

**LAPORAN PENELITIAN  
DANA RUTIN**



**PENGARUH LETAK PIPA ISAP TERHADAP  
EFISIENSI POMPA SENTRIFUGAL**

Oleh :

Janter P. Simanjuntak, ST., MT. (Ketua)  
Drs. Eka Daryanto, MT. (Anggota)  
Dr. Lisyanto, M.Si. (Anggota)  
Ir. Reza Fadhila, MT. (Anggota)  
Drs. Bonaraja Purba (Anggota)

Dibiayai dengan dana Dana Rutin Unimed sesuai dengan kontrak kerja  
Nomor : No. 150 /H33.8/KEP/PL/2008 tanggal 14 April 2008

**JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI MEDAN**

**2008**

## HALAMAN PENGESAHAN

1. Judul Penelitian : **Pengaruh Letak Pipa Isap Terhadap Efisiensi Pompa Sentrifugal**
2. Bidang Penelitian : **Kajian Sains dan Teknologi**
3. Ketua Peneliti
- a. Nama Lengkap : **Janter P. Simanjuntak, ST., MT.**
  - b. Jenis Kelamin : **Laki-laki**
  - c. NIP : **132 232 149**
  - d. Disiplin ilmu : **Teknik**
  - e. Pangkat/Golongan : **Penata Tk I/III/c**
  - f. Jabatan : **Lektor**
  - g. Fakultas/Jurusan : **Teknik/Teknik Mesin**
  - h. Alamat : **Jl. Willem Iskandar Psr. V Medan Estate - Medan**
  - i. Telpon/Faks/E-mail : **061-6613319**
  - j. Alamat Rumah : **Jl. Bunga Ester No. 96 Padang Bulan Medan**
  - k. Telpon/Faks/E-mail : **061- 8217747 /-/ djanterps@gmail.com**
4. Jumlah Anggota Peneliti : **4 orang**
- a. Nama Anggota I : **Drs. Eka Daryanto, MT.**
  - b. Nama Anggota II : **Dr. Lisyanto, M.Si.**
  - c. Anggota III : **Ir. Reza Fadhila, MT.**
  - d. Anggota IV : **Drs. Bonaraja Purba**
5. Lokasi Penelitian : **Workshop Teknik Mesin FT Unimed**
6. Jumlah biaya yang diusulkan : **Rp. 3000.000,-**

Mengetahui  
Dekan,

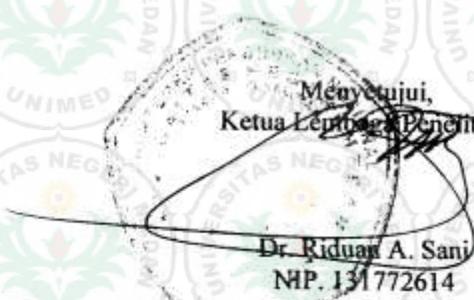
  
Prof. Dr. Abdul Hamid K. M.Pd.  
NIP. 131570419

FT

Medan, Oktober 2008  
Ketua Peneliti,

  
J. P. Simanjuntak, ST., MT.  
NIP. 132232149

Menyetujui,  
Ketua Lembaga Penelitian

  
Dr. Riduan A. Sani  
NIP. 131772614

## RINGKASAN

Tujuan penelitian ini adalah menyelidiki pengaruh peletakan pompa sentrifugal dari permukaan sumber air yang akan dipompakan terhadap efisiensinya. Penempatan pompa sentrifugal boleh saja di bawah ataupun di atas sumber air yang akan dipompakan, namun hal ini akan berpengaruh kepada tinggi tekan (*head*) yang dihasilkan oleh pompa. Tinggi tekan akan sangat mempengaruhi asupan energi yang dibutuhkan oleh elektromotor untuk menghasilkan daya hidrodinamis. Metode yang dilakukan dalam penelitian ini adalah dengan membangun sistem pemipaan dan menempatkan pompa masing-masing di atas dan di bawah sumber air yang akan dipompakan. Diameter nominal pipa isap (*suction pipe*) dan pipa tekan (*discharge pipe*) dari jenis PVC diambil sama yaitu 50 mm dan panjang masing-masing adalah 0,75 dan 1,2 meter. Sistem dibangun dengan menggunakan perangkat lunak *Piping System Fluid Flow software*. Setelah sistem selesai dibangun maka dari katalog yang tersedia pada software, pompa dapat dipilih sesuai dengan jenis pompa yang digunakan pada umumnya. Spesifikasi pompa yang digunakan adalah Euro-HYGIA I/30b 50, diameter impeller 140 mm dan putaran 2900 rpm

Pengujian dilakukan dengan membuat laju aliran yang bervariasi dengan cara membuka katup manual mulai 5 % sampai 100 %. Software akan melakukan simulasi dan iterasi, dan bila iterasi sudah berhenti maka dilakukan pencatatan data. Data yang diperlukan adalah besarnya tekanan yang terbaca pada instrumen pengukur tekanan *pressure gauge* yang ditempatkan pada sisi masuk (*suction pressure*) dan keluar pompa (*discharge pressure*). Data tekanan yang sudah diperoleh digunakan untuk menghitung besarnya tinggi tekan (*head*), kemudian hasil perhitungan tinggi tekan digunakan untuk menggambarkan hasil penelitian dalam bentuk grafik yang disebut kurva karakteristik pompa (*Pumps characteristic curve*)

Dari data dan hasil pengujian yang ditunjukkan melalui kurva karakteristik ternyata tidak ada perbedaan tinggi tekan (*head*) yang signifikan bila pompa ditempatkan di atas maupun di bawah sumber air yang akan dipompakan. Hal ini dapat dijelaskan dari perbedaan tekanan yang terjadi antar tekanan pada sisi masuk dan tekanan pada sisi keluar pompa. Semakin tinggi pompa diletakkan di atas sumber maka tekanan pada sisi hisap akan semakin kecil (vakum), sebaliknya semakin rendah posisi pompa dari permukaan sumber maka tekanan pada sisi hisap akan semakin besar pula, namun secara keseluruhan bahwa perbedaan tekanan ( $\Delta P$ ) pada pompa adalah tetap sama. Jadi besarnya tinggi tekan (*head*) adalah sama untuk kedua kasus.

## PRAKATA

Puji dan syukur kami panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena berkat rahmat dan karunia-Nya kami dapat menyelesaikan penelitian ini dengan baik. Di samping itu, keberhasilan penelitian ini tidak terlepas dari bantuan dan kerjasama yang baik dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini, dengan tulus kami mengungkapkan penghargaan dan terima kasih yang tak terhingga kepada:

1. Rektor Unimed yang telah membiayai penelitian ini melalui Dana-dana Rutin Unimed No. 150 /H33.8/KEP/PL/2008 tanggal 14 April 2008, sehingga penelitian ini dapat dilaksanakan sesuai dengan yang direncanakan.
2. Lembaga Penelitian Unimed yang mengkoordinasi dan melakukan pemantauan terhadap pelaksanaan penelitian ini sehingga dapat berjalan sesuai dengan waktu yang telah ditetapkan.
3. Prof. Dr. Siman, M.Pd. selaku reviewer yang telah banyak memberikan masukan selama penelitian ini dilakukan.
4. Kepada semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu, baik yang terlibat langsung maupun tidak dengan kegiatan penelitian ini.

Akhirnya kami hanya dapat memohon doa kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, semoga jasa baik Bapak/Ibu mendapatkan balasan yang setimpal.

Medan, Oktober 2008

TIM Peneliti

## DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PENGESAHAN .....	i
RINGKASAN .....	ii
PRAKATA .....	iii
DAFTAR ISI .....	iv
DAFTAR GAMBAR .....	v
DAFTAR LAMPIRAN .....	vi
BAB I PENDAHULUAN .....	1
A. Latar Belakang .....	1
B. Perumusan Masalah .....	1
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	3
A. Teori Dasar Pompa Sentrifugal .....	3
B. Letak Pompa .....	5
C. Kurva Karakteristik Pompa Sentrifugal .....	6
D. Efisiensi Pompa Pompa Sentrifugal .....	7
BAB III MAKSUD DAN TUJUAN PENELITIAN .....	9
A. Maksud Penelitian .....	9
B. Tujuan Penelitian .....	9
BAB IV METODE PENELITIAN .....	10
A. Alat Percobaan .....	10
B. Skema Percobaan .....	10
C. Prosedur Percobaan .....	11
D. Variabel Yang Diukur .....	12
E. Tabulasi Data Hasil Percobaan .....	12
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN .....	13
A. HASIL .....	13
B. PEMBAHASAN .....	15
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN .....	17
A. Kesimpulan .....	17
B. Saran .....	17
DAFTAR PUSTAKA .....	18
LAMPIRAN .....	19

## DAFTAR GAMBAR

- Gambar 1            Sketsa dan aliran fluida pada Pompa Sentrifugal
- Gambar 2            Skema Sistem pompa
- Gambar 3            Letak permukaan air di bawah sumbu pompa
- Gambar 4            Letak permukaan air di atas sumbu pompa
- Gambar 5            Kurva karakteristik secara umum sebuah pompa sentrifugal
- Gambar 6            Titik operasi kerja sebuah pompa sentrifugal
- Gambar 7            Susunan komponen penelitian (Kasus A)
- Gambar 8            Susunan komponen penelitian (Kasus B)
- Gambar 9            Grafik kurva karakteristik pompa pada kasus A
- Gambar 10           Grafik kurva karakteristik pompa pada kasus B
- Gambar 11           Kurva titik operasi pompa kasus A
- Gambar 12           Kurva titik operasi pompa kasus B



# BAB I PENDAHULUAN

## A. Latar Belakang

Pompa sentrifugal adalah suatu mesin yang sangat banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari, baik dalam rumah tangga maupun dalam perindustrian. Khusus untuk industri penggunaan pompa ini mungkin dalam jumlah yang banyak. Untuk mengoperasikan pompa ini membutuhkan daya listrik walaupun dalam beberapa hal pompa ini dapat dikopel langsung dengan mesin yang menghasilkan daya poros misalnya motor bakar, turbin dan lain-lain.

Dalam mengoperasikan pompa ini sering diabaikan masalah efisiensi yang sangat erat hubungannya dengan daya listrik yang harus kita suplai ke pompa tersebut apalagi jumlah pompa yang digunakan cukup banyak ataupun kapasitas pompa yang dibutuhkan cukup besar. Umumnya perusahaan pembuat pompa hanya menuliskan spesifikasi pompa sementara informasi karakteristik atau kondisi kerja yang efektif tidak diberikan, sehingga untuk mengetahui kinerja sebuah pompa harus dilakukan pengujian di laboratorium.

Total tinggi tekan pompa (*total head*) dan laju aliran (*flow*) sangat menentukan kriteria pompa dalam aplikasinya, jadi penentuan kriteria pompa bukan didasarkan pada tekanan discharge (*discharge pressure*) karena laju aliran tidak dapat ditentukan berdasarkan tekanan ini. Tekanan discharge sangat tergantung kepada tekanan isap (*suction pressure*) dan tekanan isap ini sangat dipengaruhi oleh penempatan pompa terhadap sumber air. Misalnya untuk laju aliran yang sama tetapi penempatan pompa terhadap sumber berbeda maka tekanan discharge-nya akan berbeda juga. Saat pengoperasian, penempatan pompa relatif terhadap sumber air sangat berpengaruh terhadap karakteristik pompa dimana posisinya dapat ditempatkan diatas ataupun dibawah sumber.

## B. Masalah dan Rumusan Masalah

Untuk rumah tangga yang menggunakan pompa sentrifugal, sering kita terkejut saat membayar tagihan listrik yang membengkak, sementara kita sudah mengusahakan penggunaan arus listrik seminimal mungkin. Bila dicermati kemungkinan besar hal ini disebabkan oleh pompa yang boros daya listrik, dimana saat menggunakan pompa kita kurang memberikan perhatian kepada kapasitas air yang keluar dari kran. Terkadang kita memaksakan air keluar dari satu kran saja sementara daya dan putaran pompa sudah tetap.

Kadang juga pompa sering mengalami kebocoran bila pengoperasiannya seperti yang diuraikan di atas dan kita akan selalu dipusingkan oleh masalah ini pada hal kita sudah mengganti seal-seal pompa tersebut dan akhirnya pergantian pompa tidak terelakkan lagi, yang tentu saja akan menambah pengeluaran yang seharusnya tidak perlu.

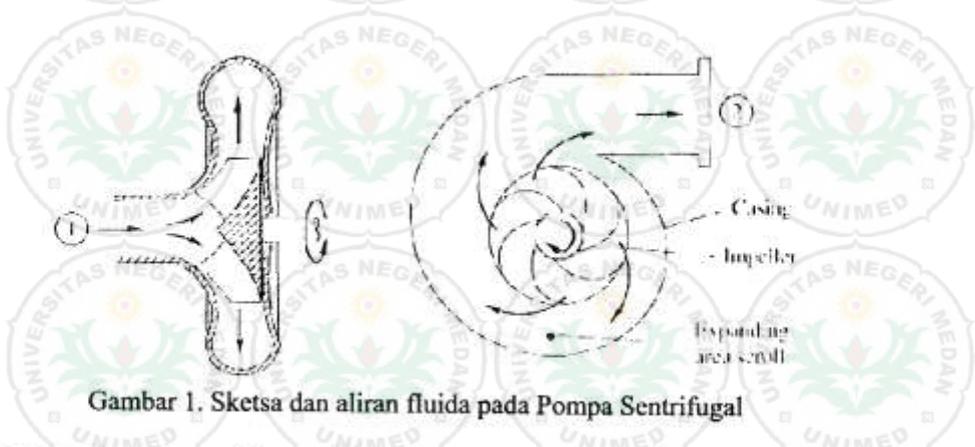
Berdasarkan permasalahan yang telah diuraikan diatas maka salah satu faktor yang harus diperhatikan saat membuat instalasi pompa adalah bahwa kita harus memperhitungkan letak pompa dari posisi sumber air dan juga pemilihan pompa didasarkan pada head total dan laju aliran yang diinginkan. Walaupun kriteria pompa dalam aplikasinya tidak didasarkan pada tekanan discharge-nya perlu dilakukan percobaan untuk mengetahui sejauh mana pengaruh penempatan pipa isap relatif terhadap sumbu pompa terhadap hal-hal berikut:

1. Perubahan terhadap tekanan discharge
2. Perubahan terhadap kurva karakteristik pompa
3. Perubahan terhadap efisiensi pompa
4. Perubahan terhadap kapasitas aliran
5. Perubahan terhadap titik operasional (*duty point*)

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

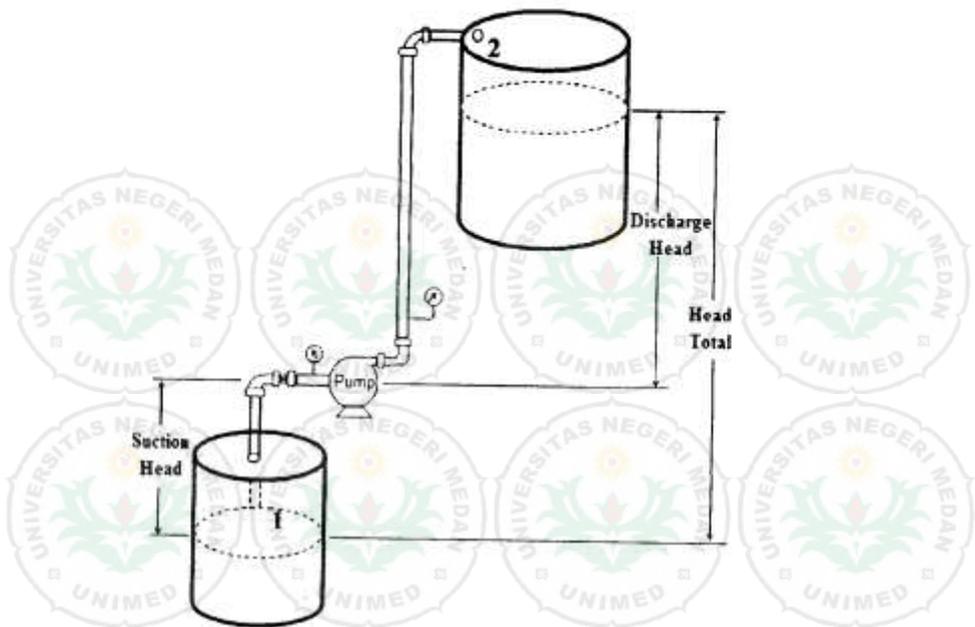
### A. Teori Dasar Pompa Sentrifugal

Pompa sentrifugal adalah suatu mesin yang memberikan energi kepada suatu fluida inkompresibel sehingga fluida tersebut bergerak naik ke ketinggian tertentu. Mesin menggunakan percepatan, bukan gaya sentrifugal untuk mengubah energi mekanik melalui putaran impeller menjadi energi hidrolis (*hydraulic energy*) dalam bentuk kecepatan atau energi kinetik fluida, selanjutnya menjadi energi tekanan. Dengan kata lain bahwa pompa tidak menciptakan tekanan, hanya memberi aliran. Tekanan hanyalah indikasi dari jumlah tahanan yang diberikan oleh sistem kepada aliran. Semua bentuk energi yang terlibat dalam aliran fluida dinyatakan dalam tinggi kolom cairan yang disebut dengan tinggi tekan (*head*). Berikut ini adalah gambar sketsa sebuah pompa sentrifugal dengan bagian-bagian utamanya.



Gambar 1. Sketsa dan aliran fluida pada Pompa Sentrifugal

Tekanan diperlukan untuk menghisap maupun memompa cairan melewati sistem pada debit aliran tertentu. Tekanan pada sisi 1 (*suction*) harus vakum atau sering disebut tekanan hisap, sedangkan pada sisi 2 (*discharge*) adalah tekanan positif seperti yang ditunjukkan pada gambar 1. Tekanan ini harus cukup tinggi untuk mengatasi tahanan sistem, yang juga disebut "*head*". *Head* total merupakan jumlah dari *head* statik ( $H_s$ ), *head* gesekan ( $H_f$ ) dan *head* tekanan penguapan ( $H_{pv}$ ). *Head* statik merupakan perbedaan tinggi antara sumber dan tujuan dari cairan yang dipompa seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.



Gambar 2. Skema Sistem Pompa

Head statis terdiri dari *head* hisapan statis ( $h_s$ ) yang dihasilkan dari pengangkatan cairan relatif terhadap garis pusat pompa,  $h_s$  bernilai positif jika ketinggian cairan diatas garis pusat pompa, dan negative jika ketinggian cairan berada dibawah garis pusat pompa (juga disebut “pengangkat hisapan”). *Head* pembuangan statis ( $h_d$ ) yaitu jarak vertikal antara garis pusat pompa dan permukaan cairan dalam tangki tujuan.

Dengan asumsi aliran adalah stedi maka persamaan Bernoulli dapat diterapkan dari titik 1 ke titik 2 pada gambar 2 diatas sebagai berikut.

$$\frac{P_1}{\rho g} + \frac{V_1^2}{2g} + Z_1 + H = \frac{P_2}{\rho g} + \frac{V_2^2}{2g} + Z_2 + h_f \quad [1]$$

$$H = \left( \frac{P}{\rho g} + \frac{V^2}{2g} + Z \right)_2 - \left( \frac{P}{\rho g} + \frac{V^2}{2g} \right)_1 = h_s - h_f \quad [2]$$

Bila kerugian gesekan sepanjang sistem diabaikan maka

$$H = \left( \frac{P}{\rho g} \right)_2 - \left( \frac{P}{\rho g} \right)_1 = \left( \frac{P_2 - P_1}{\rho} \right) = \frac{\Delta P}{\rho g} \quad [3]$$

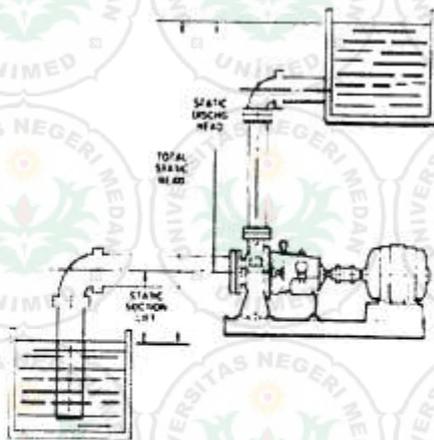
Keluaran pompa atau daya hidrolis ( $hp$ ) yang dikirimkan oleh pompa/impeller ke air dapat dihitung sebagai berikut:

$$\text{Daya hidrolis } (h_p) = \frac{Q \times H \times \rho \times g}{1000} \quad [4]$$

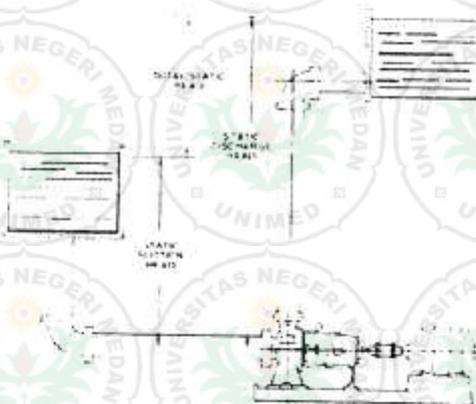
dimana  $p$  adalah tekanan,  $\rho$  adalah massa jenis fluida,  $V$  adalah kecepatan aliran fluida,  $g$  adalah percepatan gravitasi bumi,  $Q$  adalah debit aliran ( $\text{m}^3/\text{det}$ ),  $H$  adalah tinggi tekan total ( $h_s + h_d$ ) dalam satuan meter.

### B. Letak Pompa

Dalam penggunaan pompa sering dihadapkan pada persoalan tempat untuk mendudukan pompa, hal ini tergantung kepada situasi yang terjadi di lapangan. Gambar berikut menunjukkan posisi mendudukan pompa relatif terhadap sumbu pompa (*centreline of pump*)



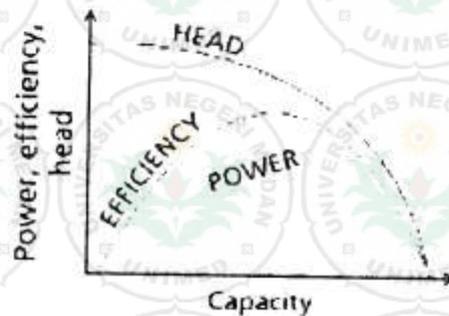
Gambar 3. Letak permukaan air di bawah sumbu pompa



Gambar 4. Letak permukaan air di atas sumbu pompa

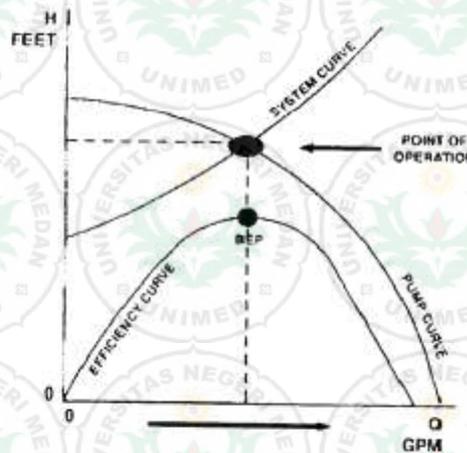
### C. Kurva Karakteristik Pompa

Daya guna (*performance*) sebuah pompa sentrifugal dapat ditunjukkan secara grafik pada kurva karakteristik pompa (*pumps characteritic curve*). Tipikal kurva karakteristik menunjukkan total head, daya masukan (*brake horse power*), *efficiency*, dan *net positive suction head* (NPSH) yang di formulasi (*plotted*) dalam jangkauan kapasitas aliran pompa yang dapat dilihat pada gambar 5 berikut ini.



Gambar 5. Kurva karakteristik secara umum sebuah pompa sentrifugal

Setiap pompa sentrifugal dirancang agar beroperasi se-optimal mungkin dan dalam kurva karakteristik bahwa titik operasi kerja pompa yang sering disebut dengan *operations point* dimana kurva head pompa dan kurva sistem bertemu pada satu titik operasi dan pada saat itu efisiensi pompa sudah maksimum seperti yang ditunjukkan pada gambar berikut ini.



Gambar 6. Titik operasi kerja sebuah pompa sentrifugal

#### D. Efisiensi Pompa

Efisiensi sebuah mesin didasarkan kepada besarnya energi yang dapat diubah menjadi bentuk energi yang lain. Untuk pompa sentrifugal, efisiensi atau kinerja dapat dilihat dari kurva karakteristiknya. Efisiensi menyeluruh sebuah pompa sentrifugal adalah perbandingan (*ratio*) energi hydraulic sebagai keluaran (*output*) dan energi masukan (*input*) dan dinyatakan dengan,

$$\eta_p = \frac{P_w}{P_s} \quad [5]$$

dimana  $\eta_p$  adalah efisiensi pompa,  $P_w$  adalah energi hydraulic atau daya yang diberikan ke air oleh sudu-sudu yang berputar (*impeller*), dan  $P_s$  adalah daya yang diberikan oleh elektromotor ke poros pompa (*input power*).

Energi hidraulik ditentukan dengan,

$$P_w = \frac{Q \times H \times GR}{6128} \quad [6]$$

jadi

$$\eta_p = \frac{Q \times H \times GR}{6128 \times P_s} \quad [7]$$

dimana

Q = debit aliran dalam L/men

H = adalah tinggi tekan (*head*) dalam meter

GR = gravitasi jenis air

Input power ( $P_s$ ) dapat diukur dengan menggunakan dinamometer, yaitu :

$$P_s = \tau \omega \quad [8]$$

atau

$$P_s = \frac{M g R}{\frac{2\pi N}{60}} \quad [9]$$

dimana :

$\tau$  = Torsi electromotor (Nm)

$\omega$  = Kecepatan sudut (rad/det)

M = Beban yang digunakan untuk membalancing torsi (N)

R = Panjang lengan torsi (m)

N = Putaran pompa (rpm)

g = percepatan gravitasi bumi ( $m/det^2$ )

Persamaan [8] dan [9] digunakan untuk memperoleh *input power* bila pengujian dilakukan dengan menggunakan alat ukur dinamometer, sedangkan bila saat pengujian, data tegangan dan kuat arus diperoleh maka untuk menghitung *input power* adalah dengan menggunakan persamaan:

$$P_s = \eta_{motor} \sqrt{3} (PF) EI \quad [10]$$

dimana

$\eta_{motor}$  = efisiensi motor listrik

PF = faktor daya

E = tegangan listrik

I = kuat arus listrik.

Untuk pompa dengan putaran konstan sementara untuk percobaan dibutuhkan variasi kecepatan maka dapat dilakukan koreksi terhadap putaran pompa dengan persamaan :

$$Q_2 = Q_1 \left( \frac{N_2}{N_1} \right) \quad [11]$$

dimana

$N_1$  = putaran spesifikasi pompa

$N_2$  = putaran pompa yang diinginkan

$Q_1$  = debit aliran spesifikasi

$Q_2$  = debit aliran koreksi putaran

### BAB III

## TUJUAN PENELITIAN

Berdasarkan uraian-uraian diatas, maka maksud dan tujuan dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut:

#### A. Maksud penelitian

1. Dapat memberikan kontribusi pada bidang rekayasa sebagai aplikasi cabang ilmu mekanika fluida
2. Mengoptimalkan posisi pompa relatif terhadap sumber untuk mendapatkan efisiensi yang lebih baik
3. Memberikan kontribusi saat merancang dan membangun sistem pengujian pompa untuk aktifitas penelitian-penelitian dilaboratorium mekanika fluida

#### B. Tujuan penelitian

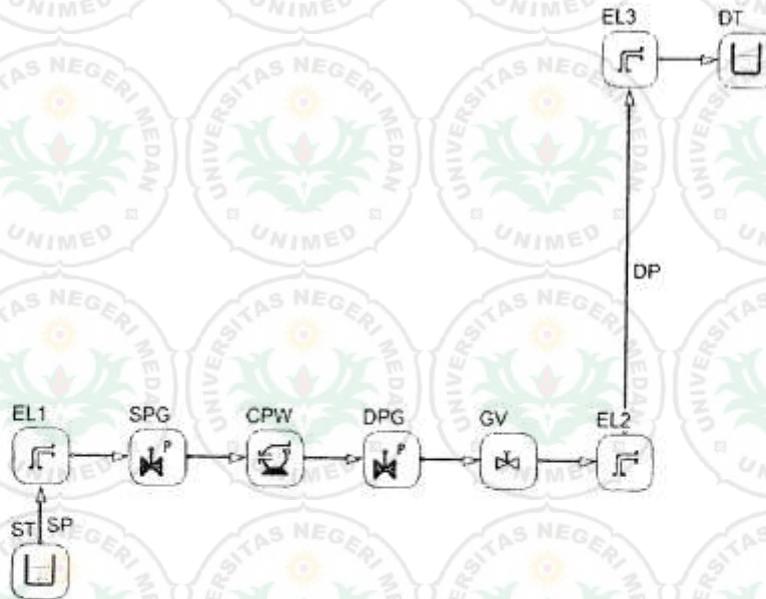
1. Melakukan pengujian terhadap pompa untuk mendapatkan kurva karakteristik pompa yang dioperasikan pada dua posisi penempatan pompa relatif terhadap sumber, yaitu di atas garis sumbu pompa dan di bawah garis sumbu pompa
2. Mengetahui pengaruh peletakan pompa pada dua posisi yang berbeda terhadap tinggi tekan (*head*) yang sangat berpengaruh terhadap kinerja pompa
3. Membandingkan performansi pompa atas kedua posisi penempatannya
4. Mendapatkan posisi penempatan pompa yang optimal saat dioperasikan

## BAB IV METODE PENELITIAN

### A. Alat Percobaan

Untuk melakukan percobaan dibutuhkan beberapa alat-alat sebagai berikut : Pompa sentrifugal putaran tetap, Manometer dan Flowmeter.

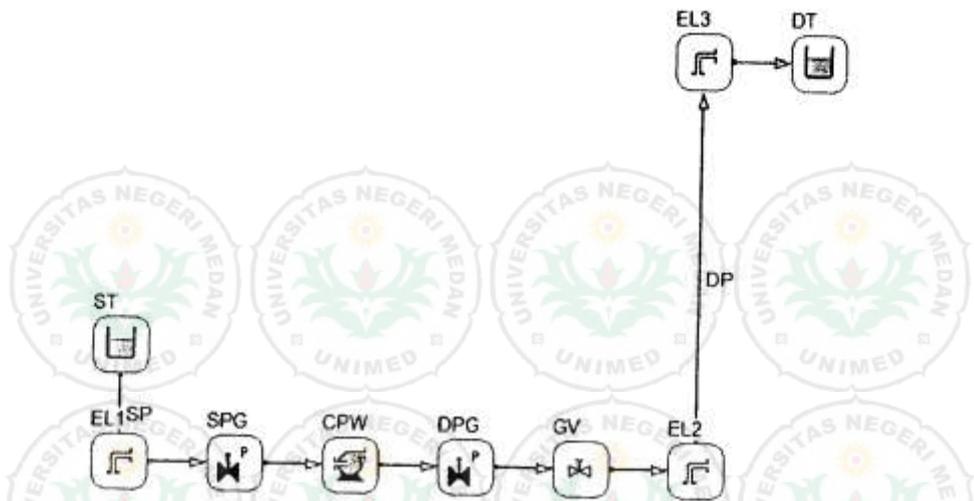
### B. Skema Percobaan



Gambar 7. Letak permukaan air di bawah sumbu pompa (Kasus A)

Keterangan gambar :

- ST = Source tank (tangki sumber)
- SP = Suction pipe (pipa isap)
- EL = Elbow
- SPG = Suction pressure gauge
- CWP = Clean water pump
- DPG = Discharge pressure gauge
- GV = Gate valve
- DP = Discharge pipe
- DT = Delivery tank



Gambar 8. Letak permukaan air di atas sumbu pompa (Kasus B)

Keterangan gambar :

- ST = Source tank (tangki sumber)
- SP = Suction pipe (pipa isap)
- EL = Elbow
- SPG = Suction pressure gauge
- CWP = Clean water pump
- DPG = Discharge pressure gauge
- GV = Gate valve
- DP = Discharge pipe
- DT = Delivery tank

### C. Prosedur Percobaan

Percobaan dilaksanakan dengan melakukan simulasi pada *Piping System Fluid Flow Software*. Dengan menggunakan software ini sistem pemompaan yang ditinjau (Kasus A dan B) dapat dibangun. Pompa dan sistem pemipaan dibangun sesuai dengan metode percobaan. Laju aliran air (*volume flowrate*) diatur secara manual dengan menggunakan katup kontrol (*Flow control*), dan di-set untuk debit aliran sama dengan nol atau disebut *shut of* dimana pada keadaan ini pompa berputar normal tetapi tidak ada aliran, keadaan ini menunjukkan head pompa yang maksimum. Untuk keadaan laju aliran berikutnya diatur dengan membuka katup pengatur aliran sesuai dengan laju aliran yang dibutuhkan. Percobaan diulangi untuk debit aliran yang semakin tinggi dan data tekanan isap dan buang dicatat, begitu seterusnya

hingga debit aliran percobaan yang terakhir. Hal yang sangat penting adalah bahwa pengambilan data dilakukan saat aliran sudah stedi.

#### D. Variabel Yang Diukur

Variabel yang diukur dalam percobaan ini adalah tekanan isap dan tekanan buang dari pompa. Sedangkan variabel ubahannya adalah kapasitas aliran air yang melalui sistem yang diatur dengan menggunakan katup kontrol manual. Pengukuran dilakukan dengan menempatkan manometer pada sisi masuk dan sisi keluar dari pompa. Software akan melakukan iterasi sampai ratusan kali untuk mendapatkan nilai yang sesuai. Nilai akhir simulasi inilah yang dijadikan sebagai data penelitian untuk diolah kemudian.

#### E. Tabulasi Data Hasil Percobaan

Hasil pengukuran terhadap tekanan isap dan tekanan buang selama percobaan/simulasi yang dilakukan terhadap kedua kasus ditampilkan dalam tabel berikut ini.

Tabel 1. Data percobaan Pompa (Kasus A)

Valve Open (%)	Debit (L/men)	Tek isap (m H <sub>2</sub> O)	Tek buang (m H <sub>2</sub> O)	Daya pompa (kW)
0	0	-45,575	668,375	4,128
5	128,244	-47,274	673,141	4,477
15	185,569	-50,223	659,138	4,874
25	275,172	-56,909	621,514	5,651
35	399,030	-70,275	537,482	6,726
45	523,397	-88,471	420,182	7,267
55	607,474	-103,464	324,112	7,399
75	713,338	-125,957	140,137	8,873
100	732,671	-129,795	152,288	9,758

Tabel 2. Data percobaan Pompa (Kasus B)

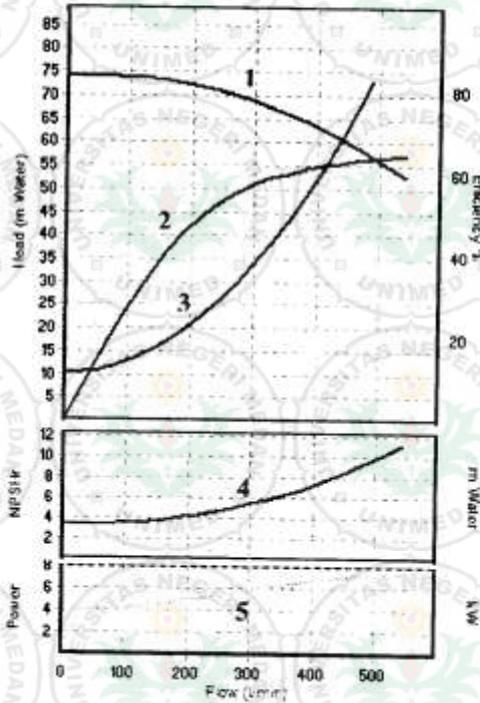
Valve open (%)	Debit (L/men)	Tek isap (m H <sub>2</sub> O)	Tek buang (m H <sub>2</sub> O)	Daya pompa (kW)
0	0	10,325	730,254	4,218
5	133,917	10,060	729,675	4,512
15	193,630	6,858	714,140	4,938
25	286,672	-0,370	672,823	5,758
35	381,107	-119,271	600,633	6,592
45	381,107	-364,919	254,906	6,592
55	381,107	-452,248	167,577	6,592
75	381,107	-522,728	97,097	6,592
100	381,107	-531,448	88,377	6,592

\* Shut off position adalah keadaan tidak ada aliran saat pompa sedang beroperasi yang menyatakan *maximum pump head*

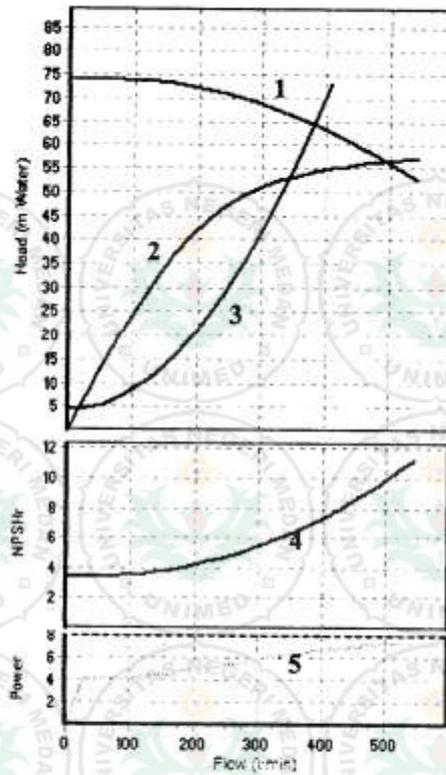
## BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Hasil Penelitian

Dari hasil perhitungan dan pengolahan data maka hasil penelitian dapat dilihat seperti yang ditunjukkan pada grafik-grafik berikut ini.



Gambar 9. Grafik kurva karakteristik pompa pada kasus A



Gambar 10. Grafik kurva karakteristik pompa pada kasus B

Keterangan :

- Kurva 1 menunjukkan head total pompa
- Kurva 2 menunjukkan efisiensi
- Kurva 3 menunjukkan head sistem
- Kurva 4 menunjukkan NPSHr
- Kurva 5 menunjukkan daya pompa

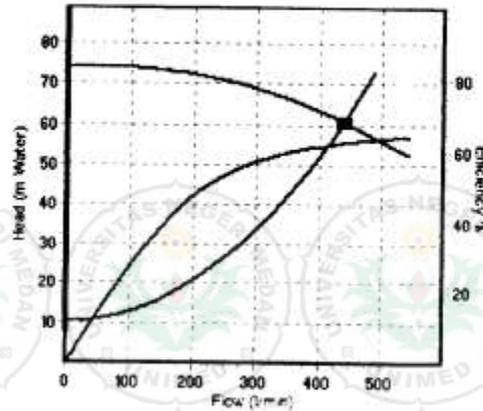
## B. Pembahasan

Dari data dan hasil penghitungan yang ditunjukkan melalui kurva karakteristik (*characteristic curve*) ternyata tidak ada perbedaan tinggi tekan (*head*) yang signifikan bila pompa ditempatkan di atas maupun di bawah sumber air yang akan dipompakan. Hal ini dapat dijelaskan dari perbedaan tekanan yang terjadi antara tekanan pada sisi masuk dan tekanan pada sisi keluar pompa. Semakin tinggi pompa diletakkan di atas sumber maka tekanan pada sisi hisap akan semakin kecil (vakum), sebaliknya semakin rendah posisi pompa dari permukaan sumber maka tekanan pada sisi hisap akan semakin besar pula, namun secara keseluruhan bahwa perbedaan tekanan ( $\Delta P$ ) pada pompa adalah tetap sama. Jadi besarnya tinggi tekan (*head*) adalah sama untuk kedua kasus.

Untuk nilai awal (*starting point*) kurva sistem akan berbeda. Perbedaan ini tentu saja disebabkan oleh sistem pemipaan yang berbeda antara kasus A dengan kasus B. Kurva sistem akan dimulai dari selisih nilai tinggi permukaan air tujuan dan tinggi permukaan air sumber relatif terhadap garis acuan (*datum*) yang disebut dengan tinggi angkat atau head statis. Kurva sistem dibentuk oleh head statis dan head dinamis. Head dinamis adalah head yang timbul karena pengaruh laluan (*pipng system*) yang disebut dengan rugi-rugi tekanan (*head losses*) sepanjang laluan.

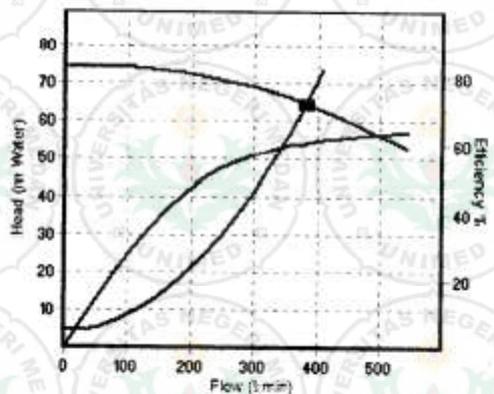
Untuk pembukaan katup kontrol aliran (GV) yang sama terdapat perbedaan besarnya kapasitas aliran pada kedua kasus, dimana kapasitas aliran lebih besar pada kasus B dibandingkan dengan kasus A. Demikian juga halnya dengan besarnya efisiensi dan konsumsi daya, pada kedua kasus terdapat sedikit perbedaan, dimana daya yang dibutuhkan untuk kasus B sedikit lebih besar dibandingkan kasus A.

Dari data percobaan dapat dilihat bahwa pompa pada kasus A efektif sampai pembukaan katup sebesar 48 %, hal ini dapat dilihat pada gambar 11 yaitu grafik yang menunjukkan titik operasional pompa. Pompa pada kasus A beroperasi dengan baik pada jangkauan bukaan katup 31 sampai 48 persen seperti yang ditunjukkan oleh titik operasionalnya, pada saat itu efisiensi pompa berada pada jangkauan 59,7 sampai 64 persen, konsumsi daya 6,3 sampai 7,3 kilo watt, serta jangkauan kapasitas 346 sampai 533 liter per menit. Diluar dari yang telah disebutkan di atas maka operasional pompa belum atau menjadi tidak efektif atau pompa beroperasi diluar kurva karakteristik.



Gambar 11. Duty point untuk kasus A (31-48%)

Berbeda dengan pompa pada kasus B, dimana bukaan katup manual hanya efektif sampai 33 %, hal ini dapat dilihat pada gambar 12 yaitu grafik yang menunjukkan titik operasional pompa. Pompa pada kasus B beroperasi dengan baik pada jangkauan bukaan katup 28 sampai 33 persen seperti yang ditunjukkan oleh titik operasionalnya, pada saat itu efisiensi pompa berada pada jangkauan 58,6 sampai 60,9 persen, konsumsi daya 6,1 sampai 6,6 kilo watt, serta jangkauan kapasitas 332 sampai 381 liter per menit. Diluar dari yang telah disebutkan di atas maka operasional pompa belum atau menjadi tidak efektif atau pompa beroperasi diluar kurva karakteristik. Salah satu yang paling menarik dari penelitian ini adalah bahwa sistem pemipaan seperti pada kasus B menyebabkan pompa hanya efektif pada bukaan katup manual sampai 33 % dan walaupun bukaan katup ditambah lagi namun kapasitas aliran tidak bertambah lagi.



Gambar 12. Duty point untuk kasus B (28-33%)

## BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

### A. Kesimpulan

1. Tekanan discharge tergantung pada letak pompa
2. Besarnya tinggi tekan (*head*) tidak dipengaruhi oleh letak pompa
3. Efisiensi dipengaruhi oleh penempatan pompa
4. Kapasitas aliran dipengaruhi oleh penempatan pompa
5. Untuk pompa yang diletakkan di bawah permukaan sumber akan lebih cepat untuk mencapai titik operasionalnya
6. Secara keseluruhan bahwa sistem pemipaan dan penempatan pompa seperti pada kasus B adalah lebih hemat energi dibandingkan dengan sistem pemipaan dan penempatan pompa pada kasus A

### B. Saran

1. Untuk meningkatkan mutu pembelajaran khususnya materi pompa sebagai salah satu aplikasi mata kuliah mekanika fluida, maka sangat penting untuk memiliki perangkat lunak (*softwares*) yang dapat membantu dalam hal simulasi apabila peralatan pengujian di laboratorium belum tersedia.
2. Program-program yang dapat digunakan untuk melakukan simulasi dapat di browsing di internet, namun bila beruntung kita akan memperoleh program yang sifatnya terbatas (*limited editions*) atau yang sering disebut *trial version*, dan untuk mendapatkan program yang *unlimited* maka kita harus mengeluarkan uang yang lumayan banyak.
3. Pengadaan *softwares* sesungguhnya ada pada pundak para peneliti dan dapat dilakukan dengan cara meningkatkan volume proposal penelitian yang mengarah kesana serta membuat pelatihan-pelatihan kepada mahasiswa melalui program kegiatan mahasiswa, mudah-mudahan Institusi menanggapi dan mengucurkan yang memadai
4. Perlu penelitian lanjutan untuk mengetahui permasalahan yang menyebabkan pompa tidak dapat beroperasi pada bukaan katup penuh untuk kedua kasus.

## DAFTAR PUSTAKA

- Jacques Chaurette p. Eng. 2003, *Pump System Analysys and Sizing*, Fluid Design Inc, Ohio
- Jacques Chaurette p. Eng. 2003, *Pump Performance Measurements*, Fluid Design Inc, Ohio
- Larry bachus and Angel Custodia, 2003, *Know and Understand Centrifugal Pumps*, Oxford, UK.
- Lev Nelik, 1999, *Centrifugal and Rotary Pumps Fundamentals With Applications*, Washington, D.C.
- Olson R.m., and Wright S. J., 1993, *Dasar-Dasar Mekanika Fluida Teknik*, Terjemahan Alex Tri Kantjono Widodo, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta, hal. 326-374
- Robert W. Fox, and Alan T. McDonald, *Introduction to Fluid Mechanics*, 4<sup>th</sup> ed., Wiley, New York, 1994.
- S. Y. Suprpto, Analisa Diagnostik Pompa, Jurnal Poros Vol. 1 No. 2 Jur . Teknik Mesin UNTAR, Juni 1998
- Streeter, V.L., Benjamin Wylie, E. and Bedford, K. W., *Fluid Mechanics*, 9<sup>th</sup> Edition, McGraw-Hill, 1998.
- White, F.M., *Fluid Mechanics*, 5<sup>th</sup> Edition, McGraw-Hill, 2005
- Zulkifli Harahap, *Pompa dan Blower Sentrifugal*, Erlangga, Jakarta, 1994

DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL  
UNIVERSITAS NEGERI MEDAN  
( STATE UNIVERSITY OF MEDAN )  
LEMBAGA PENELITIAN  
( RESEARCH INSTITUTE )

Jl. W. Iskandar Psr. V-kotak Pos No.1589 – Medan 20221 Telp. (061) 6636757, 6614002, 6613319,  
e-mail: penelitian.unimed@gmail.com; penelitian\_unimed@yahoo.com

**SURAT PERJANJIAN KERJA**  
**No. 150/H33.8/KEP/PL/2008**

Pada hari ini Serin tanggal empat belas bulan April tahun dua ribu delapan, kami yang bertanda tangan di bawah ini:

1. **Dr. Kidwan A. Sani, M.Si** :Ketua Lembaga Penelitian Universitas Negeri Medan, dan atas nama Rektor Unimed, dan dalam perjanjian ini disebut **PIHAK PERTAMA**.
2. **Janter P. Simanjuntak, ST, MT** :Dosen F<sup>7</sup> bertindak sebagai Peneliti/Ketua pelaksana penelitian, selanjutnya disebut **PIHAK KEDUA**.

Kedua belah pihak secara bersama-sama telah sepakat mengadakan Surat Perjanjian Kerja (SPK) untuk melakukan penelitian sebagai berikut :

**Pasal 1**

Berdasarkan SK Rektor tanggal 29 April 2008 Nomor : 0132A/H33.11/KU/2008 dan SPiMK Pejabat Komitmen 5584 Unimed, tanggal 29 April 2008 Nomor : 037A/H33.11/KU/2008, **PIHAK PERTAMA** memberi tugas kepada **PIHAK KEDUA** dan **PIHAK KEDUA** menerima tugas tersebut untuk melaksanakan/mengkoordinasi pelaksanaan penelitian Dana Rutin, berjudul :

**"Pengaruh Letak Pipa Isap Terhadap Efisiensi Pompa Sentrifugal"**

Yang berada di bawah tanggung jawab yang diketahui oleh : **PIHAK KEDUA** dengan masa kerja 6 (enam) bulan, terhitung sejak SPK ini ditanda tangani.

**Pasal 2**

1. **PIHAK PERTAMA** memberikan dana penelitian tersebut pada pasal 1 sebesar Rp. 3.000.000,- (Tiga juta rupiah) yang diberikan secara bertahap.
2. Tahap pertama sebesar 70% yaitu Rp. 2.100.000,- (Dua juta seratus ribu rupiah) dibayarkan sewaktu Surat Perjanjian Kerja ini ditandatangani oleh kedua belah pihak.
3. Tahap kedua sebesar 30% yaitu Rp. 900.000,- (Sembilan ratus ribu rupiah) dibayarkan setelah **PIHAK KEDUA** menyerahkan laporan hasil penelitian kepada **PIHAK PERTAMA**.

**Pasal 3**

1. **PIHAK KEDUA** mengajukan/menyerahkan rincian anggaran biaya (RAB) pelaksanaan penelitian sesuai dengan besarnya dana penelitian yang telah disetujui oleh Rektor Unimed dan pengalokasian dana mengikuti peraturan yang berlaku.
2. Semua kewajiban yang berkaitan dengan pengelolaan keuangan dan aset Negara termasuk kewajiban memungut dan menyetorkan pajak dibebankan kepada **PIHAK KEDUA**.

#### Pasal 4

1. PIHAK KEDUA harus menyelesaikan penelitian serta menyerahkan sebanyak 8 (delapan) eksemplar laporan hasil penelitian Dana rutin kepada PIHAK PERTAMA sebagaimana yang dimaksud dalam pasal 1 (selambat-lambatnya 17 Oktober 2008) dan 2 (dua) buah naskah artikel ilmiah hasil penelitian dalam bentuk "Hard Copy" disertai dengan file (Soft copy) dalam 1 (satu) buah Compact Disk (CD).
2. Sebelum laporan akhir penelitian diselesaikan, PIHAK KEDUA melakukan diseminasi hasil penelitiannya melalui forum yang dikoordinasikan oleh Lembaga Penelitian UNIMED yang pembiayaannya dibebankan kepada PIHAK KEDUA.
3. Bahan Seminar dimaksudkan pada ayat (2) disampaikan ke Lembaga Penelitian Unimed sebanyak 5 (lima) eksemplar, diketik satu setengah spasi ukuran kuarto, disertai file elektronik dalam format MICROSOFT WORD.
4. Bukti Pengeluaran keuangan menjadi arsip pada PIHAK KEDUA atau PIHAK LAIN yang berkepentingan sesuai dengan peraturan yang berlaku.

#### Pasal 5

1. PIHAK KEDUA harus mengirim laporan penelitian dimaksud dalam pasal 3.1 kepada :
  - 1.1. PIHAK KEDUA menyerahkan laporan kepada pihak pertama sebanyak 8 eksemplar
  - 1.2. PIHAK KEDUA memberikan hasil laporan kepada anggota-anggota peneliti.
  - 1.3. PIHAK PERTAMA menyerahkan laporan kepada pejabat pembuat Komitmen 5584 sebanyak 3 eksemplar.
  - 1.4. PIHAK PERTAMA menyerahkan laporan kepada Dekan Fakultas 2 eksemplar.
  - 1.5. PIHAK PERTAMA menyerahkan laporan kepada perpustakaan Unimed sebanyak 2 eksemplar.
  - 1.6. PIHAK PERTAMA mengarsipkan laporan sebanyak 1 eksemplar.

#### Pasal 6

Laporan hasil penelitian yang tersebut dalam pasal 3 harus memenuhi ketentuan sbb:

- a. Bentuk kuarto
- b. Warna kulit biru tua
- c. Sampul kertas jeruk
- d. Dibagian bawah kulit depan ditulis dibiayai dengan dana dana Rutin Unimed sesuai dengan kontrak kerja Nomor : No. 150 /H33.8/KEP/PL/2008 tanggal 14 April 2008.

#### Pasal 7

Keterlambatan PIHAK KEDUA dalam menyelesaikan penelitian ini dikenakan denda 1% perhari, dengan maksimum denda 5% dari kontrak, denda tersebut diserahkan kepada PIHAK PERTAMA.

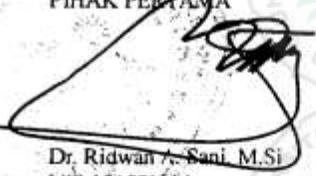
#### Pasal 8

Hak cipta penelitian tersebut pada PIHAK KEDUA, sedangkan untuk penggandaan dan penyebaran laporan hasil penelitian berada dalam PIHAK PERTAMA.

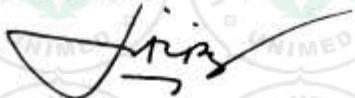
#### Pasal 9

Surat perjanjian kerja ini dibuat rangkap 5 (lima) satu rangkap untuk PIHAK PERTAMA satu rangkap untuk PIHAK KEDUA, dan selainnya bagi pihak yang berkepentingan untuk diketahui. Hal-hal yang belum diatur dalam surat perjanjian kerja ini akan ditentukan kemudian oleh kedua belah pihak.

PIHAK PERTAMA

  
Dr. Ridwan A. Sani, M.Si  
NIP 131722614

PIHAK KEDUA

  
Janter P. Simanjuntak, ST, MT  
NIP. 132232149