perencanaan kopling flens dilakukan mempertimbangkan ketahanan terhadap momen punter (torsis) serta kekuatan sambungan antara kedua flens melalui baut. Dari table dibawah ini maka akan diperoleh data sebagai berikut:

Tabel 4. 3 Tegangan geser untuk bahan kopling dan baut

(Satuan: mm)													
A	G Tanpa bingkai (Halus saja)	D		L	C	B	F		H		K	n	d
		Diameter lubang max.	Diameter lubang min				Kasar	Halus	Kasar	Halus			
(112)	(100)	25	20	40	45	75	11,2	18	22,4	31,5	4	4	10,5
125	112	28	22,4	45	50	85	11,2	18	22,4	31,5	4	4	10,5
140	124	35,5	28	50	63	100	11,2	18	22,4	31,5	4	4	10,5
160	140	45	35,5	56	80	112	15	20	28	35,5	6	4	14
(180)	(160)	50	40	63	90	132	15	20	28	35,5	6	6	18
200	180	56	45	71	100	140	18	22,4	35,5	40	6	6	18
(224)	(200)	63	50	80	112	160	18	22,4	35,5	40	6	6	18
250	224	71	56	90	125	180	23,6	28	45	50	8	6	21
(280)	(250)	80	63	100	140	200	23,6	28	45	50	8	6	21
315	280	90	71	112	160	236	26,5	35,5	50	63	8	6	24
(355)	(315)	100	80	125	180	265	26,5	35,5	50	63	8	6	24

Keterangan: 1. Jika tidak disebutkan secara khusus, angka-angka di dalam tabel berlaku umum baik untuk "halus" maupun untuk "kasar".
2. Pemakaian angka-angka di dalam kurung sejauh mungkin dihindarkan.

KESIMPULAN

Perancangan pompa sentrifugal untuk pengolahan air bersih di Kompleks Perumahan Adena Raya Ketaping telah berhasil dilakukan dengan mempertimbangkan jenis fluida, kapasitas aliran, dan head yang diperlukan. Pemilihan pompa tipe 100 x 80 – 511 dengan satu tingkat, putaran 1500 rpm, dan daya 6,94 kW, serta konfigurasi dua unit (satu operasi, satu cadangan), menunjukkan efisiensi dan keandalan.

DAFTAR PUSTAKA

- Afiatun, E., Wahyuni, S. & Merinda, S (2018). Strategi Optimasi Pemanfaatan Sumber Air Bantar Awi Sungai Cikapundung Terhadap Instalasi Pengolahan Air Minum Dago Pakar. *J. Community Based Environ. Eng. Manag.* 2, 51
- Darmawan, S. A. (2019). Analisis Impeller Pada Pompa Sentrifugal Menggunakan Program Preventive Maintenance Yang Terencana Di Instalasi Pengolahan Air Limbah (Ipal). *Jptm.* 09, 23–28
- Gunawan, P. (2018). Rancang Bangun Alat Peraga Sistem Pompa Sentrifugal. *Tek. Mesin Univ. Islam Indones.* 7–22
- Lubis, S. (2020). Karakteristik Unjuk Kerja 2 Pompa Sentrifugal Dengan Susunan Seri Sebagai Turbin Pat. *J. Rekayasa Mater. Manufaktur Dan Energi* 3, 85–92
- Lundu, Y. N. (2024). Desain Dan Analisis Uji Karakteristik Pompa Sentrifugal Dengan Rangkaian Seri Pada Laboratorium Prestasi Mesin. *Teknik Mesin*, 3.
- Putra, R. C. (2018). Perancangan Pompa Sentrifugal Dan Diameter Luar Impeller Untuk Kebutuhan Air Kapasitas 60 Lpm Di Gedung F Dan D Universitas Muhammadiyah Tangerang. *J. Tek.* 7, 15–25
- Permenkes RI, (2010). Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor492/Menkes/per/IV/2010 Tentang Persyaratan Kualitas Air Minum, Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia, p. MenKes.

- Sari, N. S. (2017). Perancangan Ulang Instalasi Pompa Air Bersih Pada Gedung Pusat Its Surabaya. *Tek. Mesin Tm* 095502 11, 92-105
- Siti, R. D. (2016). Analisa Performansi Pompa Sentrifugal Dengan Variasi Kecepatan Putaran Mesin Dan Debit Aliran. *Tek. Mesin, Univ. Iba, Palembang* 6, 102-110 e-ISSN 2686-5416
- Zaid, F. A. (2019). Analisa Head Pompa Water Intake Terhadap Self Cleaning Filter Pada Pt.Xy. *J. Tek. Mesin* 5, 133-143
- 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.