TOFEDU: The Future of Education Journal
Volume 5 Number 3 (2026) Page: 5091-5099
E-ISSN 2961-7553 P-ISSN 2963-8135
https://journal.tofedu.or.id/index.php/journal/index

Design of a Centrifugal Pump with a Capacity of 50 Liters per Second, a Head of 35 m, and a Rotational Speed of 1,550 rpm

Apri Muhtadi[1], Mukhnizar[2], Risal Abu[3]
Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Dan Perencanaan Universitas Ekasakti
Co. Responden: apri.muhtadi123@gmail.com

ABSTRACT
A pump is a type of fluid machinery used to transfer fluids from one location to a higher elevation or to a location with higher pressure. It is an energy-conversion machine that converts mechanical energy in the form of rotational motion into fluid energy in the form of pressure and velocity. Understanding pump characteristics is essential for selecting a pump that meets the required operating conditions, particularly in terms of flow capacity, head, and operational efficiency. The centrifugal pump in this study was designed with a flow capacity of 50 liters per second, a head of 35 m, and a rotational speed of 1,550 rpm. Based on the design results, the pump to be redesigned is a single-stage centrifugal pump equipped with an open radial impeller, a pump head of 50 m, and a pump power requirement of 75 kW. The design process involved comprehensive calculations, including pump head, number of stages, impeller dimensions, supporting components, efficiency, and pump characteristics. The pump is driven by an AC electric motor with a voltage of 380 V and a rotational speed/frequency of approximately 3,000 rpm/50 Hz. Thus, the production unit is expected to operate continuously, enabling the treated clean water to be distributed to the community in accordance with the specifications and performance requirements of the pump.

Keywords: Centrifugal Pump; Pump Head; Pump Power; Shaft Power; Pump Efficiency

PENDAHULUAN
Pada era modernisasi dan perkembangan teknologi yang berjalan sangat pesat saat ini, pemenuhan kebutuhan manusia dalam kehidupan sehari-hari menjadi semakin kompleks. Salah satu aspek krusial yang menopang keberlangsungan aktivitas domestik maupun sektor industri adalah sistem pemindahan fluida, khususnya air. Air memegang peranan vital dalam peradaban, sehingga pengelolaan dan distribusinya memerlukan penanganan yang efektif. Di sinilah peran perangkat mekanis menjadi sangat penting guna memastikan ketersediaan pasokan air dapat berjalan secara kontinu demi menjaga stabilitas dan efisiensi pemanfaatannya.

Dalam lingkup manajemen sumber daya air tersebut, pompa hadir sebagai salah satu instrumen utama yang paling diandalkan untuk menunjang kehidupan manusia sehari-hari. Secara ekonomi, penggunaan perangkat mekanis ini berdampak besar pada efisiensi biaya operasional penyediaan air, baik untuk kebutuhan rumah tangga maupun skala usaha. Seiring dengan peningkatan taraf hidup dan pertumbuhan populasi, kebutuhan akan suplai fluida cair yang stabil dan terukur kian meningkat. Hal ini menuntut sistem pengairan yang tidak hanya berfungsi memindahkan cairan, tetapi juga mampu mengoptimalkan nilai ekonomis pengoperasian secara keseluruhan.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International Licens
E-ISSN 2961-7553
P-ISSN 2963-8135

Respons terhadap kompleksitas kebutuhan zaman tersebut memicu terjadinya inovasi yang berkelanjutan pada bidang manufaktur dan rekayasa mekanikal. Perkembangan teknologi tidak hanya mengubah sistem kendali, tetapi juga ikut memperluas keberagaman jenis, desain, serta variasi ukuran mesin pemindah fluida yang tersedia di pasar saat ini. Setiap variasi produk dirancang secara khusus untuk beradaptasi dengan karakteristik area operasional yang berbeda-beda. Dinamika ini menuntut ketepatan dalam pemilihan spesifikasi alat agar investasi yang dikeluarkan sebanding dengan masa pakai dan performa kerja yang dihasilkan.

Tujuan utama dari diversifikasi rekayasa tersebut tidak lain adalah untuk mendapatkan tingkat efisiensi yang jauh lebih tinggi pada berbagai kondisi operasi di lapangan. Pemilihan komponen, perhitungan daya dukung material, hingga penyesuaian laju aliran menjadi parameter penting yang harus diperhitungkan sebelum alat dioperasikan secara penuh. Ketika suatu sistem mekanis bekerja pada titik efisiensi optimalnya, konsumsi energi dapat ditekan seminimal mungkin sekaligus mengurangi potensi kerusakan akibat beban kerja berlebih. Hal ini menjamin bahwa seluruh proses kerja sistem dapat berlangsung secara aman, hemat, dan produktif dalam jangka panjang.

Jika ditinjau secara garis besar berdasarkan klasifikasi fungsional dan tingkat popularitasnya di industri, jenis pompa sentrifugal menjadi varian yang mempunyai daerah penggunaan sangat luas sekali. Karakteristik kerjanya yang mengandalkan gaya sentrifugal untuk menaikkan tekanan cairan membuatnya sangat andal untuk menangani volume fluida yang besar. Konstruksinya yang relatif sederhana namun kokoh memberikan keunggulan tersendiri dalam hal perawatan dan ketahanan operasional. Oleh sebab itu, wajar jika jenis ini menjadi pilihan utama yang mendominasi sebagian besar infrastruktur pengairan modern di berbagai sektor.

Secara singkat, daerah pemasangan dan pemanfaatan teknologi mekanis ini mencakup sektor-sektor strategis seperti pemakaian di dalam ekonomi air domestik, industri pada mesin-mesin tenaga, instalasi sistem pemanas, hingga industri petrokimia dan stasiun-stasiun operasional lainnya pada sebuah perusahaan besar. Kehadirannya menjadi tulang punggung yang memastikan pasokan bahan baku cair, sirkulasi pendingin, maupun distribusi limbah proses berjalan tanpa hambatan. Ketergantungan industri yang tinggi terhadap alat ini menegaskan bahwa kegagalan fungsi pada satu unit kerja dapat menghambat seluruh rantai produksi korporasi.

Menyadari betapa pentingnya peran perangkat pemindah fluida ini dalam menunjang kebutuhan makro manusia, maka fondasi keilmuan dan pengetahuan mendalam tentang teknologi tersebut wajib dipelajari sejak dini di bangku perkuliahan. Penerapan edukasi ini salah satunya diintegrasikan pada mata kuliah mesin-mesin fluida pada Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin Universitas Ekasakti Padang. Melalui kurikulum yang terstruktur, para mahasiswa dibekali dengan formulasi matematis, mekanika zat cair, serta prinsip-prinsip termodinamika yang mendasari perancangan sebuah sistem permesinan yang andal dan aplikatif.

Dengan adanya pembahasan komprehensif mengenai aspek teoretis tersebut, mahasiswa dan peneliti dapat membandingkan secara langsung antara teori yang didapatkan di bangku perkuliahan dengan keadaan yang sebenarnya terjadi di lapangan. Kesenjangan yang sering kali muncul akibat faktor lingkungan nyata seperti degradasi material, fluktuasi tekanan, maupun rugi-rugi gesekan pipa menjadi objek analisis yang sangat menarik. Melalui perbandingan empiris inilah, penelitian ini diarahkan untuk mengkaji lebih dalam performa kerja alat, sehingga mampu memberikan rekomendasi solutif terhadap permasalahan operasional yang kerap dihadapi oleh praktisi dunia kerja.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International Licens
E-ISSN 2961-7553
P-ISSN 2963-8135

METODE PERANCANGAN

Waktu dan Tempat

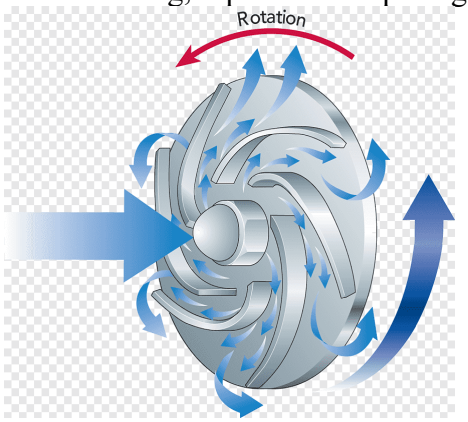
Pembuatan tugas akhir yang berjudul " Perancangan pompa sentrifugal dengan kapasitas 50 liter/detik head 35 m dan putaran 1550 RPM " ini dilakukan selama bulan maret sampai juni tahun 2021,yang bertempat di rumah.

Desain Alat

Alat yang akan didesain pada perancangan ini adalah *impeller,* rumah pompa *(volute casing)*, poros dan baut.

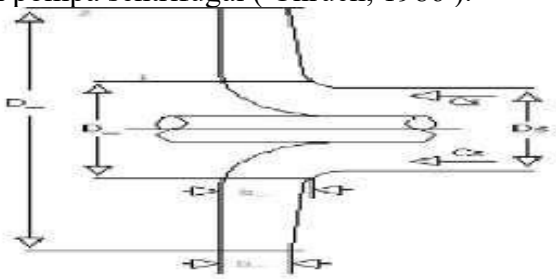
3.3.1 Impeller

Bagian ini *impeller* berfungsi untuk melempar air yang masuk ke dalam *volute casing* pada saat berputar, bagian ini memiliki *blade* yang berfungsi untuk melempar air pada putaran yang tinggi.Untuk *impeller* digunakan semi *opem impeller,* dimana keunggulan dari semi *open impeller* adalah *blade* dari *impeller* dapat terlihat jelas dan mudah diamati dan kemungkinan terjadi sumbatan lebih berkurang, seperti dilihat pada gambar 3.2.berikut :



Gambar. 3.2 *Impeller.*

Dalam perencanaan *impeller* ini dipilih bahan *cast steel* sebagai bahan utama pada perencanaan ini. Pada gambar 3.3 dibawah ini menunjukan kontruksi dari *impeller* yang akan digunakan dalam perencanaan pompa sentrifugal (Chruch, 1986).



Gambar. 3.3. Gambar dimensi *impeller* pompa.

Keterangan gambar 3.3 :

Dh = Diameter Hub
Do = Diameter mata (*eye*)
D1 = Diameter sisi masuk
D2 = Diameter sisi keluar
b1 = Lebar laluan sisi masuk
b2 = Lebar laluan sisi keluar

1. Diameter Hub (Dh)

Diameter hub dapat ditentukan dengan persamaanempiris, yaitu sebagai berikut (*Chcruch*, 1986) :

Dh = Ds + (7,9375 – 12,70)

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International Licens

E-ISSN 2961-7553
P-ISSN 2963-8135

Dimana :
Dh = Diameter Hub *impeller* (mm)
Ds = Diameter poros (mm)
(7,9375 – 12,70) = yang diambil sebesar (10,32)

2. Diameter *eye impeller* (Do)

Diameter *eye impeller* dapat ditentukan dengan rumus yaitu sebagai berikut (*Chcruch*, 1986) :

$$Do = \frac{\sqrt{4.Qo}}{\pi . Vo} + Dh^2$$

Dimana :
Do = Diameter mata *impeller* (mm)
Qo = kapasitas pompa dengan memperhitungkan kebocoran sebesar 2 / 10 % maka diambil 6 % 1,06 x 0,0486 m^3/dt : 0,0515 m^3/dt
Vo = kecepatan aliran masuk, menurut *Chcruch*, sebesar 3,048 – 4,572 m/dt maka diambil 4,572 m/dt
Dh = Diameter Hub

3. Diameter sisi masuk (D1)

Diameter sisi masuk dibuat sama dengan diameter *eye* (Do), adapun tujuannya adalah untuk menjaga agar air mengalir tetap rata (*smooth*), dengan demikian diameter sisi masuk (D1) : (Do), maka D1 : 138,90 mm (*Chruch*, 1986)

4. Lebar laluan *impeller* (b1)

Lebar laluan impeller pada sisi masuk dapat ditentukan dengan rumus yaitu sebagai berikut (Chruch, 1986) :

$$b1 = \frac{Qo}{\pi . D1 . Vr1 . 1}$$

Dimana :
b1 = Lebar laluan *impeller* pada sisi masuk (m)
Qo = Kapasitas pompa(m^3/dt)
D1 = Diameter sisi masuk(m)
Vr1 = Kecepatan radial pada sisi masuk sudut (m/dt) (1,05 –1,10)
Vo , maka diambil sebesar = 1,10 .Vo
= 1,10 . 4,572
= 5,0292m/dt.
Σ1= Faktor kontraksi (penyempitan)
0,8 – 0,9, diambil sebesar 0,85

5. Diameter sisi keluar (D2)

Diameter untuk *impeller* luar dapat ditentukan dengan memakai rumus seperti berikut (Chruch, 1986) :

$$D2 = \frac{84{,}6 . Ø . H^{0,5}}{n}$$

Maka :
D2 = Diameter luar *impeller* (m)
H = tinggi tekan (mka)
Ø = koefisien tinggi tekan : 0,90 – 1,20, diambil sebesar 0,90

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International Licens
E-ISSN 2961-7553
P-ISSN 2963-8135

n = putaran pompa (rpm)

6. Lebar laluan *impeller* (b2)

Pada lebar laluan untuk impeller sisi keluar dapat ditentukan dengan rumus 3.5 sebagai berikut (*Chruch*, 1986) :

$$b2 = \frac{Qo}{\pi \cdot D2 \cdot Vr2 \cdot \Sigma^2}$$

Dimana :

b2 = Lebar laluan *impeller* pada sisi keluar(m)

Qo = Kapasitas pompa dengan memperhitungkan kebocoran (m/dt)

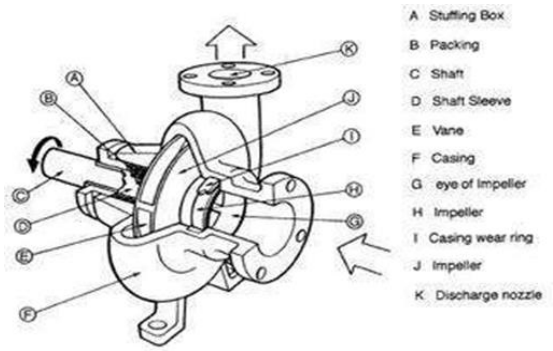
D2 = Diameter luar *impeller*(m)

Vr2 = Kecepatan radial pada sisi keluar (m/dt), dibuat sama atau sedikit dibawah sampai 15% kecepatan radial pada sisi Masuk, hal ini untuk menghindarkan perubahan kecepatan yang tiba – tiba. Diambil sebesar 15% (*Chruch*, 1986)

Volute Casing(Rumah pompa)

Rumah (*volutecasing*) pada pompa berfungsi untuk menghantarkan fluida ke *impeller* dan mengkonversikan energi kinetik dari fluida yang mengalir dari tempat penekanan impeller menjadi energi tekan. Pada umumnya rumah pompa dibagi dalam dua tipe, yaitu *diffuser casing* dan *volute casing*. Dalam pemilihan bentuk dari *casing* yang sesuai untuk dapat digunakan, dimana kapasitas dan head suatu pompa sangatlah menentukan.

Dalam perencanaan ini, hasil dari kapasitas adalah sebesar 50 L/s atau (0,0138 m^3/dt) dan headnya adalah sebesar 35 m atau (0,035 m^3). Maka tipe rumah pompa yang paling sesuai untuk digunakan dalam perencanaan ini adalah tipe *diffuser casing.*Pada (lampiran) didapat bahan *casing* yang sesuai untuk digunakan dalam perencanaan ini adalah *cast iron* (Sularso, 2004). Seperti gambar 3,4 dibawah ini :



Gambar. 3,4 Gambar rumah pompa (*volute casing*)

1. Tekanan dalam rumah pompa

Tekanan dalam rumah pompa dapat ditentukan dengan memakai rumus 3.6 sebagai berikut ini :

$$P = \gamma . H$$

Dimana :

P = tekanan dalam rumah pompa (kg/m)

H = *Head* total pompa (0,035 m)

γ= berat jenis fluida (kg/m^3)

2. Tegangan izin

Seperti yang telah diuraikan sebelumnya, dimana bahan casing yang direncanakan adalah besi tuang kelabu (*gray cast iron*), yang mana tegangan yang diizinkan untuk perencanaan rumah pompa yang terbuat dari besi tuang adalah sebesar 250 kg/cm^2 (Bianchi, 1981).

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International Licens

E-ISSN 2961-7553
P-ISSN 2963-8135

a. Tebal *casing*

Ketebalan dinding rumah pompa dapat ditentukan dengan memakai rumus persamaan sebagai berikut (Bianchi, 1981) :

$$S = \frac{P \cdot D}{2\ \sigma} + 0{,}5$$

Dimana :

P = Tekanan dalam pompa (kg/cm^2)

σ = Tegangan tarik yang diizinkan ($kg.cm^2$)

D = Diameter *casing* (cm)

Baut pengikat rumah pompa

Bahan pembuatan untuk baut pengikat rumah pompa didalam perencanaan ini direncanakan adalah dari baja carbon dengan spesifikasi sebagai berikut ini (Bianchi, 1981):

- Lambang = JIS B1051
- Kekuatan (σ t) = 80 kg/mm^2 = 8000kg/cm^2.

Kekuatan tarik yang diizinkan adalah dengan menggunakan rumus berikut:

$$\sigma t = \frac{\sigma t}{v}$$

dimana :

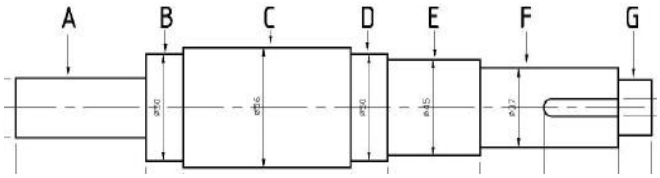
σ t = kekuatan tarik yang diizinkan (kg/cm^2)

σ t = kekuatan tarik bahan yang dipilih (kg/cm^2)

v = faktor keamanan 4 untuk beban statis

Poros

Poros berfungsi untuk meneruskan momen puntir dari penggerak selama beroperasi dan tempat kedudukan *impeller* dan bagian-bagian berputar lainnya.Terlihat pada gambar 3.5.berikut :



Gambar. 3.5 Gambar poros

Keterangan gambar 3.5. :

A = Bagian poros untuk beban setengah kopling

B = Bagian poros untuk bantalan A

C = Bagian poros untuk ruang pelumas bantalan

D = Bagian poros untuk bantalan B

E = Bagian poros untuk packing atau perapat

F = Bagian poros untuk beban impeller

G = Bagian poros-poros.

1. **Daya Poros**

Daya poros yang diperlukan untuk menggerakkan sebuah pompa adalah daya fluida ditambah kerugian dayadi dalam pompa, besarnya daya poros dinyatakan dengan persamaan dibawah ini :

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International Licens

E-ISSN 2961-7553
P-ISSN 2963-8135

$$\eta = \frac{P\ W}{P}$$

Dimana :

P = daya (kw)

η = efisiensi pompa (%)

2. Diameter poros

Untuk diameter poros dapat ditentukan dengan persamaan berikut (sularso, 2004) :

$$Dp = [\ \frac{5,1}{Ta} Kt\ .\ Cb\ .T\ ]\ 1/3$$

Dimana :

Dp = Diameter poros (mm)

Ta = Tegangan geser yang diizinkan (7,75 kg/mm^2)

Kt = faktor koreksi untuk momen puntir 1,5 – 3,0 yang diambil = 1,50

Cb = faktor koreksi untuk pembebanan lentur 1,2 – 2,3 yang diambil = 1,20

T = momen puntir 245562,18 kg/mm

3. Tegangan geser poros

Tegangan geser yang terjadi dapat ditentukan dengan rumus persamaan berikut (sularso, 2004) :

$$Tt = \frac{5,1\ .\ T}{Ds^3}$$

Dimana :

Tt = Tegangan Geser Yang Terjadi (Kg/Mm^2)

T = Momen Puntir (Kg/Mm)

Ds = Diameter Poros (Mm)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Perencanaan Komponen Pompa

Tabel Hasil Perencanaan Komponen Pompa dapat di lihat pada tabel 5.1.berikut ini :

Tabel 5.1 Perencanaan Komponen Pompa

No	Komponen	Hasil	Satuan
1	Daya air	17,1331	Kw
2	Daya poros pompa	22,8	Kw
3	Daya motor penggerak pompa	0,0285	Kw
4	Tekanan dalam rumah pompa	34.720	Kg/m^2

Hasil Perencanaan Impeller

Tabel Hasil Perencanaan *Impeller* dapat di lihat pada tabel 5.2. dibawah ini :

Tabel 5.2.hasil perencanaan *Impeller :*

Parameter impeller	Ukuran dan satuan
Diameter hub impeller	70,3 mm
Diameter eye impeller	138,9 mm
Diameter sudu sisi masuk	139,9 mm
Lebar impeller sisi masuk	27,6 mm
Sudut masuk sudu	15°
Kecepatan relatif fluida	21,5 m/s

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International Licens

E-ISSN 2961-7553
P-ISSN 2963-8135

Kecepatan tangensial	11,2 m/s
Jumlah tingkat	1 tingkat
Diameter sisi keluar impeller	5497,8 mm
Lebar impeller sisi keluar	14,8 mm
Kecepatan tangensial	42,1 m/s
Sudut fluida teoritis	7° 41′
Kecepatan relatif fluida keluar	8,1 m/s

Hasil Perencanaan Poros

Tabel Hasil Perencanaan Poros dapat di lihat pada tabel 5.3. dibawah ini :

Tabel 5.3 Perencanaan Poros

No	Komponen perencanaan poros	Hasil	Satuan
1	Daya rencana	75	Kw
2	Momen puntir	24554,6	Kg/cm
3	Tegangan geser yang diizinkan	7,75 (8)	Kg/mm^2
4	Diameter poros	8,7 (9)	Cm
5	Tegangan geser yang terjadi	5,79 (6)	Kg/mm^2

KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan pompa sentrifugal di atas dapat saya ambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Prinsip kerja pompa sentrifugal
   ‘ impeller atau kipas berputar dalam rumah siput yang diam, zat cair atau fluida akan masuk kedalam pompa melalui lubang hisab, terus kedalam kipas pada arah axial, dan akan keluar secara radial dari sekeliling kipas dan masukkerumah keong, selama zat cair mengalir kedalam kipas maka zat cair tersebut akan mendapatkan energi dari yang menyebabkan tekanan dan kecepatannya bertambah, kemudian dari rumah keong zat cair ini disalurkan keluar pompa melalui kerucut, dimana sebagian besar energi waktu keluar kipas adalah energi kinetis, maka dari itu apabila kita menginginkan efisiensi yang tinggi, energi kinetisini perlu dirubah menjadi energi tekanan.
2. Tahapan – tahapan perencanaan pompa sentrifugal.
   Tahapan – tahapan perencanaan pompa sentrifugal diantara lain yaitu :
   a. merencanakan daya pompa meliputi :
      1) Daya air (Pw) dengan hasil = 17,1331 kw
      2) Daya Poros Pompa (Pp) dengan hasil = 22,8 kw
      3) Daya Motor Penggerak Pompa (Pm) dengan hasil = 28500 watt
   b. merencanakan rumah pompa meliputi :
      1) Tebal Rumah Pompa
         Untuk mencari ketebalan rumah pompa yang perlu diketahui antara lain :
         I. Tekanan dalam rumah pompa (P) dengan hasil = 34.720 kg/m^2
         II. Tegangan izin dengan hasil = 250 kg/cm^2
      2) Tebal casing dengan hasil = 602,5 m
   c. merencanakan *impeller* meliputi :
      1) Diameter *Hub* (Dh) dengan hasil = 70,32 mm
      2) Diameter *Eye Impeller* (Do) dengan hasil = 138,9 mm

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International Licens
E-ISSN 2961-7553
P-ISSN 2963-8135

3) Diameter Sisi Masuk (D1) dengan hasil = 0,1389 m
4) Lebar Laluan *Impeller* (b1) dengan hasil = 27,60 mm
5) Kecepatan tangensial (U1) dengan hasil = 11,26 m/dt
6) Sudut masuk sudu (β1) dengan hasil = 15°
7) Sudut *absolute fluida* (α1) dengan hasil = 90°
8) Kecepatan *relatif fluida* (V1) dengan hasil = 21,538 m/dt

d. merencanakan poros meliputi :
1) Daya rencana (Pd) dengan hasil = 75 kw
2) Momen puntir (T) dengan hasil = 24554,6 kg/cm
3) Tegangan geser yang diizinkan (Ta) dengang hasil = 7,75 kg/mm
4) Diameter Poros (Dp) dengan hasil = 9 cm
5) Tegangan geser yang terjadi (Tt) dengan hasil = 5,79 kg/mm^2

DAFTAR PUSTAKA

Haruo Tahara, Sularso. 2004. **Pompa**(terjemahan). Pradnya Paramita, Jakarta.

Manga, J,B. 1990. **Dasar-Dasar Pompa dan Perencanaan.** Fakultas Teknik, Ujung Pandang.

Chcruch, A.H. **Pompa dan Blower Sentrifugal** (terjemahan) Zulkifli Harahap,. Erlangga, Jakarta 1986

Bianchi L.W.P dan Bustraan, **Pompa** (terjemahan) Hendarji, PT.Pradya padamita, Jakarta 1981.

M. White, Frank dan Hariandja, Manahan 1988. **Mekanika Fluida**(terjemahan). Erlangga, Jakarta.

Streeter, Victor L. dan Prijono, Arko 1988. **Mekanika Fluida**(terjemahan).Erlangga, Jakarta.

Khetagurov M, Marine **Auxiliary Machinery and System,** uni on of soviet socialist republics, publishers Moscow 1980.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International Licens

E-ISSN 2961-7553
P-ISSN 2963-8135