

MENENTUKAN DAERAH OPERASI POMPA JENIS *SLIDE CHANNEL* TIPE P-12/S DENGAN METODE PENGUJIAN INSTALASI

Romi Wilza, A Junaidi, Tri Widagdo*)

*) Staf Edukatif Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Sriwijaya
Jl. Sriwijaya Negara Bukit Besar Palembang 30139
Telp: 0711-353414, Fax: 0711-453211

RINGKASAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakter pompa jenis Jenis Slide Channel Tipe P-12/S yang banyak dijumpai di masyarakat. Luaran penelitian berupa data-data pengujian pompa yang dapat dijadikan acuan untuk pengoperasian pompa agar efisien dan tahan lama. Kegiatan dimulai dengan rancang bangun instalasi perpipaan yang dilengkapi dengan alat ukur dan sistem keamanan. Signifikansi data-data pengujian diperiksa menggunakan uji statistik. Selanjutnya, secara matematik ditentukan korelasi antara data yang ditetapkan sebagai variabel bebas dan data yang dianggap terikat. Korelasi yang dihasilkan adalah:

- Untuk Karakter pompa:

$$H = -0,000001 Q^2 - 5076 Q + 45,73$$

$$\eta = -0,0000001 Q^2 + 66706 Q + 0,635$$

$$\eta_{\max} = 78,23 \% \text{ pada debit, } Q = 0,0215 \text{ m}^3/\text{det}$$

Korelasi ini berguna sebagai rujukan untuk pengoperasian pompa yang hemat

- Untuk NPSH)

$$\text{NPSH} = 11,21e^{-0,02 t}$$

Korelasi tersebut berguna bagi pemakai pompa agar pompa dapat beroperasi secara aman tanpa terjadi kavitasi

Kata kunci: Karakteristik, pompa, NPSH, kavitasi

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Pompa adalah mesin konversi energi yang berguna untuk mengubah energi mekanik (Energi gerak) menjadi energi bagi fluida cair. Definisi lain tentang pompa adalah mesin, dengan mekanisme tertentu, berfungsi untuk mengalirkan fluida cair. Energi mekanik pompa bisa berasal dari mesin pembangkit daya, seperti motor bensin, motor Diesel, turbin dan lain-lain, atau dari motor listrik.

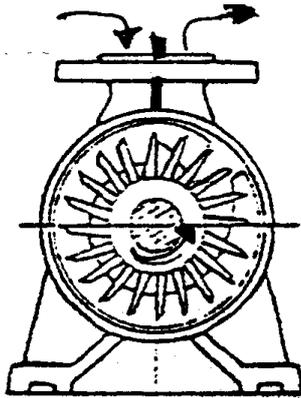
Pompa jenis *slide channel* adalah pompa yang bekerja secara rotasi, masuk kategori *Non Positive displacement*

Pump. Dibandingkan dengan pompa sejenis lainnya, pompa ini memiliki kelebihan dapat beroperasi *self-priming*.

Penelitian dilakukan untuk menjawab keingintahuan peneliti berkaitan dengan pengoperasian pompa jenis *Slide Channel* tipe P-12/s yang aman, efektif dan efisien. Hasil penelitian akan dijadikan rekomendasi untuk pengoperasian pompa kepada masyarakat umum sebagai pengguna pompa.

Proses identifikasi permasalahan dilakukan dengan cara wawancara

langsung kepada para pengguna pompa.



Gambar 1. Konstruksi pompa jenis *Slide channel*

Perumusan Masalah

Hasil wawancara dengan beberapa pengguna pompa jenis *Slide Channel* Jenis P-12/s mengindikasikan adanya pendapat yang beragam. Permasalahan yang dihadapi masyarakat adalah boros listrik dan usia pakai pendek. Hal ini bermula dari ketidak tahuan masayrakat akan kondisi optimum yang harus dipatuhi ketika pompa dioperasikan.

TINJAUAN PUSTAKA

Impeler pompa *slide channel* bekerja atas dasar pemanfaatan tegangan geser fluida Newton (Fox, 1996) yang harganya berbanding lurus dengan kecepatan gerakan fluida(V) dan berbanding kuadrat dengan kekasaran bidang geser.

$$\tau = \epsilon \cdot v \cdot f^2 \dots \dots \dots (1)$$

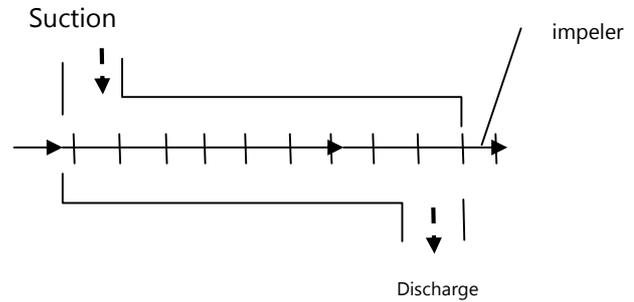
Dimana,

- τ = tegangan geser fluida
 - ϵ = koefisien yang berhubungan dengan viskositas fluida
 - v = kecepatan aliran fluida
 - f = kekasaran bidang geser
- Harga NPSH pompa diformulasikan oleh Howkin's (Sularso, 1978) dalam bentuk empiris:

$$NPSH = f \cdot Q^{0,76} \cdot H_t^{-1,34} \dots \dots \dots (2)$$

Dimana :

- f : koefisien sparasi
- Q : Debit (kapasitas) cairan yang dialirkan, m³/det
- H_t : Head total pompa, m

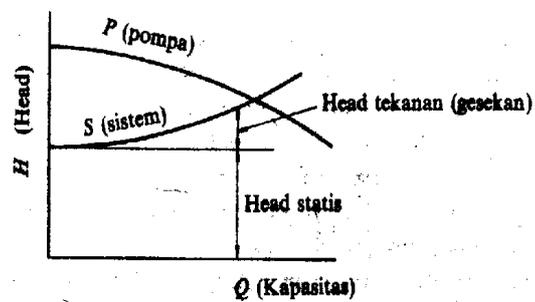


Gambar 2. Mekanisme gerakan fluida Newton

Pompa jenis *slide channel* termasuk *Non Possitive Displacement* (Karasik, 1980), sehingga terdapat hubungan matematis antara Head (H) dan Debit (Q) dalam bentuk persamaan kuadrat

$$H = f (Q) \setminus = aQ^2 + bQ + c \dots \dots \dots (3)$$

dengan a, b dan c sebagai konstata pengujian



Gambar 3. Kurva pompa dan kurva sistem

Kurva karakteristik pompa akan diperoleh dari data pengujian yang meliputi Head, Debit, Daya listrik serta efisiensi.

Perhitungan Head total pompa didasarkan pada perubahan tekanan fluida pada *suction* dan *discharge*. Berdasarkan rumus tekanan hidrostatik (Kent,s, 1989):

$$H = \frac{P_2 - P_1}{\rho \cdot g}, m \dots \dots \dots (4)$$

Dimana,

P_2 : tekanan cairan pada discharge
 P_1 : tekanan cairan pada suction
 ρ : massa jenis cairan
 g : konstanta percepatan gravitasi, m/det²

$$P = V.I..... (5)$$

Energi Potensial yang dihasilkan oleh pompa

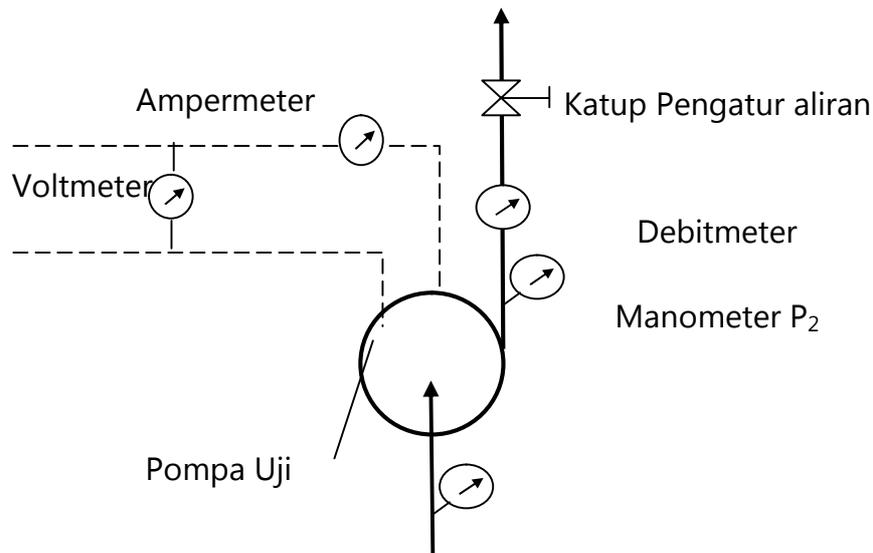
$$E_p = \rho.Q.g.H, \text{ Watt}.....(6)$$

Debit (kapasitas) dihitung menggunakan debit meter dalam satuan m³/det

Efisiensi (Sularso, 1998) dihitung menggunakan rumus

Daya listrik (P) dihitung berdasarkan Tegangan listrik (V) dan arus (I):

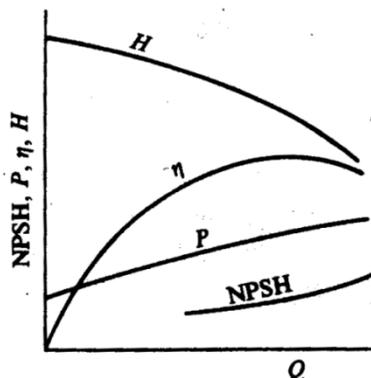
$$\eta = \frac{\text{Energi Potensial}}{\text{Energi Listrik}} \times 100\%..... (7)$$



Gambar 4. Skema instalasi pengujian pompa

Dengan perhitungan statistik, hasil pengujian akan dituangkan dalam bentuk kurva karakteristik. Sebagai gambaran kurva yang akan dihasilkan oleh pengujian akan berbentuk diagram sebagaimana yang tertera pada gambar berikut.

NPSH (*Net Positive Suction Head*) didefinisikan sebagai ukuran keamanan pompa terhadap terjadinya kavitasi (Sularso, 1985). Dengan kata lain NPSH adalah head yang dimiliki oleh fluida cair pada sisi isap pompa (ekivalen dengan tekanan mutlak sisi isap pompa) dikurangi dengan tekanan uap jenuh fluida cair pada tempat tersebut. Dalam kasus pompa yang bekerja untuk mengisap air pada tempat terbuka maka NPSH dapat diformulasikan sebagai:



Gambar 6. Kurva karakteristik pompa Nonpositive Displacement

$$NPSH = \frac{P_b}{\rho.g} - \frac{P_s}{\rho.g} - H_s - H_{fs} \dots (8)$$

Dimana,

P_b : Tekanan barometrik = 101325 N/m² (untuk kota Palembang)

ρ : massa jenis fluida cair

= 1000 kg/m³ (air)

g : percepatan gravitasi = 9,81 m/det²

P_s : tekanan jenuh air

H_s : Head isap statik (m)

= 1 m (dari rancangan instalasi)

H_{is} Head kerugian pipa isap (m) = 0,8 m

Pada pengujian ini manometer yang dipakai adalah manometer vakum dengan satuan tekanan inc.Hg. Untuk mendapatkan data P_s digunakan formulasi:

$$P_s = 101325 \left(1 - \frac{P_v}{32}\right) \dots\dots\dots (9)$$

Dimana: P_v : tekanan vakum (in.Hg)

Untuk menghitung debit dipergunakan rumus:

$$Q = \frac{\text{Flowmeter} \times 10^{-3} (\text{m}^3)}{60 \text{ detik}} \left(\frac{\text{m}^3}{\text{det}}\right) \dots\dots (10)$$

Untuk menghitung *Head* dipergunakan rumus:

$$H = 0,703 P_2 (m). \dots\dots\dots (11)$$

Efisiensi pompa dihitung menggunakan rumus:

$$\begin{aligned} \eta &= \frac{\text{Energi potensial}}{\text{Energi listrik}} \times 100\% \\ &= \frac{PQH}{W} \times 100\% \dots\dots\dots (12) \end{aligned}$$

TUJUAN DAN MANFAAT

Tujuan Penelitian

Penelitian ini bersifat kaji eksperimental atau induktif dengan mekanisme riset laboratorium, bertujuan untuk mendapatkan data-data dinamik yang berkaitan dengan karakteristik pompa jenis *slide channel* tipe P-12/s. Data-data tersebut meliputi

a. NPSH (*Net Possitive Suction Head*)

b. Efisiensi Pompa

c. Hubungan Head total dan Debit

Selanjutnya data-data akan dibuat kurva karakteristik yang dapat dijadikan acuan bagi masyarakat untuk pengoperasian pompa sejenis

Manfaat Penelitian

Luaran penelitian berupa:

- Prototipe Instalasi pengujian pompa jenis jenis *slide channel* tipe P-12/s yang dilengkapi dengan sitem pembacaan data serta keamanan yang memadai.. Bermanfaat sebagai alat bantu ajar bagi mahasiswa pada mata kuliah Praktikum Konversi Energi
- Panduan pengoperasian, perawatan dan perbaikan instalai. Bermanfaat untuk memberikan informasi bagi operator pompa
- Data-data hasil pengujian Pompa. Bermanfaat untuk dijadikan acuan bagi penelitian lanjutan
- Publikasi hasil openelitian melalui Jurnal ilmiah Nasional maupun Internasional. Bermanfaat untuk sosialisasi

Kontribusi hasil penelitian dalam dunia pendidikan adalah untuk mengembangkan ilmu yang berkaitan dengan mesin Konversi Energi, baik bagi mahasiswa maupun kalangan akademisi yang *concern* pada perkembangan teknologi.

METODE PENELITIAN

Rancang Bangun Instalasi Pengujian

Bertujuan untuk membuat infra struktur dimana komponen mesin akan ditempatkan. Faktor-faktor yang menjadi pertimbangan dalam pembuatan rangka antara lain aspek geometrik (kesejajaran, kesimetrisan, kesebidangan), aspek konstruksi (kekuatan, kekakuan, kestabilan dan kekerasan) serta aspek ergonomis (kemudahan dalam mengoperasikan mesin). Pada sistem Rangka terdapat beberapa subsistem, antara lain:

Pengujian Karakter Pompa

Bertujuan untuk mendapatkan data-data pengujian serta kurva karakteristik pompa uji. Sebelum dilakukan pengujian mula-mula dilakukan mengesetan nol terhadap instrumen yang dipakai. Hal ini diperlakukan agar

dihasilkan pembacaan data yang paling representatif. Signifikansi data-data pengujian diuji secara statistik, selanjutnya di plot pada sistem koordinat Cartesian Metode *curve fitting* akan ditentukan fungsi aljabar yang menunjukkan *trend* data-data tersebut, serta akan dihitung harga koefisien korelasi antara fungsi aljabar yang dihasilkan dengan harga numerik data pengujian.

Tabel berikut menginterpretasikan data-data pengujian pompa uji yang menunjukkan karakteristik dasar dari pompa.

Pengujian Kavitasi

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan harga NPSH pompa dengan prosedur sebagai berikut:

- Temperatur air pada tabung *suction* diukur
- Katup pada *discharge* dibuka penuh
- Pompa dihidupkan hingga putaran normal
- Ditunggu hingga terjadi *bubble* (pendidihan) air, lalu dibaca tekanan vakum yang terjadi

- Prosedur a hingga d diulangi untuk temperatur air yang berbeda.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Penelitian telah selesai dilaksanakan di Laboratorium M & R Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Sriwijaya. Kegiatan Penelitian melibatkan seluruh anggota tim peneliti serta dibantu oleh seorang teknisi serta tiga orang mahasiswa. Kegiatan dimulai dari rancang bangun instalasi pengujian, dilanjutkan dengan pengujian awal untuk memeriksa kekuatan konstruksi serta kalibrasi alat ukur yang dilibatkan. Kegiatan eksperimen terdiri dari dua subyek penelitian, yaitu pengujian karakter pompa serta pengujian kavitasi.

a. Pengujian Karakter Pompa

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan variabel Debit dan Head serta untuk mengataui daerah operasi optimum berdasarkan debit dan Head pompa.

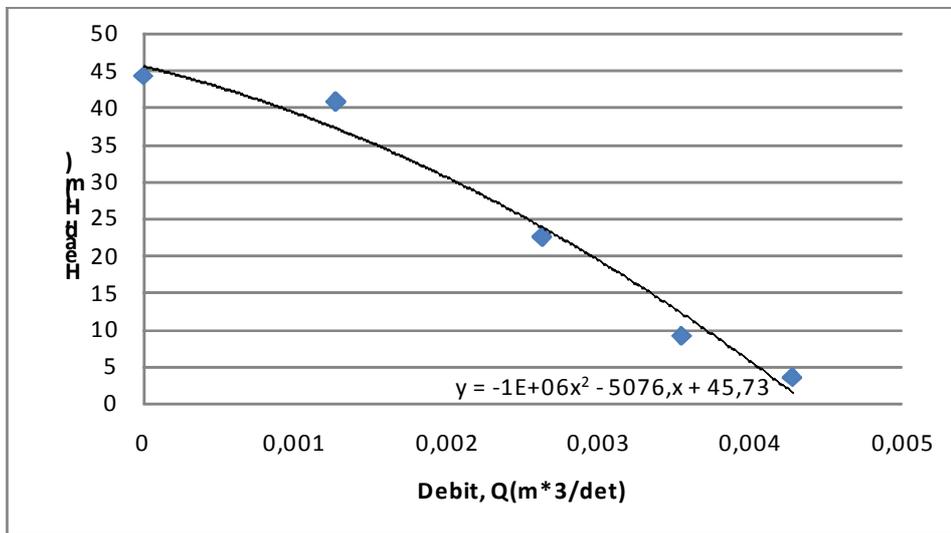
Tabel 1. Data pengujian karakteristik pompa uji

| Variabel pengukuran Pembukaan katub <i>discharge</i> | Pembacaan Falowmeter $V \times 10^{-3} \text{ (m}^3\text{)}$ | Pembacaan manometer pada <i>discharge</i> , $P_2 \text{ (psi)}$ | Arus Listrik, $I \text{ (Amper)}$ | Tegangan listrik, $V \text{ (Volt)}$ |
|---|---|--|--------------------------------------|---|
| 100% | 257 | 5 | 2,8 | 220 |
| 75% | 213 | 13 | 3,1 | 220 |
| 50% | 142 | 32 | 3,3 | 220 |
| 25% | 76 | 58 | 3,7 | 220 |
| 0% | 0 | 63 | 3,7 | 220 |

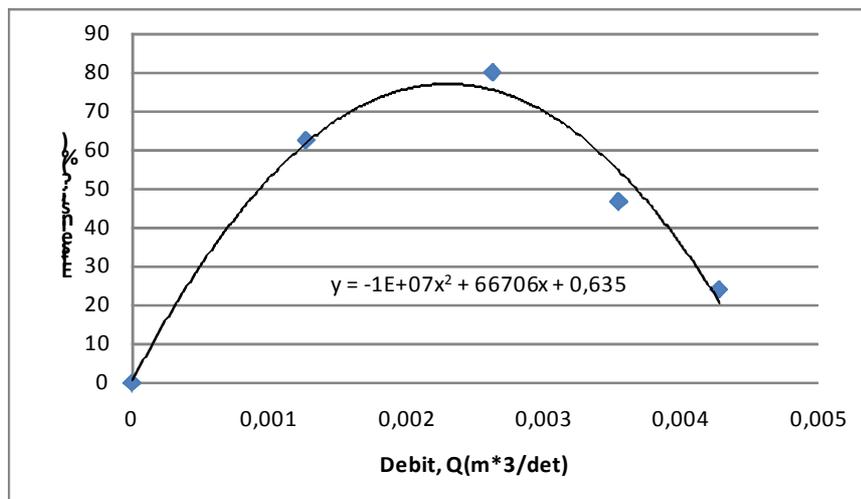
Selanjutnya menggunakan rumus (9), (10) dan (11) diperoleh tabel data karakter pompa.

Tabel 2. Rekapitulasi data Karakteristik Pompa uji

| Variabel pengukuran | Debit, Q (m ³ /det) | Head, H (m) | Efisiensi, η (%) |
|----------------------------------|--------------------------------|-------------|------------------|
| Pembukaan katub <i>discharge</i> | | | |
| 100% | 0,00428 | 3,515 | 23,96 |
| 75% | 0,00355 | 9,139 | 46,66 |
| 50% | 0,00263 | 22,496 | 79,94 |
| 25% | 0,00127 | 40,774 | 62,40 |
| 0% | 0 | 44,289 | 0 |



Gambar 3. Kurva H – Q Pompa uji



Gambar 4 Kurva η – Q Pompa uji

b. Pengujian Kavitas

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan harga NPSH pompa dengan prosedur sebagai berikut:

- Air pada tabung *suction* diukur temperaturnya
- Katup pada *discharge* dibuka penuh
- Pompa dihidupkan hingga putaran normal

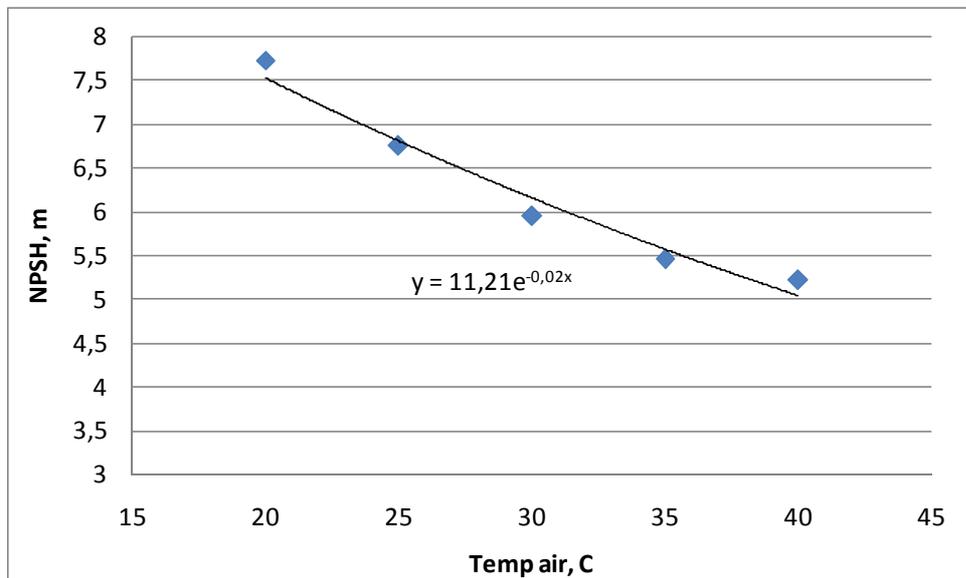
-Ditunggu hingga terjadi *bubble* (pendidihan) air, lalu dibaca tekanan vakum yang terjadi

Untuk menghitung P_s menggunakan rumus (8) dan untuk menghitung NPSH menggunakan rumus (9)

Tabel berikut menyajikan data hasil pengujian pompa dilanjutkan dengan perhitungan untuk tekanan jenuh air dan NPSH.

Tabel 3. Data Pengujian untuk menghitung NPSH

| Variabel pengukuran | Tekanan manometer Vakum, P_v , inch.Hg | Tekana jenuh air, P_s (N/m^2) | NPSH, m |
|---------------------|--|-------------------------------------|---------|
| Temperatur air | | | |
| 20 °C | 29,5 | 7916,32 | 7,73 |
| 25 °C | 26,5 | 17415,08 | 6,76 |
| 30 °C | 24. | 25331,21 | 5,95 |
| 35 °C | 22,5. | 30080,86 | 5,46 |
| 40 °C | 20 | 37996,88 | 5,22 |



Gambar 5. Kurva temperatur air - NPSH pompa uji

Pembahasan

Pengujian untuk menentukan karakteristik pompa telah dilaksanakan dengan hasil berupa tabel data dan

kurva karakteristik pompa. Pembacaan data dilakukan menggunakan instrumen yang sudah dikalibrasi

sehingga keakuratan pembacaan data dapat dijamin.

a. Untuk Kurva Karakter Pompa Uji

Hubungan antara variabel debit (Q) sebagai sumbu datar dan head (H) sebagai sumbu tegak membentuk hubungan matematik fungsi kuadrat:

$$H = -0,000001 Q^2 - 5076 Q + 45,73$$

Hal ini membuktikan bahwa pompa uji adalah dari jenis pompa non positif. Hubungan antara variabel debit (Q) sebagai sumbu datar dan efisiensi (η) sebagai sumbu tegak membentuk hubungan matematik fungsi kuadrat:

$$\eta = -0,0000001 Q^2 + 66706 Q + 0,635$$

Menggunakan metode turunan pertama diperoleh data untuk efisiensi maksimum bernilai:

$$\begin{aligned} \eta_{\max} &= 78,23 \% \text{ pada debit,} \\ Q &= 0,0215 \text{ m}^3/\text{det} \end{aligned}$$

Data tersebut berfungsi untuk memandu kepada para pengguna pompa uji untuk menghemat biaya operasi pompa.

b. Untuk kurva NPSH Pompa

Hubungan antara variabel temperatur (t) sebagai sumbu datar dan NPSH sebagai sumbu tegak membentuk hubungan matematik fungsi eksponensial:

$$\text{NPSH} = 11,21e^{-0,02 t}$$

Dapat disimpulkan bahwa antara variabel temperatur dan NPSH memiliki hubungan negatif eksponensial. Data tersebut berguna bagi pemakai pompa agar pompa dapat beroperasi secara aman tanpa terjadi kavitasi.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Penelitian sudah dilaksanakan sesuai dengan jadwal dan prosedur yang sudah ditetapkan. Kendala dan hambatan yang terjadi dapat diatasi

sehingga penelitian ini menghasilkan luaran yang diharapkan. yaitu:

- Hubungan antara variabel debit (Q) sebagai sumbu datar dan head (H) sebagai sumbu tegak membentuk hubungan matematik fungsi kuadrat: $H = -0,000001 Q^2 - 5076 Q + 45,73$. Hubungan ini bermanfaat untuk merancang instalasi perpipaan.
- Hubungan antara variabel debit (Q) sebagai sumbu datar dan efisiensi (η) sebagai sumbu tegak membentuk hubungan matematik fungsi kuadrat: $\eta = -0,0000001 Q^2 + 66706 Q + 0,635$. Hubungan ini berguna untuk menghitung pemakaian energi listrik ketika pompa beroperasi.
- Nilai Efisiensi maksimum $\eta_{\max} = 78,23 \%$ pada debit, $Q = 0,0215 \text{ m}^3/\text{det}$. Data tersebut berfungsi untuk memandu kepada para pengguna pompa uji untuk menghemat biaya operasi pompa.
- Untuk kurva NPSH Pompa Jenis *Slide Channel* tipe P-12/S sebagai fungsi temperatur air (t) $\text{NPSH} = 11,21e^{-0,02 t}$. Hubungan tersebut berguna bagi pemakai pompa agar pompa dapat beroperasi secara aman tanpa terjadi kavitasi.

Saran

Kepada para pembaca, berkaitan dengan pengoperasian pompa jenis *slide chanel P-12/s* penulis memberikan saran, antara lain:

- Pemeriksaan secara rutin pipa *suction*, untuk menghindari kebocoran.
- Sebelum pompa dihidupkan, periksa jumlah air pada bagian *casing*. Jika jumlah air tidak mencukupi lakukan pengisian agar pompa memiliki kemampuan untuk melakukan *self priming*.
- Periksa tegangan listrik yang akan dipakai untuk menghidupkan pompa. Jika tegangan sudah

sesuai dengan *Spsification* pompa dapat dihidupan.

- Jika karena sesuatu dan lain hal pompa dalam kondisi hidup sedangkan air tidak mengalir, maka matikan pompa dengan segera agar tidak terjadi *overheated*

DAFTAR PUSTAKA

Fox. D and Smith, N.,, 1978, *Fundamental Fluid Mechanics*, 6th Edition, John-Willey Publisher, Toronto

Holman,J.P.,alih bahasa Suprpto, 1990, '*Perrpindahan Panas*',edisi 4, Pradnya Paramita, Jakarta

Kent's, 1988, *Mechanical Engineering Handbook*, 5th edition, McGraw-Hill bokk Co, Toronto

Reynolds and Perkins, alih bahasa Harahap.P., dan Silaban P., 1992, '*Termodinamika Teknik*', Penerbit Airlangga, Jakarta

Sularso, 1985, *Prosedur Operasi Perawatan dan Perbaikan Pompa dan Kompresor*, Airlangga, Jakarta

Zuhal, Ir, Msc, 2002, '*Dasar-dasar Tenaga Listrik*', edisi ke-5, Penerbit ITB

Ucapan terima kasih (*Uknowladgment*) Atas terlaksananya kegiatan penelitian ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. DP2M Dikti melalui Dana DIPA Polsri sebagai penyandang dana
2. Institusi Polsri selaku fasilitator Pihak-pihak terkait yang terlibat dalam penelitian ini.

Dokumentasi Penelitian



Foto1. Instalasi Pengujian (Tampak Depan)



Foto 2. Instalsi Pengujian (tampak samping)