

**RANCANG BANGUN ALAT SIMULASI POMPA
HUBUNGAN SERI DAN PARALEL**



TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Ahli Madya

ARIS NUGROHO

21050110060038

PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS DIPONEGORO

SEMARANG

2014

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh :

NAMA : Aris Nugroho

NIM : 21050110060038

Program Studi : Diploma III Teknik Mesin

Judul Tugas Akhir : Rancang Bangun Alat Simulasi Pompa Hubungan Seri
dan Paralel

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Ahlimadya (Amd) pada Program Studi Diploma III Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.

TIM PENGUJI

Pembimbing I : Ir. Rahmat ()

Pembimbing II : Drs. Sutrisno, MT ()

Penguji : Drs. Juli Mrihardjono, MT ()

Semarang, 13 Febuari 2014

PSD III Teknik Mesin

Ketua,

Ir. Sutomo, M.Si

NIP. 195203211987031001

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun yang dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar.**

NAMA : Aris Nugroho
NIM : 21050110060038
Tanda Tangan :
Tanggal : 13 Febuari 2014

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademika Universitas Diponegoro, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Aris Nugroho
NIM : 21050110060038
Program Studi : Diploma III Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Jenis Karya : Tugas akhir

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Diponegoro **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*None-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul “**Rancang Bangun Alat Simulasi Hubungan Seri Dan Paralel**” beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti/Noneksklusif ini Universitas Diponegoro berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Semarang
Pada Tanggal : 13 Febuari 2014

Yang menyatakan

Aris Nugroho
NIM 21050110060038

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

“..... Ambisus itu perlu tapi dalam hal yang positif, tanpa ambisi mustahil keinginan dan cita – cita tercapai.....”

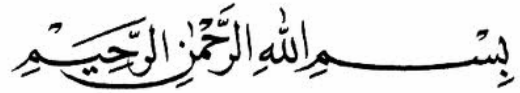
By : Rasta

Dengan mengucapkan syukur Alhamdulillah, kupersembahkan karya kecilku ini untuk orang-orang yang kusayangi :

1. Ibu, Bapak dan Adik, terima kasih untuk kesabaran dan doa yang tak pernah putus, semua pengorbanan serta kasih sayang yang tak kan mungkin tergantikan.
2. Teman-teman saya GEAR 2010 (Teknik Mesin 2010), teman-teman seangkatan, adik-adik kelas maupun kakak-kakak kelas saya di DIII Teknik mesin, Fakultas Teknik maupun teman-teman Universitas lain yang telah memberi masukan dan arahan. Terima kasih atas segala bantuan baik materi dan spiritualnya yang telah mengisi hari-hari kuliah maupun hari-hari begadang hingga pada akhirnya terselesaikan tugas akhir ini.
Terimakasih banyak.

1.

KATA PENGANTAR



Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas segala rahmat serta karunia-Nya sehingga kami dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul “Rancang Bangun Alat Simulasi Hubungan seri dan Paralel”.

Tugas akhir wajib ditempuh oleh mahasiswa PSD III Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan jenjang ahli madya. Selain itu pembuatan tugas akhir ini juga bertujuan untuk mengembangkan wawasan, menambah pengetahuan yang berhubungan dengan fluida dan mengembangkan disiplin ilmu yang diperoleh di bangku kuliah.

Kelancaran dalam mempersiapkan dan menyelesaikan laporan ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu dengan rasa hormat dan terima kasih yang sebesar-besarnya penulis haturkan kepada:

1. Ir. Zainal Abidin, MS, selaku ketua Program Studi Diploma III Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang.
2. Ir. Sutomo M.Si, selaku ketua Program Studi Diploma III Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang.
3. Ir. Rahmat, selaku dosen pembimbing 1.

4. Drs. Sutrisno, MT, selaku dosen pembimbing 2
5. Didik Ariwibowo, ST, MT. selaku dosen wali kelas B angkatan 2010.
6. Bapak dan Ibu Dosen pengajar mata kuliah Program Studi Diploma III Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang.
7. Segenap Teknisi Laboratorium Program Studi Diploma III Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang.
8. Orang tua kami yang telah melahirkan dan membesarkan kami dengan penuh cinta dan kasih sayang.
9. Teman-teman mahasiswa sepejuangan angkatan 2010.
10. Semua pihak yang telah membantu sampai dengan terselesaikannya tugas akhir ini yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu.

Semoga Allah SWT memberikan balasan limpahkan Rahmat dan Karunia serta kelapangan hati atas segala kebaikan yang mereka berikan.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan laporan ini masih banyak terdapat kekurangannya, untuk itu sangat diharapkan seran dan kritik yang sekiranya dapat menambah pengetahuan serta lebih menyempurnakan laporan ini. Semoga apa yang telah penulis buat ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Semarang, 13 Febuari 2014

Penulis

ABSTRAK

Rancang bangun alat simulasi pompa hubungan seri dan paralel bertujuan untuk mengetahui kinerja pompa. Dari hasil Pengujian karakteristik pompa menggunakan fluida air pada hubungan seri dengan spesifikasi berbeda dapat diperoleh data sebagai berikut : debit maksimal 55 L/min, head total 2,103058 m dan debit terendah 15 L/min dengan head total 36,35731 m, serta menghasilkan efisiensi terbesar 13,9097% pada debit 35 L/min. Sedangkan hubungan paralel dengan spesifikasi berbeda dapat diperoleh data sebagai berikut : debit maksimal 75 L/min, head total 10,40469 m dan debit terendah 15 L/min dengan head total 21,07003 m serta menghasilkan efisiensi terbesar 13,14375% pada debit 60 L/min. Dari hasil simulasi disimpulkan bahwa debit terbesar diperoleh saat hubungan paralel dan head total yang terbesar diperoleh hubungan seri .

Kata kunci : Pompa Sentrifugal, kurva karakteristik hubungan seri dan paralel.

ABSTRACT

Engineering simulation tools of series and parallel connection pump aims to determine the performance of the pump system. From result of test of pump characteristic use water fluid at series connection with specification different can be obtained by following data: maximal debit 55 L/minute, totally head is 2,103058 m and lowest debit is 15 L/minute with totally head 36,35731 m and produces the greatest efficiency 13,9097% with debit 35 L/minute. Whereas parallel connection with specification different can be obtained by the following data : maximal debit is 75 L/ minute, totally head is 10,40469 m and lowest debit is 15 L/ minute with totally head 21,07003 m and produces the greatest efficiency 13,14375% with debit 60 L/minute. From the simulation results concluded that the largest discharge is obtained when a parallel connection and the largest total head obtained connection series.

Keywords : Centrifugal Pump , characteristic curve series and parallel connections.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
SURAT PERSETUJUAN PUBLIKASI	iv
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL.....	xviii
DAFTAR NOTASI	xx
1. BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 LATAR BELAKANG MASALAH	1
1.2 PEMBATAAN MASALAH	2
1.3 PERUMAHAN MASALAH	2
1.4 MAKSUD DAN TUJUAN	3
1.5 METODOLOGI	4
1.6 SISTEMATIKA PENULISAN LAPORAN	5
2. BAB II DASAR TEORI	5
2.1 DASAR TEORI POMPA	6
2.1.1 Definisi Pompa	6
2.1.2 Pompa Sentrifugal (Centrifugal Pumps)	7

2.1.3	Bagian – bagian Pompa Sentrifugal	8
2.1.4	Klasifikasi Pompa Sentrifugal	10
2.1.5	Head Pompa	14
2.1.5.1	Head Total Pompa	14
2.1.5.2	Kerugian Head	16
2.1.6	Kecepatan Spesifik	18
2.1.7	Penentuan Daya	19
2.1.7.1	Daya Hidrolis	19
2.1.7.2	Daya Poros	20
2.1.7.3	Daya Motor	20
2.1.7.4	Efisiensi Pompa	21
2.1.8	Karakteristik pompa	21
2.1.9	Kavitasi	24
2.1.9.1	Net Positive Suction Head (NPSH)	25
2.1.9.2	Cara Menghindari Kavitasi	27
2.2	OPERASI SERI DAN PARALEL	28
2.2.1	Operasi Seri dan Paralel dengan Karakteristik Pompa Sama	28
2.2.1.1	Susunan Seri	28
2.2.1.2	Susunan Paralel	29
2.2.2	Operasi Paralel dengan Karakteristik Pompa Berbeda	31
2.2.3	Operasi Seri dengan Karakteristik Pompa Berbeda	32
3	BAB III METOLOGI PENELITIAN	33
3.1	Peralatan	33
3.1.1	Instalasi Peralatan Pengujian	33

3.1.2	Komponen Alat dan Bahan	34
3.2	Prosedur Pembuatan dan Pengujian Alat	46
3.2.1	Pembuatan Alat	46
3.2.2	Prosedur Pengujian	52
4	BAB IV SIMULASI PENELITIAN	60
4.1	Tujuan Simulasi	60
4.2	Variabel Penelitian	60
4.2.1	Hubungan Head Pompa dengan Laju Aliran Pompa	60
4.2.2	Hubungan Daya Motor Pompa dengan Laju Aliran Pompa	61
4.2.3	Hubungan Daya Hidrolis Pompa dengan Laju Aliran Pompa	62
4.2.4	Hubungan Efisiensi Pompa dengan Laju Aliran Pompa	63
4.3	Peralatan dan Instrumen Penelitian	65
4.3.1	Peralatan	65
4.3.2	Instrumen Penelitian	65
4.3.3	Prosedur Pengujian	67
4.3.3.1	Persiapan	67
4.3.3.2	Pengambilan Data	68
4.4	Pengambilan Data	69
4.4.1	Pengambilan Data Hubungan Tunggal Pompa I	69
4.4.2	Pengambilan Data Hubungan Tunggal Pompa II	70
4.4.3	Pengambilan Data Hubungan Seri Pompa I dan II	71
4.4.4	Pengambilan Data Hubungan Paralel Pompa I dan II	72
4.5	Pengolahan Data	73
4.5.1	Head Pompa	73

4.5.1.1	Head Pompa Hubungan Tunggal Pompa I	74
4.5.1.2	Head Pompa Hubungan Tunggal Pompa II	77
4.5.1.3	Head Pompa Hubungan Seri Pompa I dan II	79
4.5.1.4	Head Pompa Hubungan Paralel Pompa I dan II	82
4.5.2	Daya Motor Pompa	85
4.5.2.1....	Daya Motor Pompa Hubungan Tunggal Pompa I	86
4.5.2.2....	Daya Motor Pompa Hubungan Tunggal Pompa II	88
4.5.2.3....	Daya Motor Pompa Hubungan Seri Pompa I dan II	90
4.5.2.4....	Daya Motor Pompa Hubungan Paralel Pompa I dan II	92
4.5.3	Daya Hidrolis Pompa	93
4.5.3.1	Daya Hidrolis Hubungan Tunggal Pompa I	94
4.5.3.2	Daya Hidrolis Hubungan Tunggal Pompa II	96
4.5.3.3	Daya Hidrolis Hubungan Seri Pompa I dan II	97
4.5.3.4	Daya Hidrolis Hubungan Paralel Pompa I dan II	99
4.5.4	Efisiensi Pompa	100
4.5.4.1	Efisiensi Pompa Hubungan Tunggal I	101
4.5.4.2	Efisiensi Pompa Hubungan Tunggal II	103
4.5.4.3	Efisiensi Pompa Hubungan Seri Pompa I dan II	104
4.5.4.4	Efisiensi Pompa Hubungan Paralel Pompa I dan II	106
5	BAB V PENUTUP	108
5.1	Kesimpulan	108
5.2	Saran	109
	Daftar Pustaka	110

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Lintasan Aliran Cairan Pompa Sentrifugal	8
Gambar 2.2. Komponen Utama Pompa Sentrifugal.....	8
Gambar 2.3. Pompa sentrifugal aliran radial	10
Gambar 2.4. Pompa sentrifugal aliran campur.....	11
Gambar 2.5. Pompa aliran aksial	11
Gambar 2.6. Impeler	11
Gambar 2.7. Pompa volut	12
Gambar 2.8. Pompa difuser.....	13
Gambar 2.9. Pompa Multistage.....	13
Gambar 2.10. Poros Vertikal dan Horisontal	14
Gambar 2.11. Head pompa.....	15
Gambar 2.12. Kurva Head, Efisiensi dan Daya	22
Gambar 2.13. Kurva karakteristik pompa volut.....	23
Gambar 2.14. Kurva karakteristik pompa aliran aksial.....	23
Gambar 2.15. Kurva karakteristik pompa aliran campur	23
Gambar 2.16. Perubahan tekanan pada sisi isap pompa	24
Gambar 2.17. NPSH, bila tekanan atmosfer bekerja pada permukaan air yang diisap	26
Gambar 2.18. Susunan Seri	28
Gambar 2.19. Susunan Paralel.....	29
Gambar 2.20. Operasi Seri dan Paralel dari pompa dengan karakteristik yang sama	29

Gambar 2.21. Operasi Paralel dari pompa-pompa dengan karakteristik yang Berbeda	31
Gambar 2.22. Operasi Seri dari pompa-pompa dengan karakteristik berbeda	32
Gambar 3.1. Skema Instalasi Peralatan Pengujian.....	33
Gambar 3.2. Pompa 1 (KYODO).....	34
Gambar 3.3. Pompa 2 (PEDROLLO)	35
Gambar 3.4. Gate Valve.....	37
Gambar 3.5. Three Way Valve	37
Gambar 3.6. Swing Check Valve.....	38
Gambar 3.7. Elbow	39
Gambar 3.8. Tee.....	40
Gambar 3.9. Pipe Fitting Reducing Tee.....	40
Gambar 3.10. Concentric Reducer	40
Gambar 3.11. Double Nepal.....	41
Gambar 3.12. Water Mur	42
Gambar 3.13. Flowmeter 1	41
Gambar 3.14. Flowmeter 2	43
Gambar 3.15. Manometer Isap 1.....	43
Gambar 3.16. Manometer Isap 2.....	44
Gambar 3.17. Manometer Tekan 1	44
Gambar 3.18. Manometer Tekan 2	45
Gambar 3.19. Amperemeter.....	45
Gambar 3.20. Voltmeter.....	46
Gambar 3.21. Rancang Instalsi Pompa	47

Gambar 3.22. Rangkaian Pompa Awal.....	48
Gambar 3.23. Rangka.....	49
Gambar 3.24. Rangkaian Pipa pada Rangka.....	50
Gambar 3.25. Pemasangan Acrylic pada Instalasi Pompa.....	51
Gambar 3.26. Pemasangan Sekema Instalasi Pompa Menggunakan Setiker.....	52
Gambar 3.27. Sekema Pengujian Hubungan Tunggal Pompa I.....	53
Gambar 3.28. Sekema Pengujian Hubungan Tunggal Pompa II	54
Gambar 3.29. Pengujian Hubungan Seri Pompa I dan II.....	56
Gambar 3.30. Pengujian Hubungan Paralel Pompa I dan II	58
Gambar 4.1. Sekema Pengujian Alat	67
Gambar 4.2. Rangkaian Sistem Instalasi.....	73
Gambar 4.3. Grafik Hubungan H-Q Pompa I Hubungan Tunggal	76
Gambar 4.4. Grafik Hubungan H-Q Pompa II Hubungan Tunggal.....	78
Gambar 4.5. Grafik Hubungan H-Q Pompa Hubungan Seri	81
Gambar 4.6. Grafik Hubungan H-Q Pompa Hubungan Paralel.....	84
Gambar 4.7. Grafik Perbandingan Hubungan H-Q Pompa Hubungan Tunggal, Seri, Paralel	85
Gambar 4.8. Grafik Hubungan Pi-Q Pompa I Hubungan Tunggal.....	87
Gambar 4.9. Grafik Hubungan Pi-Q Pompa II Hubungan Tunggal	89
Gambar 4.10. Grafik Hubungan Pi-Q Pompa Hubungan Seri.....	91
Gambar 4.11. Grafik Hubungan Pi-Q Pompa Hubungan Paralel	93
Gambar 4.12 Grafik Hubungan Ph-Q Pompa I Hubungan Tunggal	95
Gambar 4.13 Grafik Hubungan Ph-Q Pompa II Hubungan Tunggal	97
Gambar 4.14 Grafik Hubungan Ph-Q Pompa Hubungan Seri	98
Gambar 4.15 Grafik Hubungan Ph-Q Pompa Hubungan Paralel	100

Gambar 4.16 Grafik Hubungan η -Q Pompa I Hubungan Tunggal	102
Gambar 4.17 Grafik Hubungan η -Q Pompa II Hubungan Tunggal	104
Gambar 4.18 Grafik Hubungan η -QPompa Hubungan Seri	105
Gambar 4.19 Grafik Hubungan η -Q Pompa Hubungan Paralel.....	107

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Pengaturan Three Way Valve	38
Tabel 4.1. Lembar Observasi Penelitian	66
Tabel 4.2. Hasil Pengamatan Pengujian Pompa I Hubungan Tunggal	69
Tabel 4.3. Hasil Pengamatan Pengujian Pompa II Hubungan Tunggal.....	70
Tabel 4.4. Hasil Pengamatan Pengujian Pompa Hubungan Seri	71
Tabel 4.5. Hasil Pengamatan Pengujian Pompa Hubungan Paralel.....	72
Tabel 4.6. Data kapasitas, tekanan isap, tekanan keluar, head isap, head keluar, dan head pompa, pompa I hubungan tunggal.....	75
Tabel 4.7. Data kapasitas, tekanan isap, tekanan keluar, head isap, head keluar, dan head pompa, pompa II hubungan tunggal	78
Tabel 4.8. Data kapasitas, tekanan isap, tekanan keluar, head isap, head keluar, dan head pompa, pompa hubungan seri	80
Tabel 4.9. Data kapasitas, tekanan isap, tekanan keluar, head isap, head keluar, dan head pompa, pompa hubungan paralel.....	83
Tabel 4.10. Data kapasitas, arus, tegangan listrik, dan daya pompa, pompa I hubungan tunggal	86
Tabel 4.11. Data kapasitas, arus, tegangan listrik, dan daya pompa, pompa II hubungan tunggal	88
Tabel 4.12. Data kapasitas, arus, tegangan listrik, dan daya pompa, pompa hubungan seri	90
Tabel 4.13. Data kapasitas, arus, tegangan listrik, dan daya pompa, pompa hubungan paralel	92

Tabel 4.14. Data kapasitas, head pompa, dan daya hidrolis pompa, pompa I hubungan tunggal	94
Tabel 4.15. Data kapasitas, head pompa, dan daya hidrolis pompa, pompa II hubungan tunggal	96
Tabel 4.16. Data kapasitas, head pompa, dan daya hidrolis pompa, pompa hubungan seri	98
Tabel 4.17. Data kapasitas, head pompa, dan daya hidrolis pompa, pompa hubungan paralel	99
Tabel 4.18. Data kapasitas, daya motor, daya hidrolis pompa, dan efisiensi pompa, pompa I hubungan tunggal	102
Tabel 4.19. Data kapasitas, daya motor, daya hidrolis pompa, dan efisiensi pompa, pompa II hubungan tunggal	103
Tabel 4.20. Data kapasitas, daya motor, daya hidrolis pompa, dan efisiensi pompa, pompa hubungan seri	105
Tabel 4.21. Data kapasitas, daya motor, daya hidrolis pompa, dan efisiensi pompa, pompa hubungan paralel	106

DAFTAR NOTASI

Simbol	Keterangan	Satuan
A	Luas penampang pipa	m^2
C	Koefisien pipa	
D	Diameter dalam pipa	M
F	Koefisien kerugian	
G	Percepatan gravitasi	m/s^2
H	Head pompa	M
H_{sis}	Head sistem	M
H_{sv}	NPSH yang tersedia	M
H_{svN}	NPSH yang diperlukan	M
Ha	Head statis	M
Hd	Head discrad atau tekan	M
h_{da}	Head tekan statis	M
Hf	Head kerugian	M
Hs	Head suction atau hisap	M
h_{sa}	Head hisap statis	M
h_{ls}	Kerugian head sepanjang pipa hisap	M
I	Arus listrik	Ampere
K	Koefisien gesekan	
L	Panjang pipa	M
N	Putaran Pompa	Rpm
Ns	Putaran spesifik	Rpm
Pa	Tekanan atmosfir	kgf/m^2

P_d	Tekanan tekan	kg/cm ²
P_i	Daya Motor	kW
P_s	Tekanan hisap	Bar
P_v	Tekanan uap jenuh	kgf/m ²
P_w	<i>Daya Air</i>	kW
Q	Kapasitas atau laju aliran	L/min
R	Jari-jari lengkung sumbu belokan	M
S	Kecepatan spesifik hisap	m/s
V	Tegangan listrik	Volt
V	Kecepatan aliran	m/s
$v_d^2/2g$	Head kecepatan keluar	M
Γ	Berat fluida per satuan volume	kgf/m ³
Δh_p	Perbedaan head tekanan yang bekerja pada kedua permukaan	M
θ	Sudut belokan	0
Σ	Koefisien kavitasi	
η	Efisiensi Pompa	%