

ANALISA SUDU IMPELLER PADA POMPA SENTRIFUGAL PENGISIAN AIR KETEL DENGAN KAPASITAS 200 TON/JAM

TUGAS AKHIR

**Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan
Ujian Sarjana**

Oleh :

ISMAIL MARZUKI LUBIS

NIM : 04.813.0016



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA**

**MEDAN
2008**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 20/9/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

ABSTRAK

Perkembangan teknologi industri dan kebutuhan energi listrik sangat pesat saat ini, sehingga sangat mempengaruhi besarnya kebutuhan akan energi listrik. Dalam hal ini energi listrik sangat dibutuhkan dalam kebutuhan rumah tangga, dunia industri, perkantoran swasta maupun instansi pemerintah, dimana dalam memenuhi kebutuhan energi listrik tersebut PT.PLN sangat berperan penting.

Pompa merupakan salah satu alat yang sangat vital pada suatu pembangkit listrik tenaga air, karena tanpa adanya sebuah pompa maka sebuah pompa maka suatu pembangkit tidak dapat beroperasi dan menghasilkan tenaga listrik. Dimana pompa merupakan suatu mesin fluida yang berfungsi mengalirkan fluida inkompresibel dari suatu tempat yang bertekanan rendah ke tempat yang bertekanan lebih tinggi, dalam hal ini perpindahan fluida disebabkan oleh perubahan energi mekanik menjadi energi potensial.

Sesuai dengan fungsinya pompa digunakan untuk mensuplai air kedalam ketel. Dalam hal ini pompa yang digunakan adalah pompa sentrifugal yang bertingkat delapan dengan kapasitas 200 ton/jam dengan putaran 3000 rpm.

Kata kunci : Energi, Pompa, Fungsi, PT.PLN.





ABSTRACTION

Development of industrial technology and requirement of very fast electric energy when ini,sehingga hardly influences level of requirement of electric energy would. In this case electric energy hardly required in requirement of household, industrial world, white colars of private sector and also institution of government, where in fulfilling requirement of the electrical electric energy PTPLN so central important.

Pump is one of a real vital equipment at one particular power station is fragon [by] water, because without existence of a pumped hence a pumped hence a generating cannot operate and yields electric power. Where pump is a functioning fluid machine flows fluid inkompresibel from a lowpressure place to higher theca place, in this case transfer of fluid because of change of mechanical energy becomes potential energy.

As according to its(the function pump applied water supply kedalam boiler to. In this case pump applied is high rise centrifugal pump eight with capacities 200 ton/jam with rotation 3000 rpm.

Keyword : Energy, Pump, Function, PTPLN.

DAFTAR ISI

Abstrak

Kata Pengantar

Daftar I

Halaman

BAB I. PENDAHULUAN

| | |
|---|---|
| 1.1. Judul | 1 |
| 1.2. Latar Belakang | 1 |
| 1.3. Perumusan Masalah | 1 |
| 1.4. Batasan Masalah | 2 |
| 1.5. Tujuan dan Manfaat Penulisan | 3 |
| 1.6. Metode Pengumpulan Data | 4 |
| 1.7. Sistematika Penulisan | 4 |

BAB II. LANDASAN TEORI

| | |
|---|----|
| II.1. Pandangan Umum Pompa..... | 6 |
| II.2. Klasifikasi Pompa..... | 6 |
| II.2.1. Pompa Tekanan Statis | 6 |
| II.2.2. Pompa Tekanan Dinamis | 7 |
| II.3. Teori Dasar Impeller Pompa | 8 |
| II.3.1. Sifat-Sifat Fisik Fluida..... | 8 |
| II.3.2. Konversi Energi Pada Aliran Fluida | 8 |
| II.3.3. Perpindahan Tekanan Pada Aliran Fluida..... | 10 |

| | |
|---|----|
| II.3.4. Hukum Biot Dan Savart..... | 11 |
| II.4. Kuantitas Dasar Dalam Energi Keseimbangan Pompa | 13 |
| II.4.1. Isap, Tekan, dan Total Head..... | 13 |
| II.4.2. Kapasitas | 14 |
| II.4.3. Efisiensi..... | 14 |
| II.5. Aliran Melalui Impeller | 15 |
| II.5.1. Head Teoritis | 15 |
| II.5.2. Pengaruh dari Jumlah Sudu Terbatas..... | 16 |
| II.6. Bentuk Impeller | 18 |
| II.6.1. Jenis-jenis Impeller | 19 |
| II.6.2. Casing (Rumah Pompa) | 21 |
| II.7. Impeller dengan Sudu Lengkung Tunggal..... | 22 |
| II.7.1. Pandangan Umum Mengenai Rancangan Impeller | 22 |
| II.7.2. Menentukan Jumlah Sudu | 22 |
| II.7.3. Perhitungan Dimensi Impeller..... | 23 |

BAB. III METODOLOGI PENELITIAN

| | |
|--|----|
| III.1 Lokasi Penelitian | 27 |
| III.2 Sampel penelitian | 27 |
| III.3 Pengambilan Data | 28 |
| III.4. Pengambilan Data Lapangan | 28 |

BAB. IV ANALISA HEAD POMPA DAN DAYA POMPA

| | |
|--|----|
| IV.1. Analisa Head Pompa..... | 29 |
| IV.1.1. Analisa Aliran Yang Terjadi Disepanjang Pipa | 32 |

BAB I

PENDAHULUAN

I.1. Judul

ANALISA SUDU IMPELLER PADA POMPA SENTRIFUGAL PENGISIAN AIR KETEL DENGAN KAPASITAS 200 TON/JAM

I.2. Latar Belakang

Pada dewasa ini penggunaan energi listrik sangat besar dalam kebutuhan sehari-hari baik itu dalam rumah tangga, perkantoran swasta maupun dalam pemerintahan serta dunia industri. Penggunaan ketel menjadi salah satu unsur penting dalam menghasilkan energi listrik.

Dimana sebuah pompa yang menggunakan impeller yang akan digunakan untuk memberi energi kecepatan pada fluida yang akan di ubah menjadi menjadi energi tekan oleh difuser, maka perlu diperhatikan bentuk impeller yang akan di sesuaikan dengan perbandingan bentuk sudu pada impeller sehingga pompa dapat bekerja dengan baik. Maka penulis hanya membahas mengenai hal-hal yang berkenaan dengan judul tugas penulis di atas.

I.3. Perumusan Masalah

Pada umumnya setiap perencanaan mempunyai masalah yang nantinya akan disimpulkan menjadi rumusan masalah. Kesimpulan masalah ini akan dipelajari untuk dijadikan dasar dalam analisa yang akan dibuat. Sehingga rumusan masalah ini nantinya akan di kembangkan menjadi sistem informasi dalam menganalisa sudu pompa pengisian air ketel yang antara lain :

1. Mengetahui kerugian head akibat gesekan sepanjang pipa yang mempengaruhi daya pompa.
2. Bagaimana cara menganalisa perhitungan head dan kapasitas pompa.
3. Bagaimana cara menganalisa sudu dalam perencanaan pompa.

I.4. Batasan Masalah

Dalam era sekarang begitu banyaknya permintaan masyarakat, perkantoran swasta maupun pemerintah serta dunia industri maka dalam hal ini penulis mencoba menganalisa sudu-sudu pada pompa sentrifugal dimana sudu-sudu ini sangat penting dalam peningkatan maupun pengisian air kedalam drum ketel, dimana sudu adalah merupakan bagian yang sangat vital dari pompa untuk memberikan tekanan dan menggerakkan air ke drum ketel.

Adapun batasan masalah yang penulis sampaikan didalam analisa sudu pompa ini adalah :

1. Spesifikasi pompa yang di analisa.
 - a. Head pompa
 - b. Daya pompa
2. Analisa sudu impeller.
 - a. Ukuran-ukuran impeller
 - b. Ukuran-ukuran sudu

1.5. Tujuan dan Manfaat Penulisan

Tujuan dalam penulisan ini yaitu untuk mempelajari sejauh mana kemampuan sudu-sudu pada pompa untuk menekan (mengalirkan) air ke bak penampungan dengan tinggi penampang yang sudah di tentukan dan efek-efek yang timbul pada saluran-saluran (pipa-pipa) gate value, check value dan lain-lain yang berhubungan dengan proses kerja pada sudu-sudu tersebut, apabila daya dari pada elektromotor dan jumlah sudunya telah di tentukan,

Adapun tujuan penulisan ini adalah :

1. Sebagai persyaratan untuk memperoleh gelar sarjana.
2. Untuk mengaplikasikan teori di bangku kuliah dalam perancangan sebuah pompa, dimana dalam hal ini penentuan head pompa, daya pompa dan ukuran-ukuran pompa untuk melayani sebuah ketel.

Adapun manfaat penulisan yang penulis lakukan adalah sebagai berikut :

1. Penulis dapat membandingkan ilmu yang di peroleh di bangku kuliah dengan yang ada di lapangan.
2. Memahami dan mengetahui langkah-langkah dalam menganalisa sebuah sudu.
3. Menambah perbendaharaan literatur dalam bidang perencanaan pompa.

I.6. Metode Pengumpulan Data

Dalam memperoleh data dan informasi yang diperlukan dalam menyusun tugas sarjana ini, penulis melakukan metode study kepustakaan sebagai referensi yang berkaitan dan membantu dalam menambah wawasan sesuai dengan pokok permasalahan yang di bahas.

I.7. Sistematika Penulisan

Untuk lebih terarahnya penulisan ini dan untuk menghindari agar tidak terjadinya pembahasan yang berulang serta mempermudah pembaca dalam memahami, maka disusun sistematika penulisannya sebagai berikut :

BAB I : PENDAHULUAN

Pada bab ini di bahas mengenai latar belakang, tujuan penulisan, batasan-batasan masalah, perumusan masalah, metode pengumpulan data, manfaat penulisan dan sistematika penulisan.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini membahas mengenai pandangan umum pompa, klasifikasi pompa, prinsip kerja dan jenis-jenis impeller.

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini membahas mengenai pengambilan data yang ada.

BAB IV : ANALISA HEAD POMPA DAN DAYA POMPA

Pada bab ini dibahas mengenai analisa head pompa dan daya pompa.

BAB V : ANALISA SUDU IMPELLER POMPA PENGISI AIR KETEL

Pada bab ini di bahas mengenai jenis sudu, ukuran-ukuran impeller dan ukuran-ukuran sudu.

BABVI : KESIMPULAN

Pada bab ini di uraikan suatu kesimpulan yang telah di jabarkan pada bab-bab sebelumnya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II.1. Pandangan Umum Pompa

Pompa adalah mesin fluida yang berfungsi mengalirkan fluida inkompresibel dari suatu tempat yang bertekanan rendah ketempat yang bertekana lebih tinggi. Perpindahan fluida tersebut disebabkanoleh perubahan energi mekanik menjadi energi potensial.

II.2. Klasifikasi Pompa

Ditinjau dari segi tekanan yang menimbulkan energi fluida, maka pompa dapat diklasifikasikan kedalam dua jenis yaitu :

- a. Pompa tekanan statis (*positive displacement pump*)
- b. Pompa tekanan dinamis (*dynamic pressure pump*)

II.2.1. Pompa Tekanan Statis (*positive displacement pump*)

Head yang terjadi pada pompa ini adalah akibat dari tekanan yang diberikan oleh torak dan kemudian menekan secara langsung fluida yang akan di pindahkan.

Jenis pompa yang termasuk kedalam pompa tekanan statis adalah :

- a. Pompa Torak (*Reciprocating pump*)

Pompa ini mempunyai bagian utama berupa torak yang bergerak bolak-balikdalam silinder untuk dapat mengalirkan fluida secara kontiniu kesatu arah.pompa ini dilengkapi dengan katup pada sisi hisap dan sisi tekan.

Fluida yang bertekanan rendah dihisap melalui katup hisap kedalam katup silinder dan kemudian ditekan oleh torak, sehingga tekanan naik dan sanggup mengalirkan fluida keluar silinder melalui katup tekan.

b. Pompa Roda Gigi (*rotary pump*)

Pompa ini mempunyai bagian utama berupa rotor yang berputar di dalam rumah pompa. Fluida di hisap melalui sisi hisap, kemudian diteruskan kedalam ruangan antara rotor dan rumah pompa, selanjutnya ditekan kesisi tekan dengan gerakan rotasi sehingga tekanannya naik.

II.2.2. Pompa Tekanan Dinamis (*dynamic pressure pump*)

Pompa ini mempunyai ciri-ciri sebagai berikut :

- a. Mempunyai bagian utama berupa roda dan sudu.
- b. Melalui sudu-sudu tersebut mengalir fluida secara kontiniu, dimana pada sudu-sudu itu juga terjadi perubahan momentum fluida.

Jenis-jenis yang termasuk dalam pompa tekanan dinamis ditinjau dari segi arah aliran fluida dapat digolongkan atas tiga bagian, yakni :

a. Pompa Radial

Pompa jenis ini aliran fluida dalam sudu gerak terletak pada bidang tegak lurus pada sumbu poros dan *head* yang timbul diakibatkan oleh besarnya gaya sentrifugal oleh sudu-sudu gerak.

- b. Pompa Aksial Pompa jenis ini aliran fluida dalam sudu gerak terletak pada bidang sejajar sumbu poros dan *head* yang timbul diakibatkan oleh besarnya gaya dorong oleh sudu-sudu gerak.

c. *Mixed flow pump*

Pompa jenis ini arah aliran dalam sudu gerak terletak pada bidang yang tegak lurus dan sejajar terhadap sumbu poros dan head yang timbul diakibatkan oleh gaya sentrifugal dan gaya angkat suatu gerak.

II.3. Teori Dasar Impeller Pompa

II.3.1. Sifat-sifat fisik fluida

Fluida yang nyata terdapat di alam. Sifat –sifat dari fluida tergantung pada posisi, temperature dan tekanan. Pengaruh dari beberapa sifa-sifat ini pada pengoperasian impeller pompa dapat di bagi menjadi :

1. Berat jenis dan berat spesifik.
2. Kemampuan untuk dikompres.
3. Kemampuan untuk mengembungkan panas.
4. *viskositas* / kekentalan.
5. Daya larut gas pada fluida .
6. penguapan fluida.

II.3.2. Konversi Energi Pada Aliran Fluida.

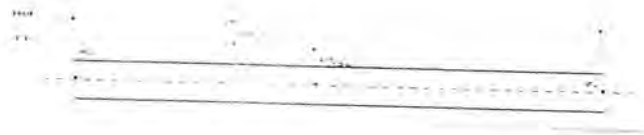
A. Teorema Bernoulli

1. Teorema *Bernoulli* berdasarkan aliran absolute dari fluida sempurna.

Energi pertikel dari fluida yang bergerak persatuan berat adalah jumlah dari energi potensial, energi tekanan dan energi kinetik.

Energi total yang dihasilkan persatuan berat fluida adalah :

$$H = z + \frac{p}{\gamma} + \frac{C^2}{2g}$$



Gambar 2.1. aliran pada pipa

Dimana : Z = Ketinggian (m)

P = Tekanan yang diberikan pada fluida. (Bar)

C = Kecepatan rata-rata pada aliran (m/s)

γ = Berat jenis (kg/m.s)

Besarnya nilai p/γ disebut head tekanan, $C^2/2g$ adalah head kecepatan

Z adalah ketinggian dan H adalah head total yang diberikan oleh fluida.

2. Persamaan Bernoulli Untuk Fluida Aliran Fluida

Merupakan head potensial dengan Z_1 dan Z_2 , head tekanan dengan P_1 dan P_2 dan kecepatan rata-rata aliran dengan C_1 dan C_2 , seperti persamaan berikut :

$$Z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{C_1^2}{2g} = Z_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{C_2^2}{2g} + \Delta h_f$$

B. Energi Fluida Yang Berisi Bahan Padat

Impeller pompa juga digunakan untuk memompakan fluida yang berisi bahan padat yang dibawa oleh fluida. Partikel-partikel ini mempunyai pengaruh pada mesin dan efisiensi hidroulik pompa. Jika air membawa bahan padat kedalam reservoir, partikel padat ini di pompakan dengan fluida yang tidak

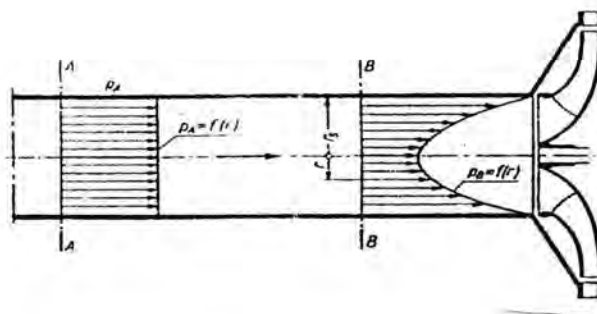
memindahkan energi kecuali energi kinetik, yang hilang saat partikel padat masuk ke dalam reservoir.

Energi kinetik dari partikel padat tidak dapat berubah menjadi energi tekanan dan hanya dapat dihilangkan. Oleh karena itu energi dari bahan campuran kurang cocok dari pada energi fluida pada volume yang sama tanpa partikel padat.

II.3.3. Perpindahan Tekanan Pada Aliran Fluida

Dalam aliran fluida, perbedaan tekanan boleh terdapat disepanjang atau diperpotongan garis lurus. Pergantian tekanan disepanjang garis aliran adalah seharusnya untuk perubahan energi tekanan menjadi energi kinetik.

Perpindahan energi tekanan adalah seharusnya bercampur baur pada garis aliran, bila diperhatikan fenomena dari konveksi tekanan. Bila tekanan bergelombang merambat, tekanan adalah merambat tanpa dapat diukur pada partikel dan tanpa bercampur pada garis aliran. Tekanan ini disebut radiasi tekanan.

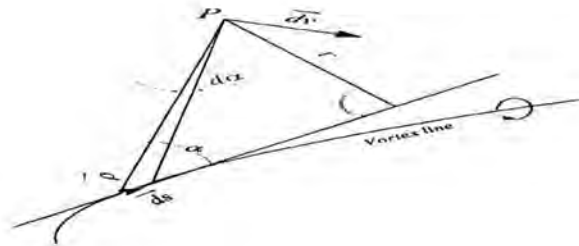


Gambar 2.2. Distribusi Tekanan pada Pipa Isap Pompa Sentrifugal

II.3.4. Hukum Biot Dan Savart

A. Kecepatan isap dengan sebuah garis Vortex

Dengan menganggap garis partikel adalah berputar dengan kecepatan sudut $\vec{\omega}$ dan menganggap pengaruh dari kecepatan ini pada kecepatan partikel pada titik P dengan jarak \vec{P} dari elemen \vec{dr} garis vortex.



Gambar 2.3. Kecepatan isap dengan garis vortex

Persamaan kecepatan isap untuk gerakan vortex adalah :

$$\vec{dv} = \frac{\Gamma}{4\pi p^3} \vec{ds} \times \vec{p}$$

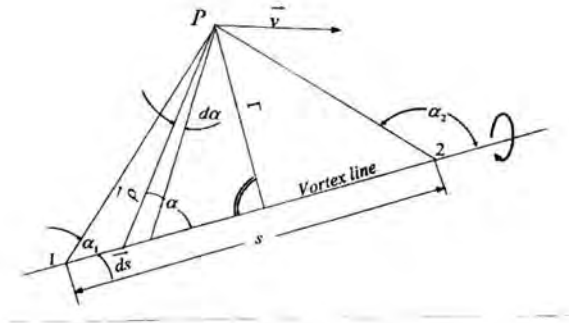
Jika α adalah sudut antara vector \vec{ds} dan \vec{p} , maka $ds, p \sin \alpha$ dinotasikan menjadi besarnya hasil vektor, $\vec{ds} \times \vec{p}$ sehingga kecepatan isap menjadi :

$$dv = \frac{\Gamma}{4Pp^2} ds \sin \alpha$$

B.Kecepatan isap dengan garis lurus vortex

Pada garis lurus vector $ds \sin \alpha = P \sin \alpha$ dan vector memperoleh :

$$dv = \frac{\Gamma}{4\pi r} \sin \alpha d\alpha$$



Gambar 2.4. Kecepatan isap dengan garis vortex gerak lurus

Kecepatan pada P dengan panjang $s = \overline{12}$ pada garis vortex adalah :

$$v = \frac{\Gamma}{4\pi r} (\cos \alpha_1 - \cos \alpha_2)$$

Maka garis vortex adalah panjang tak terhingga $\alpha_1 = 0$ dan $\alpha_2 = \pi$

sehingga diperoleh :

$$v = \frac{\Gamma}{2\pi r}$$



II.4. Kuantitas Dasar dalam Energi Keseimbangan pompa

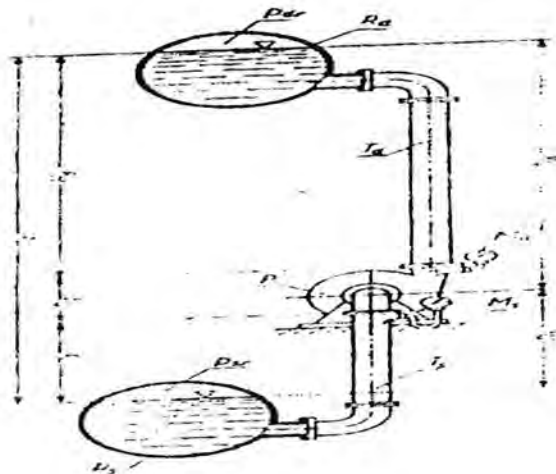
II.4.1. Isap, tekan, dan total head

Head isap statis (H_s) dari system pemompaan diukur berdasarkan perbedaan tingkat impeller pompa sisi masuk. Dimana head statis adalah positif jika tingkat air rendah dibawah sisi masuk pompa. Head isap statis (H_s) dari pompa dapat dihitung dengan rumus :

$$H_s = \frac{P_{sr} - P_s}{\gamma} - \frac{C_s^2 - C_{sr}^2}{2g} - \sum \Delta h_s$$

Dimana h_s adalah head *losses* pada saringan dan pompa isap. Jika *reservoir* terbuka ($P_{sr} = P_s$) maka :

$$H_s = \frac{P_b - P_s}{\gamma} - \frac{C_s^2 - C_{sr}^2}{2g} - \sum \Delta h_s$$



Gambar 2.5. Instalasi Pompa Sentrifugal Dimana Fluida Diantara Tekanan Atmosfir

II.4.2. Kapasitas

Kapasitas teoritis pada impeller pompa dapat dihitung dengan rumus :

$$Q_{th} = A m_1 . C m_1$$

Kapasitas sebenarnya (Q_r) adalah kecepatan aliran pada pipa tekan. Kapasitas aliran (Q_i) adalah kecepatan aliran yang melalui impeller. Sehingga kapasitas aliran adalah jumlah dari kapasitas sebenarnya dan kapasitas yang mengalir dalam saluran aliran (Q_i).

$$Q_i = Q_r + Q_1$$

II.4.3. Efisiensi

Efisiensi hidroulik η_h adalah perbandingan dari head vector dengan head internal.

$$\eta_h = \frac{H_e}{H_i} = \frac{H_i - \Delta h_p}{H_e + \Delta h_p} = \frac{H_e}{H_{th}}$$

Efisiensi volume η_v adalah perbandingan antara kapasitas sebenarnya (Q_r) dengan kapasitas aliran (Q_i).

$$\eta_v = \frac{Q_r}{Q_i} = \frac{Q_r}{Q_r + Q_1}$$

Efisiensi internal (η_i) pada pompa dapat ditentukan dengan persamaan :

$$\eta_i = \frac{P_e}{P_i} = \eta_v . \eta_h$$

Efisiensi mekanik (η_m) adalah perbandingan dari daya internal dengan daya poros pompa.

$$\eta_m = \frac{P_l}{P_{sh}} = \frac{P_{sh} - P_{mf}}{P_{sh}}$$

Maka efisiensi total dari pompa adalah perbandingan Hp dengan daya input poros pompa.

$$P_{sh} = \frac{\gamma_l \cdot Q_r \cdot H_e}{550n} \text{ H.P}$$

$$P_{sh} = \frac{\gamma_l \cdot Q_r \cdot H_e}{75n} \text{ metrik H.P}$$

$$P_{sh} = \frac{\gamma_l \cdot Q_r \cdot H_e}{3600n} \text{ K.W}$$

II.5. Aliran Melalui Impeller

II.5.1. Head Teoritis

Untuk aliran fluida nyata yang mengalir pada pompa ideal. Daya yang diberi fluida pada impeller adalah :

$$P = \gamma \cdot Q \cdot H_{th}$$

Maka head teoritis dapat di hitung berdasarkan persamaan diatas :

$$H_{th} = \frac{P}{\gamma \cdot Q} = \frac{w}{g} (Cu_2 r_2 - Cu_1 r_1)$$

$$H_{th} = \frac{1}{g} (C_2 u_2 \cos \alpha_2 - C_1 u_1 \cos \alpha_1)$$

II.5.2. Pengaruh dari Jumlah Sudu Terbatas

Untuk aliran yang melalui lintasan bundar ada perubahan bentuk dari sudu impeller, tidak hanya besarnya tapi juga arah dari kecepatan aliran.

Dari kondisi kontinuitas aliran diperoleh persamaan :

$$C_{ml} = C_{ml} \frac{t_1}{t_1 s u_1} = \varphi_1 C_{ml}$$

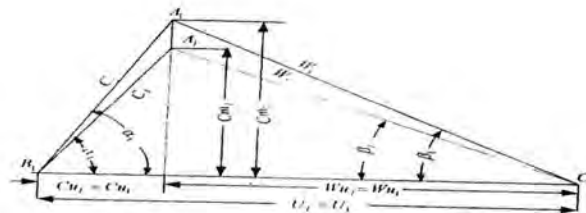
Dimana :

$$r_1 = \frac{\pi d_1}{z}, s u_{1l} = \frac{s_1}{\sin \beta_1}, p_1 = \frac{t_1}{t_1 - s u_1}$$

Ketebalan sudu terbatas (S_1) disebabkan penambahan kecepatan rata-rata aliran. Pada sisi masuk diperoleh persamaan berikut :

$$C_{ml} = C_1 \sin \alpha_1 = w_1 \sin \beta_1$$

Dimana C_1 , C_{ml} , dan w_1 adalah kecepatan sisi masuk sudu impeller.



Gambar.2.7. segitiga kecepatan sisi masuk impeller dengan jumlah sudu terbatas

Pada impeller sisi keluar diperoleh persamaan :

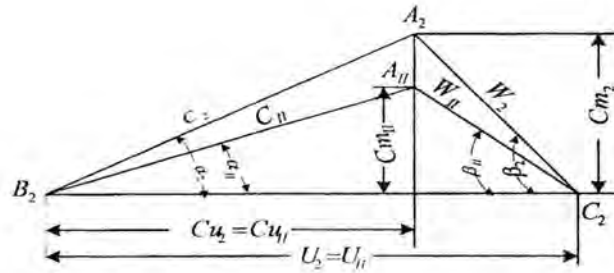
$$C_{m2} = C_2 \sin \alpha_2 = W_2 \cdot \sin \beta_2$$

$$C_{mII} = C_{II} \sin \alpha_{II} = W_2 \cdot \sin \beta_{II}$$



Sehingga :

$$Cm_{II} = Cm_{II} \frac{t_2 - Sv_2}{t_2} = \frac{Cm_2}{\phi_2}$$



Gambar .2.8.Segitiga kecepatan sisi keluar impeller dengan jumlah sudu terbatas

Head teoritis pompa dengan baling-baling antara sisi masuk berpusaran bebas pada aliran fluida adalah :

$$H_{th} = \frac{W}{g} (r_2 Cu_{II} - r_1 Cu_I)$$

$$= \frac{1}{g} (U_2 Cu_{II} - U_1 Cu_I)$$

Head teoritis pompa tanpa baling-baling antara sisi masuk adalah :

$$H_{th} = \frac{U_2}{g} C_{II} \cos \alpha_{II} = \frac{U_2}{g} C u_{II}$$

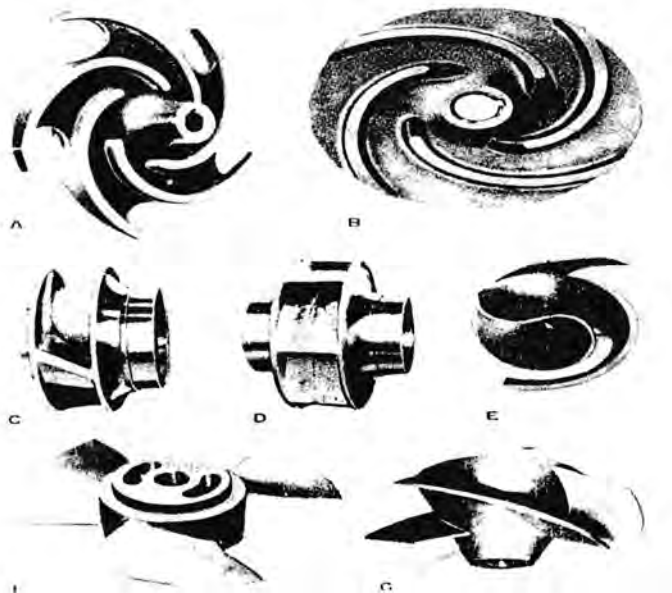
II.6. Bentuk Impeller

Impeller adalah salah satu bagian yang berputar dari sebuah pompa sentrifugal dan memberikan energi kecepatan pada fluida, dimana energi kecepatan ini dapat diubah menjadi energi tekan.

Bentuk impeller pada pompa harus disesuaikan dengan fluida yang dapat dipompakan berdasarkan kapasitas dan tinggi tekan.

Berdasarkan bentuknya, impeller dapat dibagi menjadi :

1. Impeller tertutup, terjadi pada pompa sentrifugal dan beberapa jenis lainnya seperti helik dan diagonal.
2. Impeller terbuka, terjadi pada pompa sentrifugal dan sebagian besar semua tipe helik dan pompa diagonal.

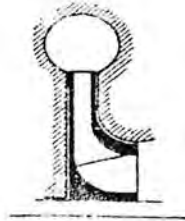


Gambar 2.9. bentuk impeller

II.6.1. Jenis-jenis Impeller

Jenis-jenis impeller :

a. Impeller Jenis Radial



Gambar 2.10. Impeller Jenis Radial

Impeller jenis ini biasa dipakai untuk tinggi tekanan menengah dan tekanan yang tinggi ($H=150$ ft). kecepatan spesifiknya, $n_s = (500 - 3000)$ rpm.

$$D_2 / D_0 = \pm 2s$$

b. Impeller Jenis Francis

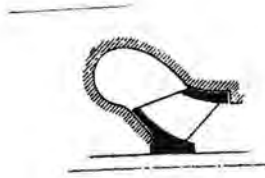


Gambar 2.11. Impeller Jenis Francis

Impeller ini dipakai untuk tinggi tekan lebih rendah dan hisapan aksial ,

$$N_s = (1500 - 4500)rpm$$

c. Impeller jenis Aliran Campuran



Gambar 2.12. Impeller Jenis Aliran Campuran

Impeller ini biasanya dipakai untuk jenis aliran buangnya sebagian radial dan sebagian aksial. $N_s = (4500 - 8000)rpm, D_2 / D_0 = 1$.

d. Impeller Jenis Propeller



Gambar 2.13. Impeller Jenis Propeller

Pada jenis ini, praktis semua tinggi tekan yang dihasilkan akibat tolakan sudu-sudu. $H = (3.X_0), N_s = > 8000 rpm$

e. Impeller Jenis Tingkat yang banyak



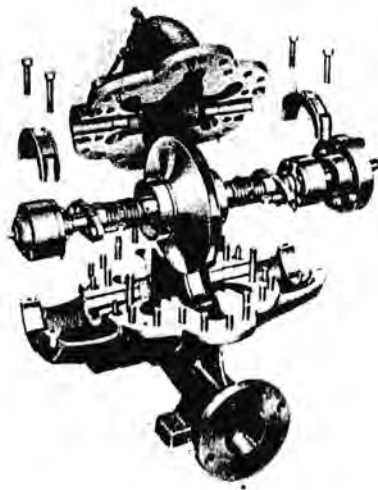
Gambar 2.14. Impeller Jenis Tingkat yang Banyak

Bila tinggi tekan yang harus dihasilkan terlalu besar untuk satu tingkat, beberapa impeller dipasangkan pada poros secara seri.

II.6.2. Casing (Rumah Pompa)

Praktis semua pompa yang impellernya terleak diantara dua bantalan adalah dipisahkan secara horizontal pada garis tengah poros sehingga bagian atas atau tutup dapat dibuka dengan mudah pada waktu pemeriksaan atau perbaikan. Untuk air dingin rumah pompa biasanya dibuat dari bahan besi cor kualitas tinggi, untuk cairan yang korosit yang memberikan reaksi asam, seperti air garam.

Bahan rumah pompa haruslah dibuat dari besi cor kualitas tinggi untuk tekanan sampai kira-kira 750 psi dan dibuat dari baja tuang untuk tekanan lebih tinggi.



Gambar 2.15. Bentuk Rumah Pompa

II.7. Impeller Dengan Sudu Lengkung Tunggal.

II.7.1. Pandangan Umum Mengenai Rancangan Impeller.

Dari persamaan dasar euler bahwa total head yang dihasilkan pompa tergantung pada beberapa variabel, seperti : kecepatan keliling U_2 dan kecepatan busur C pada impeller sisi keluar, sudut sudu β_2 , jumlah sudu Z , perbandingan Cu_2 / Cu_3 dan perbandingan d_1 / d_2 .

Kecepatan keliling pada impeller sisi masuk dan keluar dapat ditentukan dengan rumus :

$$U = K_u \sqrt{2gH}$$

$$C = K_c \sqrt{2gH}$$

Dan kecepatan spesifik dapat ditentukan dengan persamaan :

$$ns = 3,65 \frac{n\sqrt{Q}}{H^{3/4}}$$

II.7.2. Menentukan Jumlah Sudu

Tidak mungkin menghitung jumlah sudu impeller dengan tepat, didalam prakteknya kita menggunakan pendekatan rumus.

Jumlah sudu impeller dapat ditentukan dengan rumus :

$$Z = 2k \frac{rs}{e} \sin \beta_m$$

Dimana :

e = panjang pusat garis aliran melalui lintasan impeller.

rs = jari-jari.

β_m = sudut rata-rata.

$$= \frac{\beta_1 + \beta_2}{2}$$

K = koefisien percobaan, diasumsikan 6,5.

Sehingga diperoleh :

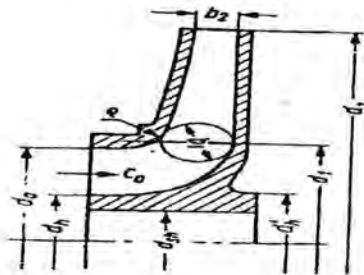
$$Z = 6,5 \frac{d_2 + d_1}{d_2 - d_1} \sin \beta m$$

II.7.3. Perhitungan Dimensi Impeller

A. Impeller sisi masuk .

1. Diameter Mata Impeller Sisi masuk

Diameter poros tergantung pada daya yang dipindahkan dan juga nilai kecepatan kritis dan defleksi poros maksimum yang di izinkan. Diameter Hub pada sisi masuk dibua sekecil mungkin supaya aliran yang masuk kedalam mata impeller dibatasi sedikit mungkin.



Gambar 2.16. Diameter Mata Impeller

Biasanya diameter Hub dapat dipilih berdasarkan :

$$Dh = (1.3 - 1.4)d_{sh}$$

Setelah menghitung diameter Hub dapat dihitung diameter mata impeller sisi masuk dengan rumus :

$$D_0 = \sqrt{\frac{4A'_0}{\pi}}$$

2. Kecepatan Tangensial pada Impeller Sisi Masuk.

Kecepatan Tangensial pada Impeller Sisi Masuk dapat di hitung dengan rumus :

$$U_1 = \frac{\pi \cdot D_1 \cdot n}{60}$$

3. sudut tangensial pada sisi masuk.

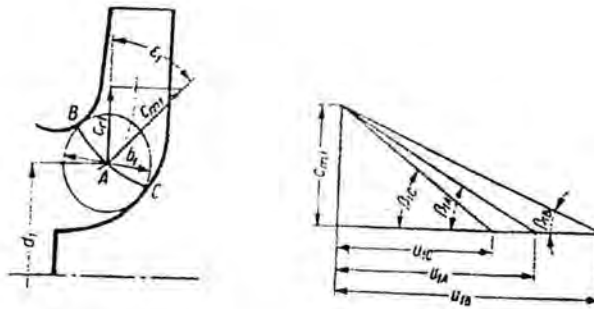
Air masuk selalu dianggap secara radial sehingga sudut kecepatan masuk absolut $\alpha_1 = 90^0$. selanjutnya sudut tangensial pada sisi masuk dapat ditentukan dengan rumus :

$$\tan \beta_1 = \frac{Cm_1}{U_1}$$

Dan kecepatan relative pada sisi masuk adalah :

$$W_1 = \frac{Cm_1}{\sin \beta_1}$$

B. Impeller Sisi Keluar



Gambar 2.17. Impeller Sisi Keluar

- Diameter sisi keluar dihitung dengan rumus :

$$D_2 = 1840\Phi\sqrt{H_1}$$

- Lebar impeller sisi keluar

$$b_2 = \frac{Q}{\pi \cdot D_2 \cdot V r_2 \cdot \varepsilon_2}$$

C. Merancang Sudu dengan Legkungan Tunggal

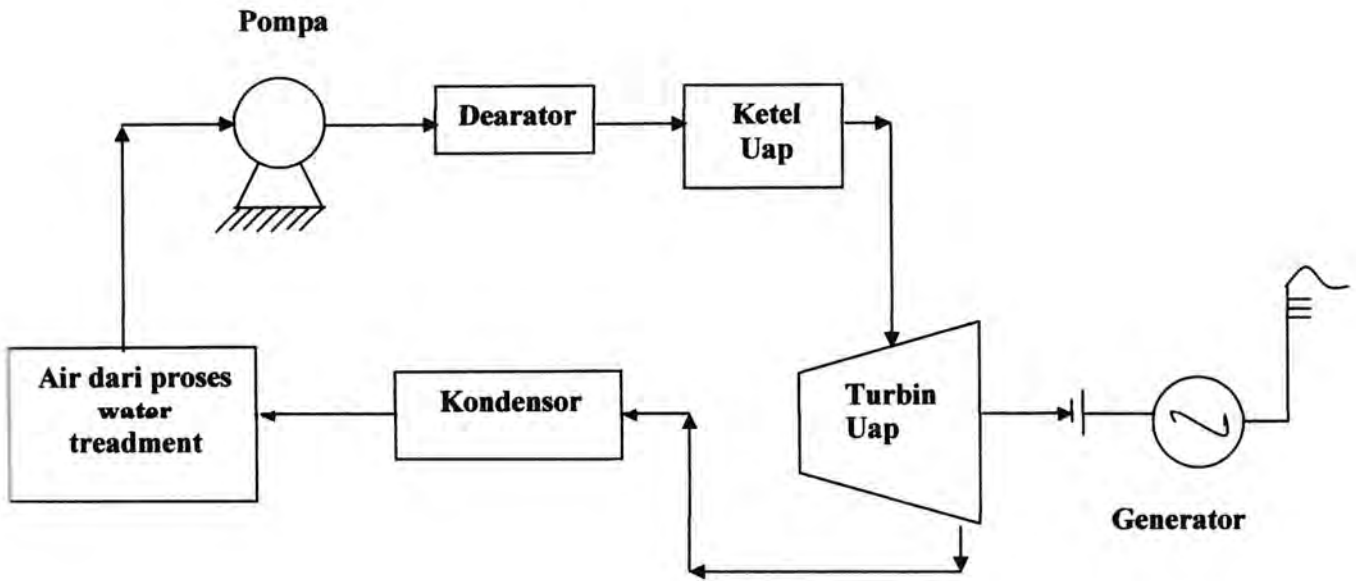
Dua sudu yang berurutan akan memberi bentuk lintasan impeller.

Panjang sudu, dan panjang lintasan dapat dibedakan unuk diameter d_1 dan d_2

yang sama, sudut β_1 dan β_2 yang sama dan jumlah sudu yang sama.

Ada tiga cara unuk menenukan bentuk sudu :

1. metode arkus tangent
2. metode koordinat polar
3. metode penyesuaian penggambaran



Gambar.18. Skema Sederhana Instalasi Pompa Pengisian Air Ketel

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

III.1. Lokasi Penelitian

Lokasi peneliian diartikan sebagai tempat dimana penulis melakukan penelitian, sehubungan dengan tempat penelitian yang dilakukan penulis, maka yang menjadi tempat penelitian dalam menyusun tugas akhir ini adalah studi literature di perpustakaan pusat Universitas Sumatera Utara.

III.2. Sampel Penelitian

Merupakan bagian dari populasi yang berguna untuk dijadikan responden dalam proses untuk memperoleh data yang mampu untuk mewakili seluruh peneliian.

Air yang digunakan untuk masuk keketel digunakan air sumur sebagai air pendingin.Mula-mula air berasal dari sumur bor dari kedalaman 200 meter dipompakan dengan pompa air sumur bor (deaf well pump) kemudian air tersebut dipompakan kepenampungan air (row water tank) dengan menggunakan pompa (waer tank pump),kemudian dari RTW air tersebut dialirkan ke stasiun pemurnian air (proses water treadment). Pada proses ini demineralisasi yaitu air tersebut diolah menjadi air demin. Air demin yaitu air yang mengandung kadar ph ± 7 . karena kadar ph ± 7 maka air tersebut tidak mengadung za asam yang dapat merusak pipa boiler. Air tersebut juga tidak mengandung zat-zat mineral dan gas. Setelah air tersebut dialirkan kestasiun pemurnian air, maka air tersebut dialirkan kepenampunganair demin (demin tank)dengan menggunakan pompa.setlelah itu baru bisa di masukkan kedalam boiler.

III.3. Pengambilan Data

Pengumpulan data ini sangat penting untuk mendapatkan gambaran umum mengenai tugas yang akan dilaksanakan. Data yang dikumpulkan bisa berupa kapasitas pompa, daya pompa, sudu-sudu dan motor penggerak serta diameter yang digunakan yang berhubungan dengan pompa tersebut.

III.4. Pengambilan Data Lapangan

Untuk Pengambilan Data Penulis mengambil referensi dari PLN (PERSERO) SEKTOR PEMBANGKIT SIKANANG-BELAWAN

Dalam pengambilan data ini, penulis telah mendapat data-data sebagai berikut :

| | |
|---|------------------------|
| Jenis poma pengisi air ketel (<i>feed water pump</i>) | : Sulzer 102598/050 |
| Kapasitas | : 200 ton/jam |
| Tekanan masuk | : 9.6 Bar |
| Tekanan keluar | : 121.2 Bar |
| Tinggi isap | : 12.5 m |
| Ketinggian tekan | : 12.72 m |
| Temperature masuk pompa | : 172.9 ⁰ C |
| Temperature keluar pompa | : 172.9 ⁰ C |
| Putaran pompa | : 3000 rpm |

BAB VI

KESIMPULAN

Dalam tugas sarjana ini penulis telah dapat menyimpulkan bahwa setelah menganalisa terlebih dahulu mengenai analisa sudu pada pompa pengisi air ketel (feet water pump) dengan hasil perhitungan dan analisa yang telah penulis lakukan maka telah didapatkan kesimpulannya sebagai berikut :

- **Spesifikasi Pompa Pengisian Air ketel (feet water pump)**

| | |
|-------------------------|---------------|
| Kapasitas pompa | : 200 ton/jam |
| Tekanan masuk | : 9,6 bar |
| Tekanan keluar | : 121,2 bar |
| Ketinggian hisap | : 12,5 m |
| Ketinggian tekan | : 12,72 m |
| Temperatur masuk pompa | : 172,9 °C |
| Temperatur keluar pompa | : 172,9 °C |
| Putaran pompa | : 3000 rpm |

- **Analisa Head Pompa dan Daya Pompa**

| | |
|----------------------------------|------------------------------|
| Kecepatan aliran pada pipa hisap | : 56376 m/jam |
| Kecepatan aliran pada pipa tekan | : 56925 m/jam |
| Material pipa | : Rivetel Steel, $e = 0,099$ |

• **Analisa Afiran yang terjadi di sepanjang pipa**

| | |
|---|----------------|
| Vikositas Dinamik | : 5,2797kg/m.s |
| Reynold Number | : 1072,73 |
| Kerugian koefisien pipa pada aliran pipa hisap | :106,8 m |
| Kerugian koefisien geski kecil pada pipa hisap | : 41,8725 m |
| Kerugian pada pipa hisap | :148,67 m |
| Kerugian koefisien gesek kecil pada pipa sisi tekan | :100,39 m |
| Kerugian yang terjadi pads pipa. Tekan | :125,87 m |
| Head pompa | :1374,05 m |
| Daya pompa yang dibutuhkan | :785,87 kw |

• **Analisa Impeller**

| | |
|---|--|
| Kapasitas pompa | : 200 m ³ /jam = 0,055m ³ /s |
| | 0,872 Gpm |
| Efisiensi pompa | : 65 % |
| Tingkat pompa yang disumsikan | : 8 tingkat |
| Daya pompa yang di butuhkan | : 98,23 Kw |
| Diameter poros | : 16 mm. |
| Efisiensi volume | : 0,93 |
| Kecepatan aliran pada sisi masuk sudu. | : 3,276 m/s |
| <u>Lus^s</u> , penampang pada sisi masuk sudu | : 0,018 m ² |
| Diameter hub | : 9,45 mm |

| | |
|-----------------------------------|--------------------------|
| Luas daerah pada perpotongan hub | : 0,00007 m ² |
| Total luas perpotongan penampang | : 0,01807 m ² |
| Diameter pusat garis aliran | : 17,59 mm |
| Kecepatan keliling pada Uia | : 2,76 m/s |
| Lebar impeller sisi masuk | : 0,002 m |
| Diameter impeller sisi keluar | : 151,9 mm |
| Lebar impeller sisi keluar | : 0,69 mm |
| Jari – jari impeller bagian dalam | : 11,55 mm |
| Jari-jari impeller bagian luar | : 759,65 mm |

DAFTAR PUSTAKA

1. Austin H Church, "Pompa dan Blower Sentrifugal," Alih Bahasa oleh Ir. Zulkifli Harahap, Penerbit Erlangga, Jakarta 1996.
2. Farel H.n.Dr,Ir,DEA, "Modul Mata Kuliah Perencanaan Fluida," Medan 2005
3. Frank Kreit, Arko Prijono MSC "Prinsip-prinsip Perpindahan Panas" Edisi ke Tiga, Penerbit Erlangga, Jakarta 1994.
4. Fritz Dietzel, Dakso Sriyono "Turbin, Pompa dan Kompresor" Penerbit Erlangga, Jakarta 1983.
5. Hicks Edwards "Teknologi Pemakaian Pompa" Alih Bahasa Oleh Zulkifli Harahap, Penerbit Erlangga 1996
6. Igor J. Karazis "Pompa Hand Book" Second Edition, Mc Graw Hill Book, New York.
7. Reuben M. Olson, Steven J. Wright "Dasar-dasar Mekanika Fluida Teknik" Alih Bahasa oleh Alex Tri Kantjono Widodo, PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta 1993.
8. Ronal Giles "Mekanika Fluida dan Hidrolika " Alih Bahasa Oleh Ir. Hherman Widodo.
9. Stephen Lazarkiewicz, Adam T. Tronkolanski "Impeller Pump" Wydaw Nictwa Nau Kawa, Warsawa, First Edition 1965.
10. Victor L. Stooyer "Mekanika Fluida" Alih Bahasa Oleh Arko Prijono Msc. Penerbit Erlangga, Jakarta 1998.