



TUGAS AKHIR- AB1956409

**STUDI EKSPERIMEN MODIFIKASI CLOSED
IMPELLER PADA POMPA SENTRIFUGAL SATU
PHASE**

**Oleh:
Raafi Adhitya Saputra
NRP. 33212201009**

**Dosen Pembimbing I :
Amin Jakfar, S.T., M.T.**

**Dosen Pembimbing II :
Abdul Hamid, S.Si., M.Si.**

**PRODI D3 TEKNIK MESIN ALAT BERAT
JURUSAN REKAYASA MESIN DAN INDUSTRI
POLITEKNIK NEGERI MADURA
2026**



HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Raafi Adhitya Saputra
NRP : 33212201009
Program Studi : D3 Teknik Mesin Alat Berat
Jurusan : Rekayasa Mesin dan Industri
Tahun Akademik : 2025/2026

Dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir saya dengan judul **Studi Eksperimen Modifikasi Closed Impeller Pada Pompa Sentrifugal Satu Phase**, adalah original, belum pernah dibuat oleh pihak lain dan bebas dari plagiarisme.

Bilamana pada kemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan ini, saya bersedia dituntut dan diproses sesuai dengan penentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sesungguhnya dan dengan sebenar-benarnya.

Sampang, 12 Maret 2026

Yang menyatakan,



Raafi Adhitya Saputra

NRP. 33212201009

LEMBAR PERSETUJUAN TUGAS AKHIR

Judul Tugas Akhir : Studi Eksperimen Modifikasi
Closed Impeller Pada PomPa
Sentrifugal Satu Phase
Penulis : Raafi Adhitya Saputra
NRP : 33212301009
Program Studi : D3 Teknik Mesin Alat Berat
Jurusan : Rekayasa Mesin dan Industri

Tugas akhir ini telah diperiksa dan disetujui untuk
disidangkan, Ditandatangani di Sampang

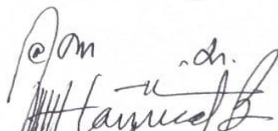
Menyetujui,

Pembimbing I



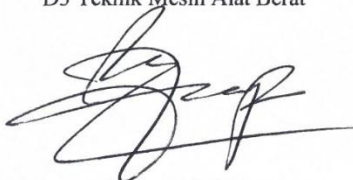
Amin Jakfar, S.T., M.T.
NIP. 198106242021211004

Pembimbing 2



Abdul Hamid, S.Si./M.Si.
NIP. 198805172019031012

Koordinator Program Studi
D3 Teknik Mesin Alat Berat



Mohammad Anas Fikri, S.T., M.T.
NIPPPK. 197705222021211005

Koordinator TA
D3 Teknik Mesin Alat Berat



Faizatur Rohmah, S.Si., M.Si.
NIPPPK. 199006062024212053

LEMBAR PENGESAHAN

STUDI EKSPERIMEN MODIFIKASI CLOSED IMPELLER PADA POMPA SENTRIFUGAL SATU PHASE

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh Gelar
Ahli Madya Teknik (A. Md.T.)

Pada

Jurusan Rekayasa Mesin dan Industri
Program Studi Teknik Mesin Alat Berat
Politeknik Negeri Madura

Oleh:

Raafi Adhitya Saputra

NRP 33212201009

Tugas Akhir ini telah disidangkan pada tanggal 12 Maret 2026
dan telah sesuai dengan ketentuan.

Disetujui tim penguji Tugas Akhir:

1. Amin Jakfar, S.T., M.T. (Pembimbing I)
2. Abdul Hamid, S.Si., M.Si. (Pembimbing II)
3. Laily Ulfiyah, S.T., M.T. (Penguji I)
4. Misbakhul Fatah, S.T., M.T. (Penguji II)
5. Ratna Ayu Pawestri P.KD, S.Pd., M.Pd. (Penguji III)

SAMPANG

Maret 2026

STUDI EKSPERIMEN MODIFIKASI CLOSED IMPELLER PADA POMPA SENTRIFUGAL SATU PHASE

Nama : Raafi Adhitya S
NRP : 33212201009
Dosen Pembimbing 1 : Amin Jakfar, S.T., M.T.
Dosen Pembimbing 2 : Abdul Hamid, S.Si., M.Si.

ABSTRAK

Pompa sentrifugal merupakan alat yang digunakan untuk memindahkan fluida dengan memanfaatkan gaya sentrifugal yang dihasilkan oleh impeller. Kinerja pompa sangat dipengaruhi oleh desain impeller, khususnya sudut sudu. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh modifikasi sudut sudu impeller terhadap debit aliran, konsumsi daya motor, dan head pompa pada pompa sentrifugal satu phase tipe Wasser PC-255 EA-WT berdaya 250 Watt. Metode penelitian dilakukan dengan membuat impeller tipe closed menggunakan teknologi 3D printing dengan material PLA dan variasi sudut sudu 26° dan 20° , kemudian dibandingkan dengan impeller bawaan pompa melalui pengujian debit, daya listrik, dan head pompa. Hasil pengujian menunjukkan bahwa impeller sudu 26° menghasilkan debit terbesar sebesar 0,048 L/s dengan konsumsi daya lebih rendah yaitu 688,2 W. Impeller sudu 20° menghasilkan debit paling kecil sebesar 0,013 L/s namun memiliki head tertinggi sebesar 36,6 m. Impeller bawaan pompa memberikan kinerja paling stabil dengan keseimbangan antara debit, daya, dan head pompa. Penelitian ini menunjukkan bahwa variasi sudut sudu impeller berpengaruh signifikan terhadap karakteristik kerja pompa sentrifugal.

Kata Kunci: Impeller, Pompa Sentrifugal, Debit, Konsumsi Daya, Head Pompa.

***Experimental Study of Closed Impeller Modification in a
Single-Phase Centrifugal Pump***

Name : Raafi Adhitya Saputra
NRP : 33212201009
Supervisor 1 : Amin Jakfar, S.T., M.T
Supervisor 2 : Abdul Hamid, S.Si., M.Si.

ABSTRACT

A centrifugal pump is a device used to transfer fluids by utilizing the centrifugal force generated by the impeller. The performance of a pump is strongly influenced by the impeller design, particularly the blade angle. This study aims to analyze the effect of impeller blade angle modification on the flow rate, motor power consumption, and pump head of a single-phase centrifugal pump type Wasser PC-255 EA-WT with a power rating of 250 Watts. The research method was carried out by designing and manufacturing a closed-type impeller using 3D printing technology with PLA material and blade angle variations of 26° and 20°. The modified impellers were then compared with the original impeller through testing of flow rate, electrical power consumption, and pump head. The results show that the 26° impeller produced the highest flow rate of 0.048 L/s with lower power consumption of 688.2 W. Meanwhile, the 20° impeller produced the lowest flow rate of 0.013 L/s but generated the highest pump head of 36.6 m. The original impeller demonstrated the most stable performance with a balanced combination of flow rate, power consumption, and pump head. This study indicates that variations in the impeller blade angle significantly affect the performance characteristics of centrifugal pumps.

Keywords: Impeller, Centrifugal Pump, Water Flow Rate, Power Consumption, Blade Angle.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah segala puji syukur kepada Allah Yang Maha Esa yang telah memberi kekuatan, kemampuan, dan kesabaran kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik. Tujuan penulisan tugas akhir adalah memenuhi salah satu persyaratan bagi mahasiswa untuk dapat menyelesaikan pendidikan Diploma-3 Program Studi Teknik Mesin Alat Berat jurusan Rekayasa Mesin dan Industri di Politeknik Negeri Madura.

Dalam tugas akhir ini, penulis mempunyai ide gagasan untuk memanfaatkan bahan bakar alternatif, sehingga penulis menyusun laporan TA berjudul ***“Studi Eksperimen Modifikasi Closed Impeller Pada Pompa Sentrifugal Satu Phase”***

Laporan TA ini tidak akan selesai dengan baik tanpa bantuan, bimbingan, dan dorongan dari orang-orang yang berada di sekitar penulis. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih banyak kepada:

1. Ibu Laily Ulfyah, S.T., M.T., Direktur Politeknik Negeri Madura .
2. M. Musta'in, S.T., M.T., Wakil Direktur Bidang Akademik.
3. Bapak Mohammad Anas Fikri, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Rekayasa Mesin Dan Indutri, Prodi D3 Teknik Mesin Alat Berat Politeknik Negeri Madura.
4. Bapak Amin Jakfar, S.T., M.T., Sekretaris Jurusan Rekayasa Mesin Dan Indutri Politeknik Negeri Madura.
5. Ibu Faizatur Rohmah, S.Si., M.Si. selaku Koordinator Tugas Akhir Politeknik Negeri Madura, Program Studi D3 Teknik Mesin Alat Berat

6. Bapak Amin Jakfar, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing I yang senantiasa memberikan kritik dan saran kepada penulis.
7. Abdul Hamid, S.Si., M.Si, selaku dosen pembimbing II yang senantiasa memberikan kritik dan saran kepada penulis
8. Bapak, ibu dan keluarga yang telah memberikan dukungan serta doa kepada penulis.
9. Keluarga besar Teknik Mesin Alat Berat

Para dosen dan tenaga kependidikan Politeknik Negeri Madura yang telah melayani mahasiswa selama penulis menempuh pendidikan di sini.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam tugas akhir ini. Oleh sebab itu, penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun untuk tugas akhir ini.

Sampang, 20 Januari 2026

Tanda Tangan

Raafi Adhitya S

NRP. 33212201009

DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
BAB I.....	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Batasan masalah	3
BAB II	4
TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Penelitian Sebelumnya	4
2.2 Impeller	6
2.3 Pompa	7
2.4 Prinsip Kerja Pompa.....	7
2.5 PLA (Polylactic Acid)	8
2.6 3D Printing	9
2.7 Rumus yang digunakan	10
2.7.1 Debit	10
2.7.2 Daya Motor	10
2.7.3 Head Pompa	10
BAB III	14
METODOLOGI	14
3.1 Diagram Alir	14
3.2 Alat, Bahan dan Spesifikasi Pompa	16
3.2.1 Alat :	16
3.2.2 Bahan :	16
3.2.3 Spesifikasi Pompa	16

3.3 Desain Sudu Impeler	17
3.4 Metode Pembuatan Impeller.....	17
BAB IV	19
ANALISA DAN PEMBAHASAN.....	19
4.1 Dokumentasi Langkah Langkah Pembuatan	19
4.1.1 Dokumentasi Pengambilan Data.....	20
4.1.2 Perhitungan Debit.....	20
4.1.3 Perhitungan Daya	23
4.1.4 Perhitungan Head Elevasi.....	24
4.1.5 Perhitungan Head Pressure Δh_p	25
4.1.6 Perhitungan Head Kecepatan (h_v)	27
4.1.6 Perhitungan Head Mayor (h_f).....	28
4.1.7 Perhitungan Head Minor (h_m)	30
4.1.7 Perhitungan Head Loss (h_l).....	32
4.1.8 Perhitungan Head Total (h_t)	33
4.1.9 Diagram Hasil Pengujian.....	34
BAB V	38
KESIMPULAN DAN SARAN	38
5.1 kesimpulan	38
5.2 Saran	39
DAFTAR PUSTAKA	40

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Impeller	6
Gambar 2. 2 Prinsip Kerja Pompa	8
Gambar 3. 2 Diagram Alir	14
Gambar 3. 3 Diagram Alir	15
Gambar 3. 4 Sudut Sudu Impeller 26 dan 20°	17
Gambar 4. 1 Dokumentasi Pembuatan	19
Gambar 4. 2 Dokumentasi Pengujian	20
Gambar 4. 3 Pengambilan Data Debit	20
Gambar 4. 4 Pengambilan Data Tegangan	23
Gambar 4. 5 Diagram Hasil Pengujian Debit	35
Gambar 4. 6 Diagram Pengujian Daya	35
Gambar 4. 7 Diagram Pengujian Head Pompa	35

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Sebelumnya	4
Tabel 4. 1 Menghitung Tegangan dan Arus Listrik.....	23
Tabel 4. 2 Panjang pipa sis suction dan discharge	25
Tabel 4. 3 Data tekanan sisi suction dan discharge.....	25
Tabel 4. 4 Data kecepatan aliran dan volume	27
Tabel 4. 5 Hasil Pengujian.....	34

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air merupakan salah satu unsur alam yang sangat penting bagi kelangsungan makhluk hidup khususnya manusia. Dalam segala bidang kehidupan, air merupakan bahan yang harus tersedia baik sebagai bahan utama maupun sebagai bahan penolong. Upaya pemenuhan kebutuhan air dalam kehidupan sehari-hari dilakukan dengan memanfaatkan kondisi alam atau dengan menggunakan alat mekanis buatan manusia [1]. Untuk mengalirkan air ke bak penampung biasanya memerlukan suatu pompa, salah satu jenisnya adalah pompa sentrifugal.

Pompa sentrifugal merupakan pompa untuk memindahkan cairan dengan memanfaatkan gaya sentrifugal yang dihasilkan oleh impeller. Tanpa adanya impeller pompa tidak dapat bekerja dengan baik. Penelitian sebelumnya yang pernah dilakukan oleh Condrowati dengan judul Modifikasi Sudu Sudu Impeller Pada Pompa Air Dengan Daya 125W melaporkan bahwa jika sebuah pompa dengan kapasitas motor yang jauh lebih tinggi dengan menggunakan tipe sudu Impeller yang sama dapat meningkatkan debit air 21% yang jauh lebih tinggi daripada menggunakan pompa yang normal. [2] Penelitian Sebelumnya juga pernah dilakukan Sianturi dengan judul Analisis Pengaruh Variasi Kemiringan Sudu Impeller Terhadap Unjuk Kerja Pompa Air Irigasi mengatakan bahwa kemiringan sudut sudu impeller sangat berpengaruh terhadap debit air. Dimana sudut standart 32° divariasi menjadi sudu 26° dan 34° dan mengalami peningkatan debit dengan menggunakan variasi sudut dan mengalami perbandingan yang signifikan. [3]

Sehingga pada proposal tugas akhir ini, akan dibuat suatu impeller. Dimana impeller merupakan bagian terpenting pada pompa, yang berbentuk lingkaran yang terhubung pada pompa yang memiliki fungsi memberikan tekanan pada pompa untuk memompa air atau dari permukaan yang lebih rendah ke permukaan yang lebih tinggi [1]. Selain itu, juga akan dimodifikasi variasi sudut sudu impeller dengan tujuan mendapatkan hasil yang signifikan dan lebih efisien.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana mengetahui pengaruh modifikasi impeller terhadap debit aliran air di dalam pompa ?
2. Bagaimana mengetahui pengaruh modifikasi impeller terhadap daya pada pompa ?
3. Bagaimana mengetahui pengaruh modifikasi impeller terhadap head pompa ?

1.3 Tujuan

Berdasarkan latar belakang tersebut, tujuan dari dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh modifikasi impeller terhadap debit aliran air di dalam pompa
2. Mengetahui pengaruh modifikasi impeller terhadap daya pada pompa
3. Mengetahui pengaruh modifikasi impeller terhadap head pompa

1.4 Batasan masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, Batasan Masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Impeller yang digunakan untuk modifikasi yaitu impeller hasil 3D printing dengan variasi perubahan sudut sudu
2. Tipe pompa air yang digunakan adalah Pompa Air Sentrifugal Wasser PC – 255 EA – WT 1 Phase
3. Tidak membahas proses pembuatan impeller
4. Tidak membahas tingkat kekasaran pada impeller

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Sebelumnya

Studi literatur pada penelitian ini sudah pernah dibuat oleh Peneliti Sebelumnya. Berikut terdapat beberapa studi literatur pada table 2.1

Tabel 2. 1 Penelitian Sebelumnya

No	Judul	Nama Penulis	Kesimpulan Penulis
1	Modifikasi Sudu Sudu Impeller Pada Pompa Air Dengan Daya 125W	Condrowati, 2018 [2]	Debit yang mengalir pada pompa air 125 watt dengan motor 125 watt sebesar 0,38 L/s. Sedangkan modifikasi menggunakan pompa 200 watt dengan motor 125 watt sebesar 0,46 L/s. Sehingga dapat disimpulkan bahwa penggunaan motor yang lebih tinggi dapat meningkatkan debit air sebesar 21%. Setelah diketahui debit antar pompa normal dan pompa modifikasi dapat diketahui bahwa debit pada pompa air yang sudah dimodifikasi lebih besar dari pompa air biasa.

2	Analisis Pengaruh Variasi Kemiringan Sudu Impeller Terhadap Unjuk Kerja Pompa Air Irigasi	Sianturi, 2024 [3]	Kemiringan Sudut sudu Impeller sangat berpengaruh pada debit air yang dikeluarkan oleh pompa sentrifugal, Variasi sudut sudu yang dicoba yaitu 26, 32 Dan 34 dimana sudut 32 adalah sudut standart kemiringan impeller pompa air bawaan mesin terlihat perbedaan yang cukup signifikan antara 2 sudut sudu Impeller modifikasi yang dilakukan percobaan, Debit air yang dikelurkan oleh pompa sentrifgal meningkat.
3	Pengaruh variasi sudu keluar Impeler terhadap Perfomance Pompa Sentrifugal	Munawar, dkk., 2022 [4]	Dari data yang diperoleh setelah melakukan pengujian, kemudian hasil perhitungan data dan analisa grafik terhadap pengaruh variasi sudut masuk impeller pada impeller dengan sudut keluar (β_2) = 250 , impeller pompa standart, dan impeller dengan sudut keluar (β_2) = 350 terhadap performance pompa sentrifugal dapat diambil kesimpulan yaitu “ nilai performance pompa

			sentrifugal paling tinggi ialah pada impeller dengan sudut keluar (β_2) = 250 yang mana nilai kecepatan spesifik yang dihasilkan sebesar 192,52 rpm dan tingkat efisiensi dari impeller ini yaitu 6,82 %.
--	--	--	---

2.2 Impeller

Impeller adalah bagian dari mesin pompa yang berbentuk roda dayung yang dapat diputar. Fungsi utama impeller adalah mengubah tenaga mekanik yang disediakan oleh motor atau penggerak utama menjadi energi kinetik dari fluida atau cairan yang dipompa. Impeller umumnya digunakan pada jenis pompa termasuk pompa sentrifugal. Impeller merupakan komponen berputar pada pompa sentrifugal yang fungsinya adalah mempercepat fluida menjauh dari pusat putaran dan mentransfer. contoh Impeller Pada gambar 2.1 [3]



Gambar 2. 1 Impeller

2.3 Pompa

Pompa adalah suatu alat mekanis yang mengubah kerja mekanis suatu poros menjadi energi mekanik suatu fluida. Fungsi pompa adalah untuk meningkatkan tekanan suatu fluida untuk memindahkannya dari satu tempat ke tempat lain, karena energi yang diserap oleh fluida digunakan untuk meningkatkan tekanan fluida dan mengatasi hambatan pada jalur aliran itu. Pompa biasa digunakan untuk memindahkan cairan dari posisi rendah ke posisi tinggi, atau untuk mengalirkan cairan dari ketinggian tertentu ke lokasi tertentu dengan menggunakan pipa yang sangat panjang. [5]

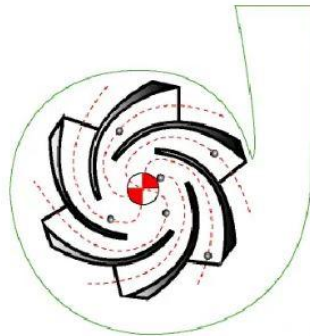
Pembagian jenis pompa berdasarkan prinsip kerja dibedakan menjadi pompa displacement (pompa tekanan statis), pompa rotodinamik (pompa tekanan dinamis). Pada pompa displacement, energy yang dipakai untuk menggerakkan fluida diperoleh langsung dari energy mekanis yang ditimbulkan dari luar. Contoh jenis ini adalah pompa plunyer, pompa piston serta pompa rotary. Pompa rotodinamik, energy mekanis dari luar tidak langsung diubah menjadi energy mekanis, melainkan terlebih dulu oleh roda-roda jalan diubah menjadi energy kinetic. Contoh rotodinamik ini adalah pompa jet, pompa sentrifugal dan pompa propeller. [6]

2.4 Prinsip Kerja Pompa

Seperti terlihat pada foto di bawah ini, terdapat bilah-bilah impeller di dalam pompa yang berfungsi sebagai lokasi proses konversi energi dari energi mekanik berputar menjadi energi head fluida sebesar Impeller dipasang pada poros pompa dan dihubungkan ke motor penggerak (biasanya motor listrik atau mesin pembakaran dalam). Ketika perangkat penggerak

berputar, poros pompa ikut berputar. Ketika poros pompa berputar, impeler dengan bilah impeler juga ikut berputar, dan cairan yang terkandung di dalamnya juga ikut berputar,

sehingga meningkatkan tekanan dan kecepatan, yang dikeluarkan dari pusat pompa ke saluran heliks atau heliks, Kemudian dikeluarkan dari bagian tengah pompa. [4]



Gambar 2. 2 Prinsip Kerja Pompa

Oleh karena itu, fungsi impeller pompa adalah mengubah energi mekanik yaitu putaran impeller menjadi energi fluida (cair). Dengan kata lain fluida yang masuk ke pompa mengalami kenaikan energi sebesar Peningkatan energi dalam fluida menyebabkan peningkatan head, kecepatan, dan head potensial. Jumlah ketiga bentuk kepala disebut kepala keseluruhan. [4]

2.5 PLA (Polylactic Acid)

PLA (Polylactic Acid) adalah salah satu material termo plastic yang paling populer dan sering digunakan dalam pencetakan 3D. PLA adalah polimer yang berasal dari sumber daya terbarukan, membuatnya menjadi pilihan ramah lingkungan dibandingkan dengan plastic yang berbasis minyak bumi [7]. Sementara pengaplikasian PLA dalam dunia 3D

Printing menurut Carlota V. diantaranya yakni kebutuhan *prototype* atau model benda, industri makanan, dan objek – objek yang tidak memerlukan ketahanan yang tinggi. Filamen PLA ini memiliki kemudahan saat dicetak maupun di proses. Filamen ini tidak membutuhkan *temperature nozzle* yang tinggi saat pencetakan [8]. Meskipun banyak keunggulan, PLA juga memiliki keterbatasan salah satu kekurangannya adalah rendahnya ketahanan terhadap suhu yang tinggi yang membuatnya kurang cocok untuk aplikasi yang memerlukan resistensi thermal tinggi. [7]

2.6 3D Printing

3D printing merupakan teknologi manufaktur yang digunakan untuk membuat objek tiga dimensi dari model digital dengan cara menambahkan material secara bertahap lapis demi lapis (*layer by layer*). Teknologi ini dikenal juga sebagai *additive manufacturing* karena proses pembuatannya dilakukan dengan menambahkan material hingga membentuk objek yang diinginkan. Teknologi ini banyak digunakan untuk pembuatan *prototipe*, komponen mekanik, hingga produk industri karena mampu menghasilkan bentuk yang kompleks dengan waktu produksi yang relatif cepat. [9] Dalam dunia industri manufaktur modern, teknologi 3D printing berkembang pesat karena mampu memproduksi komponen secara cepat dan efisien tanpa memerlukan proses pemesinan yang kompleks. Teknologi ini memungkinkan pembuatan produk berdasarkan desain digital sehingga dapat mempercepat proses desain dan pengembangan produk baru. [10]

2.7 Rumus yang digunakan

2.7.1 Debit

Debit Air Adalah jumlah atau volume air yang mengalir pada suatu titik per detik atau per jam, dinyatakan dalam m^3 per detik atau m^3 per jam. Laju aliran permukaan dikenal juga dengan istilah debit [3].

$$Q = \frac{V}{t} \quad (2.1)$$

dimana:

Q = Debit(m^3/s)

V = Volume (m^3)

t = waktu (s)

2.7.2 Daya Motor

Setelah menghitung Debit selanjutnya akan menghitung Daya Motor dengan menggunakan rumus dibawah ini, dibutuhkan untuk [11]

Rumus Daya dapat dihitung dengan persamaan rumus dibawah ini:

$$P = V \cdot I \cdot \cos\phi \quad [12]. \quad (2.2)$$

Dimana : P = Daya (Watt)

V = Tegangan listrik (V)

I = Arus Listrik (Ampere)

$\cos\phi$ = Faktor Daya

2.7.3 Head Pompa

Setelah menghitung konsumsi daya motor selanjutnya akan menghitung Head Pompa dengan menggunakan rumus dibawah ini [13]

Rumus Head Pompa dapat dihitung dengan persamaan rumus dibawah ini:

$$H = z + \Delta h_p + h_l + h_v \quad (2.3)$$

Dimana : H = Head Pompa

z = Perbedaan cairan pada sisi hisap dan keluar (m)

Δh_p = Perbedaan tekanan yang bekerja pada kedua permukaan fluida (m)

h_l = Berbagai kerugian head di pipa, katup, belokan, sambungan dll (m)

h_v = Head kecepatan

Head Elevasi

Perbedaan panjang pipa pada sisi hisap dan keluar. Head Elevasi total dapat dinyatakan pada persamaan dibawah ini.

$$Z = z_d - z_s \quad (2.4)$$

Dimana : z = Head Elevasi (m)

z_s = Perbedaan panjang pipa pada sisi hisap (m)

z_d = Perbedaan panjang pipa pada sisi keluar (m)

Head Tekanan Δh_p

Head tekanan pompa adalah selisih tekanan antara sisi suction (P_s) dan sisi discharge (P_d) dibagi berat jenis γ

$$\Delta h_p = \frac{p_d - p_s}{\gamma} \quad (2.5)$$

Dimana:

Δh_p = Perbedaan tekanan yang bekerja pada kedua permukaan fluida (m)

p_d = Tekanan saat fluida keluar pompa (Pa)

p_s = Tekanan saat fluida masuk pompa (Pa)

γ = Berat jenis

Head kecepatan (H_V)

$$H_V = \frac{Vd^2 - Vs^2}{2g} \quad (2.6)$$

Dimana:

H_V = Perbedaan tekanan yang bekerja pada kedua permukaan fluida (m)

Vd^2 = kecepatan zat cair pada saluran keluar (m/s)

Vs^2 = kecepatan zat cair pada saluran hisap (m/s)

g = percepatan gravitasi

kecepatan suatu aliran dihitung dari data debit yang diperoleh;

Q = Debit aliran m^3/s

D pipa = Diameter pipa (inch.....m)

Kemudian menghitung luas penampang

$$A = \frac{\pi D^2}{4}$$

Head Mayor (h_f)

Rumus Head Mayor sebagai berikut

$$h_f = f \frac{L}{D} \frac{v^2}{2g} \quad (2.7)$$

Dimana:

L = Panjang piap (m)

f = koefisien kerugian gesek

D = Diameter pipa

g = percepatan gravitasi

Head Minor (h_m)

$$h_m = \sum k \frac{v^2}{2g} \quad (2.8)$$

Dimana:

$\sum k$ = Jumlah koefisien kehilangan minor dari semua komponen

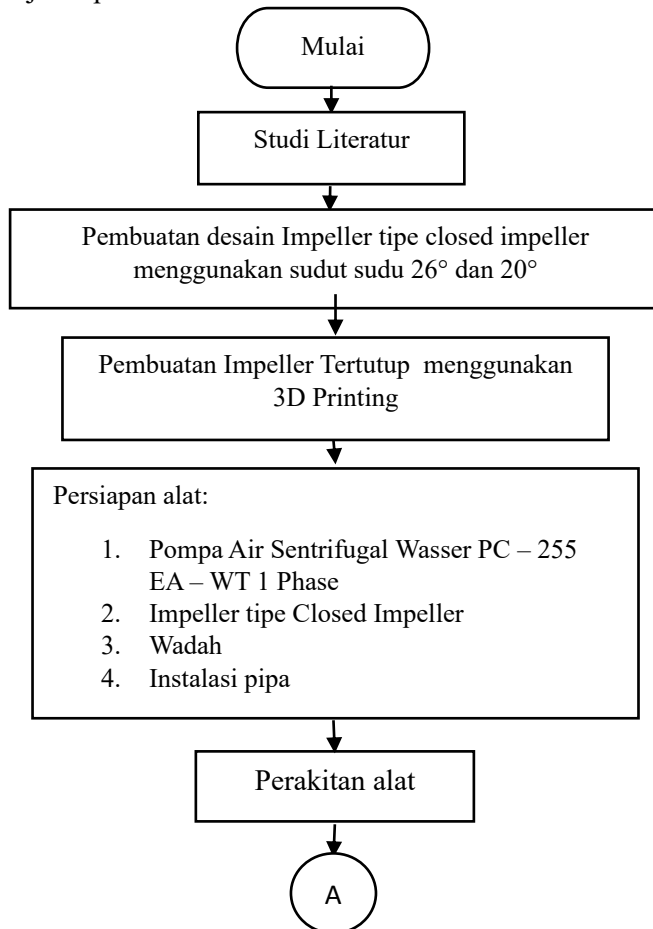
v^2 = Kecepatan aliran fluida (m/s)

g = percepatan gravitasi

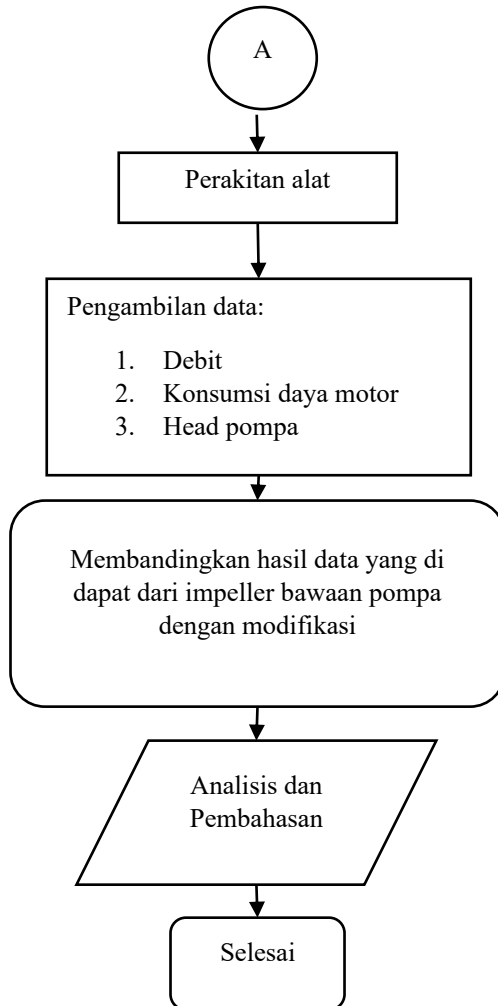
BAB III METODOLOGI

3.1 Diagram Alir

Berikut diagram alir untuk modifikasi impeller pada Pompa Air Sentrifugal Wasser PC – 255 EA -WT 1 Phase yang ditunjukkan pada *Gambar 3. 1*



Gambar 3. 2 Diagram Alir



Gambar 3. 3 Diagram Alir

3.2 Alat, Bahan dan Spesifikasi Pompa

3.2.1 Alat :

Kunci shock 17, Palu karet, Tang, Kunci Pas Ring 13, Obeng

3.2.2 Bahan :

Pompa sentrifugal Wasser PC-255 EA-WT 1 Phase, Impeller pompa dengan variasi sudut sudu 26°, Tang Ampere, Flowmeter, Stopwatch, Wadah penampung air

3.2.3 Spesifikasi Pompa

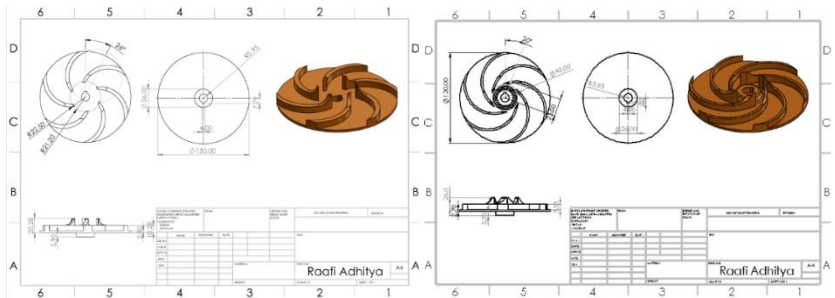
Pompa yang digunakan yaitu Pompa Air Sentrifugal Wasser PC-255 EA-WT 1 Phase yang memiliki spesifikasi sebagai berikut:

- | | |
|------------------|----------------|
| 1. Model | : PC-255 EA-WT |
| 2. Daya Listrik | : 250 Watt |
| 3. Inlet/Outlet | : 1/1 1,4 inch |
| 4. Kapasitas max | : 250 l/min |

3.2.4 Spesifikasi impeller

- | | |
|--------------------------|------------|
| 1. Diameter luar | : 130 mm |
| 2. Diameter lubang poros | : 11,98 mm |
| 3. Tebal piringan | : 34,16 mm |

3.3 Desain Sudu Impeler



Gambar 3. 4 Sudut Sudu Impeller 26 dan 20°

Gambar 3.4 merupakan desain impeller 26° dan 20° menggunakan tipe closed impeller

3.4 Metode Pembuatan Impeller

Metode pembuatan impeller tipe semi-open sebagai berikut:

1. Menentukan spesifikasi pompa yang akan digunakan untuk mengetahui dimensi impeller sebagai acuan pada saat pembuatan desain
2. Pembuatan desain 3D menggunakan software solidworks
3. Pemilihan jenis bahan 3D Printing, yaitu menggunakan PLA+
4. Export model 3D dari Solidworks menjadi file .stp
5. Import file .stp ke software slicer 3D
6. Setting parameter dan export Gcode
7. Memasukan kode Gcode ke mesin 3D print
8. Mulailah melakukan pencetakan

9. Setelah selesai lakukan pengukuran dimensi apakah sudah sesuai dengan desain atau belum

3.4 Waktu Pelaksanaan Perancangan dan Pengambilan Data Modifikasi Sudut Sudu Impeller Pada Pompa Air Sentrifugal

jadwal perancangan dan pengambilan data variasi sudut sudu impeller tipe semi open pada pompa air sentrifugal

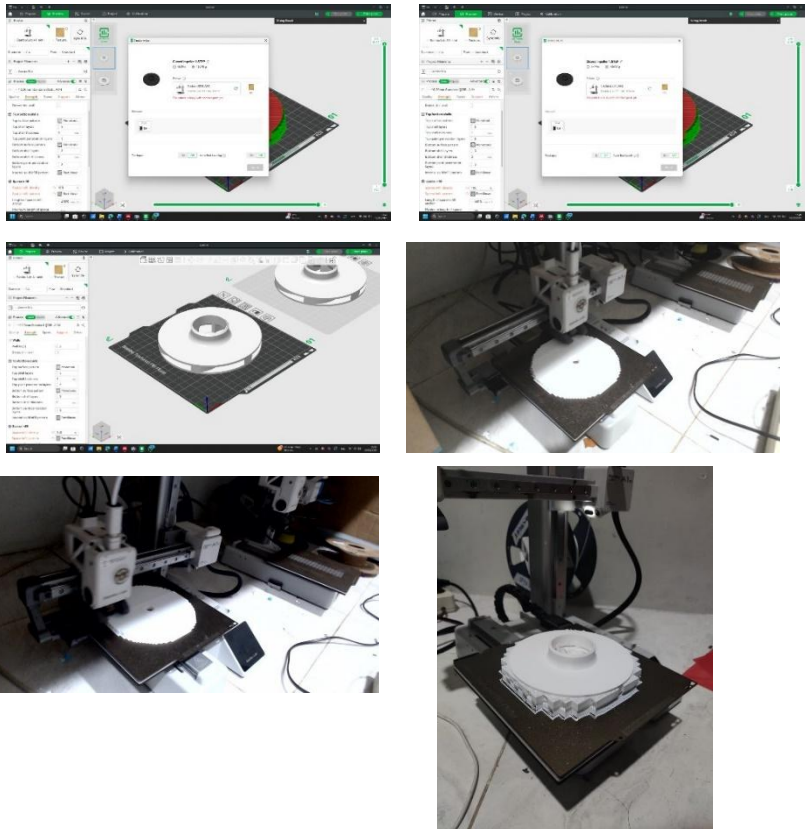
Tabel 3. 1 Waktu Pelaksanaan

No.	Kegiatan	Bulan					
		1	2	3	4	5	6
1	Studi Literatur						
2	Pembuatan Desain Impeller						
3	Pembuatan impeller						
4	Pembelian alat dan bahan						
5	Perakitan alat						
6	Pengujian alat						
7	Pengambilan data						
8	Analisa data						
9	Penyusunan Laporan Tugas Akhir						

BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1 Dokumentasi Langkah Langkah Pembuatan

Berdasarkan proses pembuatan pada 3.4. Berikut dokumentasi pembuatan Impeller Rancangan yang ditunjukkan pada gam di bawah ini.



Gambar 4. 1 Dokumentasi Pembuatan

4.1.1 Dokumentasi Pengambilan Data

Berdasarkan dokumentasi proses pembuatan pada 4.1. Berikut dokumentasi pembuatan Impeller Rancangan yang ditunjukkan pada gambar di bawah ini.



Gambar 4. 2 Dokumentasi Pengujian

4.1.2 Perhitungan Debit

Berdasarkan dokumentasi proses pembuatan pada 4.2. Berikut dokumentasi data pengambilan debit yang ditunjukkan pada gambar di bawah ini.



Gambar 4. 3 Pengambilan Data Debit

Untuk menghitung debit data yang perlu di dapat dari impeller original dan rancangan yaitu volume dan waktu, ditunjukkan pada tabel di bawah ini.

Tabel 4. Menghitung Debit

Q(Debit ℓ/s)			
Impeller	V	t	Q
I.Original	1.060 ℓ	60 s	0,017 $\frac{\ell}{s}$
I.Modifikasi 26°	2.924 ℓ	60 s	0,048 $\frac{\ell}{s}$
I.Modifikasi 20°	0.831 ℓ	60 s	0,013 $\frac{\ell}{s}$

Debit yang dihasilkan pada Tabel 4.2 tersebut diperoleh dari persamaan rumus 2.1 sebagai berikut

$$Q = \frac{V}{t}$$

Dimana: $Q = \text{Debit}(\frac{\ell}{s})$

$V = \text{Volume}(\ell)$

$T = \text{Waktu}(s)$

Kemudian untuk menghitung persamaan rumus diatas diperlukan data pengujian, data yang dibutuhkan sebagai berikut:

Impeller Original

V : 1.060 ℓ

t : 60 s

Impeller Modifikasi 26°

V : 2.924 ℓ

t : 60 s

Impeller Modifikasi 20°

$$V : 2.924 \ell$$

$$t : 60 s$$

Sehingga dapat menghitung Debit air yang dihasilkan menggunakan persamaan rumus 2.1

1.Menghitung Debit air Impeller Original

$$Q = \frac{V}{t}$$

$$Q = \frac{1.060 \ell}{60 s}$$

$$Q = 0,017 \frac{\ell}{s}$$

2.Menghitung Debit air Impeller Modifikasi 26°

$$Q = \frac{V}{t}$$

$$Q = \frac{2.924 \ell}{60 s}$$

$$Q = 0,048 \frac{\ell}{s}$$

2.Menghitung Debit air Impeller Modifikasi 20°

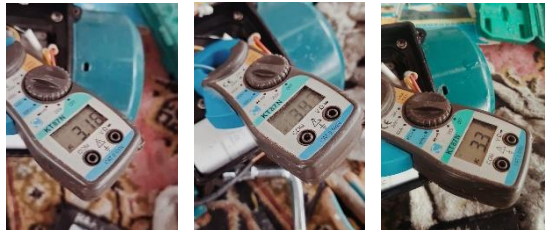
$$Q = \frac{V}{t}$$

$$Q = \frac{0.831 \ell}{60 s}$$

$$Q = 0,013 \frac{\ell}{s}$$

4.1.3 Perhitungan Daya

Berdasarkan dokumentasi proses pembuatan pada 4.3. Berikut dokumentasi data pengambilan debit yang ditunjukkan pada gambar di bawah ini.



Gambar 4. 4 Pengambilan Data Tegangan

Untuk menghitung Daya motor dengan menggunakan data Tegangan dan Arus listrik yang sudah di dapat seperti hasil pengujian sebelumnya, pada tabel 4.1 sebagai berikut

Tabel 4. 1 Menghitung Tegangan dan Arus Listrik

Daya (watt)		
Impeller	A. Saat Pengisian	Tegangan
Original	3,31A	220V
Modifikasi 26°	3,16A	220V
Modifikasi 26°	3,47A	220V

Dari hasil data diatas digunakan untuk menghitung persamaan rumus 2.2 sebagai berikut:

$$P = V \cdot I \cdot \cos\phi$$

Dimana : P = Daya (Watt)

V = Tegangan listrik (V)

$I = \text{Arus Listrik (Ampere)}$

$\cos\varphi = \text{Faktor Daya}$

Sehingga dapat dihitung Daya Motor dari persamaan rumus 2.2

1. Menghitung Daya Motor menggunakan Impeller Original

$$P = V \cdot I \cdot \cos\varphi$$

$$P = 220 \text{ v} \cdot 3,31 \text{ A} \cdot 0,99$$

$$P = 720,9 \text{ Watt}$$

2. Menghitung Daya Motor menggunakan Impeller Modifikasi 26°

$$P = V \cdot I \cdot \cos\varphi$$

$$P = 220 \text{ v} \cdot 3,16 \text{ A} \cdot 0,99$$

$$P = 688,2 \text{ Watt}$$

2. Menghitung Daya Motor menggunakan Impeller Modifikasi 20°

$$P = V \cdot I \cdot \cos\varphi$$

$$P = 220 \text{ v} \cdot 3,47 \text{ A} \cdot 0,99$$

$$P = 755,7 \text{ Watt}$$

4.1.4 Perhitungan Head Elevasi

Untuk menghitung Head Elevasi dengan menggunakan data Panjang pipa pada sisi hisap dan pada sisi keluar dan Arus listrik yang sudah di dapat seperti hasil pengujian sebelumnya, pada tabel 4.2 sebagai berikut:

Tabel 4. 2 Panjang pipa sisi suction dan discharge

Panjang Pipa	
Suction	0,74m
Discharge	1m

Dari hasil data diatas digunakan untuk menghitung persamaan rumus 2.4 sebagai berikut:

$$Z = z_d - z_s$$

Dimana : z = Head Elevasi (m)

z_s = Perbedaan panjang pipa pada sisi hisap (m)

z_d = Perbedaan panjang pipa pada sisi keluar (m)

Sehingga dapat dihitung Head Elevasi dari persamaan rumus 2.4

Menghitung Head Elevasi

$$Z = z_d - z_s$$

$$Z = 1\text{m} - 0,74\text{m}$$

$$Z = 0,26\text{m}$$

4.1.5 Perhitungan Head Pressure Δh_p

Untuk menghitung Head Pressure dengan menggunakan data tekanan pada sisi suction dan discharge dibagi berat jenis pada sisi keluar dan yang sudah di dapat seperti hasil pengujian sebelumnya, pada tabel 4.3 sebagai berikut:

Tabel 4. 3 Data tekanan sisi suction dan discharge

Tekanan Δh_p		
Impeller	Suction	Discharge
Original	0 bar	3,2 bar
Modifikasi 26°	0 bar	2,8 bar
Modifikasi 20°	0 bar	3,6 bar

Dari hasil data diatas digunakan untuk menghitung persamaan rumus 2.5 sebagai berikut:

$$\Delta h_p = \frac{p_d - p_s}{\gamma}$$

Dimana:

Δh_p = Perbedaan tekanan yang bekerja pada kedua permukaan fluida (m)

p_d = Tekanan saat fluida keluar pompa (Pa)

p_s = Tekanan saat fluida masuk pompa (Pa)

γ = Berat jenis

Sehingga dapat dihitung Head Pressure dari persamaan rumus 2.5

Menghitung Head Pressure

1.Menghitung Head Pressure menggunakan Impeller Original

$$\Delta h_p = \frac{p_d - p_s}{\gamma}$$

$$\Delta h_p = \frac{320.000 - 0}{9810}$$

$$\Delta h_p = 32.6\text{m}$$

2.Menghitung Head Pressure menggunakan Impeller Modifikasi 26°

$$\Delta h_p = \frac{p_d - p_s}{\gamma}$$

$$\Delta h_p = \frac{280.000 - 0}{9810}$$

$$\Delta h_p = 28.5\text{m}$$

3.Menghitung Head Pressure menggunakan Impeller Modifikasi 20°

$$\Delta h_p = \frac{p_d - p_s}{\gamma}$$

$$\Delta h_p = \frac{360.000 - 0}{9810}$$

$$\Delta h_p = 36.6\text{m}$$

4.1.6 Perhitungan Head Kecepatan(h_v)

Untuk menghitung head kecepatan yang perlu didapat dari ketiga impeller yaitu data aliran kecepatan dan luas penampang, ditunjukkan pada tabel dibawah ini.

Tabel 4. 4 Data kecepatan aliran dan volume

Kecepatan (A) dan Volume (V)				
Impeller	A.suction	A.discharge	V.suction	V.discharge
Original	0,000792m	0,000285m	0,06m	0,16m
26°	0,000792m	0,000285m	0,021m	0,059
20°	0,000792m	0,000285m	0,016m	0,045m

Hasil kecepatan aliran dan volume digunakan untuk menghitung persamaan rumus 2.6 sebagai berikut.

$$H_v = \frac{Vd^2 - Vs^2}{2g}$$

Dimana:

H_v = Perbedaan tekanan yang bekerja pada kedua permukaan fluida (m)

Vd^2 = kecepatan zat cair pada saluran keluar (m/s)

Vs^2 = kecepatan zat cair pada saluran hisap (m/s)

g = percepatan gravitasi

Menghitung Head Kecepatan

1.Menghitung Head Kecepatan menggunakan Impeller Original

$$H_v = \frac{Vd^2 - Vs^2}{2g}$$

$$H_V = \frac{0,059^2 - 0,021^2}{2.9,8}$$

$$H_V = 0,0033m$$

2.Menghitung Head Kecepatan menggunakan Impeller Modifikasi 26°

$$H_V = \frac{Vd^2 - Vs^2}{2g}$$

$$H_V = \frac{0,16^2 - 0,06^2}{2.9,8}$$

$$H_V = 0,0021m$$

3.Menghitung Head Kecepatan menggunakan Impeller Modifikasi 20°

$$H_V = \frac{Vd^2 - Vs^2}{2g}$$

$$H_V = \frac{0,045^2 - 0,016^2}{2.9,8}$$

$$H_V = 0,0019m$$

4.1.6 Perhitungan Head Mayor(h_f)

$$h_f = f \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g}$$

Dimana:

L = Panjang pipa (m)

f = koefisien kerugian gesek (0,02 PVC)

D = Diameter pipa

g = percepatan gravitasi

Sehingga dapat dihitung Head Mayor dari persamaan rumus 2.7

Menghitung Head Mayor

1. Menghitung Head Mayor menggunakan Impeller Original

$$h_{fs} = f \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g}$$

$$h_{fd} = f \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g}$$

$$h_{fs} = 0,02 \frac{0,74}{0,03175} \frac{0,021^2}{2,9,8}$$

$$h_{fd} = 0,02 \frac{1}{0,01905} \frac{0,059^2}{2,9,8}$$

$$h_{fs} = 0,02 \cdot 23,30 \cdot 0,0001$$

$$h_{fd} = 0,02 \cdot 52,49 \cdot 0,0001$$

$$h_{fs} = 2,24m$$

$$h_{fd} = 0,0001m$$

2. Menghitung Head Mayor menggunakan Impeller Modifikasi 26°

$$h_{fs} = f \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g}$$

$$h_{fd} = f \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g}$$

$$h_{fs} = 0,02 \frac{0,74}{0,03175} \frac{0,06^2}{2,9,8}$$

$$h_{fd} = 0,02 \frac{1}{0,01905} \frac{0,016^2}{2,9,8}$$

$$h_{fs} = 0,02 \cdot 23,30 \cdot 0,00018$$

$$h_{fd} = 0,02 \cdot 52,49 \cdot 0,00013$$

$$h_{fs} = 0,00008m$$

$$h_{fd} = 0,00136m$$

3. Menghitung Head Mayor menggunakan Impeller Modifikasi 20°

$$h_{fs} = f \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g}$$

$$h_{fd} = f \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g}$$

$$h_{fs} = 0,02 \frac{0,74}{0,03175} \frac{0,016^2}{2,9,8}$$

$$h_{fd} = 0,02 \frac{1}{0,01905} \frac{0,045^2}{2,9,8}$$

$$h_{fs}=0,02 \cdot 23,30 \cdot 1,30$$

$$h_{fd}=0,02 \cdot 52,49 \cdot 0,0001$$

$$h_{fs}=0,6058m$$

$$h_{fd}=0,0001m$$

4.1.7 Perhitungan Head Minor(h_m)

$$h_m = \sum k \frac{v^2}{2g}$$

Dimana:

$\sum k$ = Jumlah koefisien kehilangan minor dari semua komponen

v^2 = Kecepatan aliran fluida (m/s)

g = percepatan gravitasi

Sehingga dapat dihitung Head Minor dari persamaan rumus 2.8
Menghitung Head Minor

Pada bagian pipa sisi suction terdapat : sambungan L 90° dan sambungan T

Pada bagian pipa sisi discharge terdapat : sambungan L 90°, sambungan T, threaded joint

1.Menghitung Head Minor menggunakan Impeller Modifikasi 26°

Menghitung kerugian minor sisi suction

$$h_{ms} = \sum k \frac{v^2}{2g}$$

$$h_{ms} = \sum k \frac{v^2}{2g}$$

$$h_{ms} = 0,3 \frac{0,06^2}{2 \cdot 9,8}$$

$$h_{ms} = 0,6 \frac{0,06^2}{2 \cdot 9,8}$$

$$h_{ms} = 0,00003$$

$$h_{ms} = 0,00006$$

Total kerugian sisi suction adalah 0,000036m

Menghitung kerugian minor sisi discharge

$$h_{md} = \sum k \frac{v^2}{2g} \quad h_{md} = \sum k \frac{v^2}{2g} \quad h_{md} = \sum k \frac{v^2}{2g}$$

$$h_{md} = 0,3 \frac{0,16^2}{2,9,8} \quad h_{md} = 0,6 \frac{0,16^2}{2,9,8} \quad h_{md} = 2 \cdot 0,2 \frac{0,06^2}{2,9,8}$$

$$h_{md} = 0,0039 \quad h_{md} = 0,00078 \quad h_{md} = 0,0005$$

Total kerugian sisi discharge adalah 0,0044m

2.Menghitung Head Minor menggunakan Impeller original

Menghitung kerugian minor sisi suction

$$h_{ms} = \sum k \frac{v^2}{2g} \quad h_{ms} = \sum k \frac{v^2}{2g}$$

$$h_{ms} = 0,3 \frac{0,021^2}{2,9,8} \quad h_{ms} = 0,6 \frac{0,021^2}{2,9,8}$$

$$h_{ms} = 0,000006 \quad h_{ms} = 0,00013$$

Total kerugian sisi suction adalah 0,000136m

Menghitung kerugian minor sisi discharge

$$h_{md} = \sum k \frac{v^2}{2g} \quad h_{md} = \sum k \frac{v^2}{2g} \quad h_{md} = \sum k \frac{v^2}{2g}$$

$$h_{md} = 0,3 \frac{0,059^2}{2,9,8} \quad h_{md} = 0,6 \frac{0,059^2}{2,9,8} \quad h_{md} = 2 \cdot 0,2 \frac{0,059^2}{2,9,8}$$

$$h_{md} = 0,000051 \quad h_{md} = 0,000102 \quad h_{md} = 0,0005$$

Total kerugian sisi discharge adalah 0,000339m

3.Menghitung Head Minor menggunakan Impeller Modifikasi 20°

Menghitung kerugian minor sisi suction

$$h_{ms} = \sum k \frac{v^2}{2g} \quad h_{ms} = \sum k \frac{v^2}{2g}$$

$$h_{ms} = 0,3 \frac{0,016^2}{2,9,8} \quad h_{ms} = 0,6 \frac{0,016^2}{2,9,8}$$

$$h_{ms} = 0,39 \quad h_{ms} = 0,78$$

Total kerugian sisi suction adalah 1,17m

Menghitung kerugian minor sisi discharge

$$h_{md} = \sum k \frac{v^2}{2g} \quad h_{md} = \sum k \frac{v^2}{2g} \quad h_{md} = \sum k \frac{v^2}{2g}$$

$$h_{md} = 0,3 \frac{0,045^2}{2,9,8} \quad h_{md} = 0,6 \frac{0,045^2}{2,9,8} \quad h_{md} = 2 \cdot 0,2 \frac{0,045^2}{2,9,8}$$

$$h_{md} = 0,00003 \quad h_{md} = 0,00006 \quad h_{md} = 0,00004$$

Total kerugian sisi discharge adalah 0,000013m

4.1.7 Perhitungan Head Loss (h_l)

$$h_l = h_f + h_m$$

1. Head Loss impeller original

$$h_l = h_f + h_m$$

$$h_l = 2,24 + 0.00047$$

$$h_l = 2,24m$$

2. Head Loss impeller 26°

$$h_l = h_f + h_m$$

$$h_l = 0,0014 + 0,0044$$

$$h_l = 0,0058m$$

3. Head Loss impeller 20°

$$h_l = h_f + h_m$$

$$h_l = 0,6059 + 1,17$$

$$h_l = 1,77m$$

4.1.8 Perhitungan Head Total (h_t)

$$H = z + \Delta h_p + h_l + h_v$$

1. Head Total impeller original

$$H = z + \Delta h_p + h_l + h_v$$

$$H = 0,26m + 32,6m + 2,24m + 0,0033m$$

$$H = 35,10m$$

2. Head Total impeller 26°

$$H = z + \Delta h_p + h_l + h_v$$

$$H = 0,26m + 28,5m + 0,0058m + 0,0021m$$

$$H = 28,76m$$

3. Head Total impeller 20°

$$H = z + \Delta h_p + h_l + h_v$$

$$H = 0,26m + 36,6m + 1,77m + 0,0019m$$

$$H = 38,63m$$

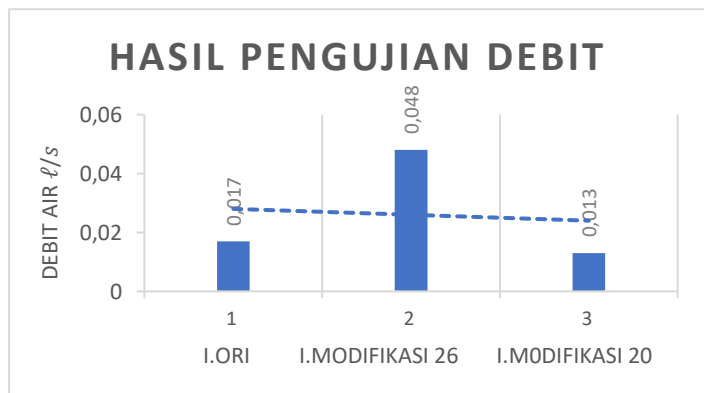
Tabel berikut menunjukkan hasil pengujian yang telah dilakukan dan sudah melewati pengolahan data

Tabel 4. 5 Hasil Pengujian

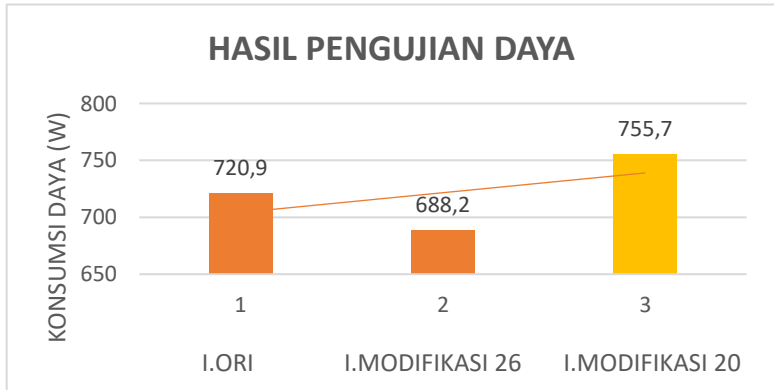
Hasil Pengujian Impeller			
Impeller	Debit	Daya	Head Pompa
Original	0,017 l/s	720,9Watt	35,10m
26°	0,048 l/s	688,2Watt	28,76m
20°	0,013 l/s	755,7Watt	38,63m

4.1.9 Diagram Hasil Pengujian

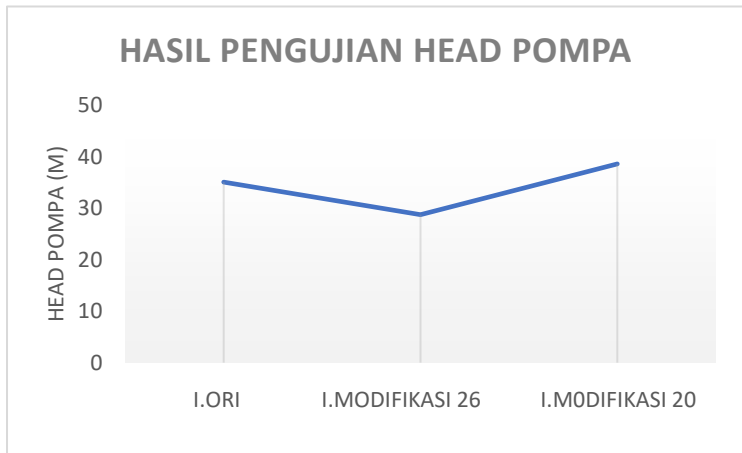
Berdasarkan dari pengujian dan perhitungan data pada 4.1.2 sampai 4.1.8 Berikut diagram hasil pengujian Impeller modifikasi dan original yang ditunjukkan pada diagram di bawah ini.



Gambar 4. 5 Diagram Hasil Pengujian Debit



Gambar 4. 6 Diagram Pengujian Daya



Gambar 4. 7 Diagram Pengujian Head Pompa

Berdasarkan grafik hasil pengujian terlihat bahwa perubahan sudut impeller memberikan pengaruh yang signifikan terhadap nilai debit, daya listrik, dan head pompa

yang dihasilkan. Hal ini disebabkan karena bentuk dan sudut impeller menentukan bagaimana energi mekanik dari motor diubah menjadi energi kinetik dan tekanan pada fluida.

Sedangkan pada pengujian menggunakan impeller bawaan pompa, diperoleh debit sebesar 0,017 L/s dengan daya 720,9 Watt serta head pompa sebesar 35,10 m. Nilai debit yang stabil menunjukkan bahwa impeller standar pabrik dirancang untuk menghasilkan kapasitas aliran yang stabil. Hal ini terjadi karena desain sudut sudu impeller telah disesuaikan dengan karakteristik pompa sehingga aliran fluida dapat bergerak lebih stabil

Kemudian pengujian menggunakan impeller dengan sudut 26° , debit yang dihasilkan mengalami kenaikan menjadi 0,048 L/s dengan daya 688,2 Watt dan head pompa 28,76 m. Kenaikan debit dan penurunan head pompa, ini dapat terjadi karena perubahan sudut sudu impeller mempengaruhi kecepatan fluida keluar dari impeller. Meskipun demikian, kebutuhan daya listrik yang lebih kecil menunjukkan bahwa impeller ini memiliki beban kerja yang lebih ringan terhadap motor penggerak dan lebih efisien

Sementara itu pada impeller dengan sudut 20° , debit yang dihasilkan menjadi paling kecil yaitu 0,013 L/s, namun menghasilkan head pompa paling tinggi yaitu 36,63 m dengan daya listrik 755,7 Watt. Kondisi ini menunjukkan bahwa sudut impeller yang lebih kecil cenderung meningkatkan tekanan fluida sehingga head pompa meningkat. Akan tetapi, peningkatan tekanan tersebut menyebabkan kapasitas aliran menjadi lebih kecil serta membutuhkan daya yang lebih besar untuk mempertahankan kinerja pompa.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 kesimpulan

Dari pengambilan data dan Analisa data dapat disimpulkan bahwa:

1. Impeller bawaan menghasilkan debit sebesar $0,017 \text{ l/s}$, sedangkan impeller modifikasi 26° menghasilkan debit $0,048 \text{ l/s}$, impeller 20° menghasilkan debit sebesar $0,013 \text{ l/s}$. Artinya Impeller modifikasi 26° menghasilkan debit tertinggi atau meningkat $182,35\%$ dibandingkan impeller bawaan. Sedangkan impeller 20° menghasilkan debit terendah atau menurun $23,53\%$ dari impeller bawaan. Dengan demikian, sudut 26° merupakan sudut yang paling optimal dalam meningkatkan debit.
2. Konsumsi daya motor pada saat menggunakan impeller bawaan mencapai $720,9 \text{ Watt}$ sedangkan impeller modifikasi 26° menghasilkan daya sebesar $688,2 \text{ Watt}$, impeller 20° menghasilkan daya sebesar $755,7 \text{ Watt}$. Artinya dalam penggunaan ke 3 impeller, menunjukkan bahwa impeller modifikasi 26° paling efisien, impeller bawaan paling seimbang sedangkan impeller 20° kurang efisien.
3. Head pompa pada impeller bawaan mencapai $35,10 \text{ m}$ sedangkan head pompa impeller modifikasi 26° mencapai $28,76 \text{ m}$, head pompa impeller 20° mencapai $38,63 \text{ m}$. Artinya impeller sudut 20° memiliki kemampuan menghasilkan tekanan paling tinggi, sedangkan impeller sudut 26° menghasilkan head terendah. Impeller bawaan menunjukkan karakteristik kerja yang lebih stabil karena berada di antara kedua variasi tersebut.

5.2 Saran

1. Penelitian selanjutnya disarankan untuk melakukan variasi sudut sudu impeller yang lebih beragam guna memperoleh desain impeller yang paling optimal terhadap peningkatan debit, head, dan efisiensi pompa.
2. Proses pembuatan impeller menggunakan metode 3D printing perlu memperhatikan kualitas pencetakan dan proses finishing permukaan untuk mengurangi kekasaran permukaan impeller sehingga aliran fluida dapat lebih stabil dan kehilangan energi dapat diminimalkan.
3. Pengujian selanjutnya dapat dilakukan dengan variasi kondisi instalasi pipa, seperti perubahan panjang pipa, diameter pipa, dan jumlah sambungan, agar pengaruh kerugian aliran (head loss) tidak semakin tinggi

DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. N. Z. A. Yakob Iskandar¹, "Pengaruh Jumlah Sudu Impeller Terhadap Debit Air yang Dihasilkan," *JOURNAL OF MECHANICAL ENGINEERING*, , p. 80, 2021.
- [2] A. T. Condrowati, MODIFIKASI SUDU-SUDU IMPELLER PADA POMPA AIR DENGAN DAYA 125W, SAMPANG, 2018.
- [3] 2. Ademson Manuel Jose Sianturi, "Analisis Pengaruh Variasi Kemiringan Sudu Impeller Terhadap Unjuk Kerja Pompa Air Irigasi," Maret.
- [4] W. S. D. Munawar Alfansury Siregar, "Pengaruh Variasi Sudut Keluar Impeler Terhadap Performace Pompa Sentrifugal," *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi*, vol. 3, pp. 166-167, 2020.
- [5] Mustakim, "PENGARUH KECEPATAN SUDUT TERHADAP EFISIENSI POMPA SENTRIFUGAL JENIS TUNGGAL," *Jurnal Teknik Mesin Univ. Muhammadiyah Metro*, vol. 4, p. 79, 2015.
- [6] A. Fahrudin, "PERANCANGAN POMPA AIR SENTRIFUGAL, TINGGI KENAIKAN (H₄), KAPASITAS (Q) 40M/JAM, DENGAN PUTARAN 1450 RPM," *TEDC*, vol. 14, p. 145, 2020.
- [7] S. A. HARIS, "ANALISIS KEPRESISIAN PADA PENCETAKAN 3D DENGAN VARIASI SUMBU Z

TUNGGAL DAN GANDA MENGGUNAKAN
MATERIAL FILAMEN PLA," SEMARANG, 2024.

- [8] Bima Agung Setiawan dkk, "ANALISIS PENGARUH TINGKAT KELEMBABAN FILAMEN PLA TERHADAP NILAI KEKUATAN MEKANIK HASIL CETAK 3D PRINTING," *JURNAL DINAMIA VOKASI TEKNIK MESIN*, vol. 7, p. 2, 2022.
- [9] d. Pristiansyah, "parameter Proses 3D Printing terhadap Kekuatan Tarik Filamen PLA+ Menggunakan metode Tauguchi," *Jurnal Kajian Ilmiah dan Teknologi Teknik Mesin*, vol. 10, p. 1, 2025.
- [10] d. Calvin Chen, "Pengaruh Parameter Pemesinan Terhadap Kekasaran Produk Piston 3D Printing FDM Dengan Menggunakan Bahan ABS," *Jurnal Ilmiah Indonesia*, vol. 7, p. 1, 2022.
- [11] M. M. D. Kurniawan, "ANALISA KEBUTUHAN DAYA MOTOR BERDASARKAN KAPASITAS," *Mesin Peniris dan Pencampur Bumbu Makanan Ringan*, vol. 03, p. 18, 2015.
- [12] Admara, dkk, "penggunaan energi listrik motor induksi 1 pasa akibat perubahan besaran kapasitor," *jurnal sain energi, teknologi, dan industri*, vol. 4, p. 4, 2020.
- [13] E. P. Putro, "ANALISIS HEAD POMPA SENTRIFUGAL PADA RANGKAIAN SERI DAN PARALEL," *Media Mesin: Majalah Teknik Mesin*, pp. 46-56, 2020.

- [14] A. TAHER, MODIFIKASI IMPELLER POMPA SENTRIFUGAL, SURABAYA, 2020.
- [15] d. Andi Putri Jul Azkina, "Analisis Kehilangan Energi pada Pipa PVC dan Galvanis dengan menggunakan Persamaan Darcy-Weisbach dan HazenWilliams," *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Teknik Sipil*, vol. 10, p. 6, 2025.
- [16] S. Gideon, "Evaluasi Kuantitatif serta Analisis Kerugian Mayor dan Minor pada Sistem Perpipaan NaOH 29-31% di Chlor Alkali Plant PT , Posea," *Publikasi Ilmu Keteknikan Industri, Teknik Elektro dan Informatika*, vol. 3, p. 6, 2025.
- [17] Helmizar, "Studi Eksperimental Pengukuran Head Losses Mayor (pipa PVC diameter 3/4) dan Head Losses Minor (Belokan Knee 90 Diameter 3/4) Pada Sistem Instalasi Pipa," *Dinamika Jurnal Ilmiah Teknk Mesin*, vol. 1, p. 4, 2010.
- [18] "Efek tinggi hisp terhadap kapasitas pompa sentrifugal," *Artikel Mesin & Manufaktur*, vol. 5, p. 6, 2024.

LAMPIRAN

