

TUGAS AKHIR

ANALISA PENGARUH SUDUT SUDU *IMPELLER* PADA UNJUK KERJA *BLOWER* SENTRIFUGAL

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

Disusun Oleh:

SULTANUL ARI AZKAR
1507230252



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2019**

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Sultanul Ari Azkar
NPM : 1507230252
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Skripsi : Analisa Pengaruh Sudut Sudu *Impeller* Pada Unjuk Kerja
Blower Sentrifugal
Bidang ilmu : Konversi Energi

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 23 September 2019

Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Penguji I



Chandra A Siregar, S.T., M.T

Dosen Penguji II



Bekti Suroso, S.T., M.Eng

Dosen Penguji III



Khairul Umurani, S.T., M.T

Dosen Penguji IV



H. Muharnif, S.T., M.Sc

Program Studi Teknik Mesin
Ketua,




Affandi, S.T., M.T

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Sultanul Ari Azkar
Tempat/Tanggal Lahir : Tanjung Pura/14 Februari 1998
NPM : 1507230252
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Mesin

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan Tugas Akhir saya yang berjudul:

“Analisa Pengaruh Sudut Sudu *Impeller* Pada Unjuk Kerja *Blower* Sentrifugal”,

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan non-material, ataupun segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinal dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/kesarjanaan saya.

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 23 September 2019



Saya yang menyatakan,

Sultanul Ari Azkar

ABSTRAK

Blower sentrifugal adalah sebuah mesin sentrifugal yang berkecepatan tinggi yang berfungsi sebagai penghembus dengan memanfaatkan udara atau gas dengan gaya sentrifugal ke tekanan akhir. Di dalam *blower* terdapat sudu-sudu *impeller* yang berfungsi sebagai penyalur udara dari tekanan yang rendah ke tekanan yang tinggi. Tujuan penelitian untuk mengetahui unjuk kerja yang dihasilkan *blower* sentrifugal pada sudut sudu *impeller blower* yang berbeda. Untuk meneliti unjuk kerja pada *blower* dengan sudut sudu *impeller* yang berbeda maka diperlukan alat *wattmeter*, *anemometer*, dan *tachometer*. Metode dalam penelitian ini menggunakan metode eksperimen untuk memperoleh pengaruh sudut sudu *impeller* yang berbeda terhadap efisiensi, kecepatan angin, *pressure drop*, daya motor, dan kapasitas *blower* sentrifugal. Diketahui sudut sudu *impeller* yaitu 72° , 109° , 136° dan putaran *impeller* 1100 rpm dan jenis *impeller* yaitu *backward curve blade*. Dari hasil penelitian dan perhitungan diperoleh semakin besar sudut sudu pada *impeller* maka semakin besar pula efisiensi, kecepatan angin, *pressure drop*, daya motor dan kapasitas yang dihasilkan. Efisiensi terbesar terjadi pada sudut sudu *impeller* 136° dengan nilai yaitu 0.0081 % pada putaran *impeller* 1100 rpm. Kecepatan angin terbesar terjadi pada sudut sudu *impeller* 136° dengan nilai yaitu 19.64 km/h pada putaran *impeller* 1100 rpm. *Pressure drop* terbesar terjadi pada sudut sudu *impeller* 136° dengan nilai yaitu 107.02 Pa pada putaran *impeller* 1100 rpm. Daya motor terbesar terjadi pada sudut sudu *impeller* 136° dengan nilai yaitu 52.42 W pada putaran *impeller* 1100 rpm. Dan kapasitas terbesar terjadi pada sudut sudu *impeller* 136° dengan nilai yaitu 117.84 m³/h pada putaran *impeller* 1100 rpm.

Kata kunci: *Blower* sentrifugal, *impeller*, sudut sudu, dan unjuk kerja.

ABSTRACT

Centrifugal blower is a high-speed centrifugal machine that functions as a blower by utilizing air or gas with centrifugal force to the final pressure. Inside the blower there are impeller blades which function as an air distributor from low pressure to high pressure. The purpose of this study was to determine the performance of centrifugal blowers produced at different blades impeller blower angles. To examine the performance of blowers with different impeller blade angles, a wattmeter, anemometer and tachometer are needed. The method in this study uses an experimental method to obtain the effect of different impeller blade angles on efficiency, wind speed, pressure drop, motor power, and the capacity of a centrifugal blower. The impeller blade angle is 72° , 109° , 136° and the impeller rotation is 1100 rpm and the type of impeller is the backward curve blade. From the results of research and calculations obtained the greater the angle of the impeller at the impeller, the greater the efficiency, wind speed, pressure drop, motor power and the resulting capacity. The greatest efficiency occurs at the impeller blade angle of 136° with a value that is 0.0081 % at 1100 rpm impeller rotation. The biggest wind speed occurs at the impeller blade angle of 136° with a value of 19.64 km/h at the impeller rotation of 1100 rpm. The biggest pressure drop occurs at the angle of the impeller blade 136° with a value of 107.02 Pa at 1100 rpm impeller rotation. The largest motor power occurs at the angle of the impeller blade 136° with a value of 52.42 W at 1100 rpm impeller rotation. And the largest capacity occurs at the impeller blade angle of 136° with a value of 117.84 m³/h at the impeller rotation of 1100 rpm.

Keywords: centrifugal blowers, impellers, blade angles, and performance.

KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah Subhanahu wa Ta'ala yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “Analisa Pengaruh Sudut Sudu *Impeller* Pada Unjuk Kerja *Blower* Sentrifugal” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

Banyak pihak telah membantu dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini, untuk itu penulis menghaturkan rasa terimakasih yang tulus dan dalam kepada:

1. Bapak Khairul Umurani, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing I dan penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis sehingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik, sekaligus sebagai Wakil Dekan III Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
2. Bapak H. Muharnif, S.T., M.Sc., selaku Dosen Pembimbing II dan penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis sehingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik.
3. Bapak Chandra A Siregar, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing I dan penguji yang telah memberikan bimbingannya, masukan dan bantuan hingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik, sekaligus sebagai Sekretaris Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Bapak Bakti Suroso, S.T., M.Eng., selaku Dosen Pembimbing II dan penguji yang telah memberikan bimbingannya, masukan dan bantuan hingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik.
5. Bapak Affandi, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin yang telah memberikan perhatian kepada penulis sehingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik.
6. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T., M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah memberikan

perhatian kepada penulis sehingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik.

7. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu tentang teknik mesin kepada penulis.
8. Ayah tercinta Nano Suhana, Ibu tercinta Siti Khadijah dan adik tersayang Yuda Fakhri Roza dan Yudi Fakhru Rozi, serta seluruh keluarga yang telah memberikan bantuan moril maupun materil serta nasehat dan doanya untuk penulis demi selesainya Tugas Akhir ini.
9. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
10. Adik saya Zayyan Zahra, yang telah memberikan semangat dan dukungan yang tulus kepada penulis untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.
11. Sahabat-sahabat seperjuangan Habiburrahman, Fariz Abdilah, S.T., M. Numai Matabanas, Dicky Ibnunizar Nasution, S.T., Bagus Rinaldi Afif, Rian Suma Pratama, Fariz Aulia Rachman, Habibi Pulungan, Suyatno Eko Handoko dan lainnya terkhusus Teknik Mesin stambuk 2015 yang tidak mungkin namanya disebut satu per satu.
12. Rekan-rekan Rumah Ceria Bahagia (RCB) terkhusus Abangda Andre Andana, S.T., Guntur Amanda, Irfan Novri, dan lainnya yang telah memberikan dukungan, bantuan, serta motivasi dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
13. Seluruh anggota Paskibra MAN 2 Model Medan terkhusus kepada seluruh angkatan 17 dan para pelatih Paskibra MAN 2 Model Medan.

Laporan Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis di masa depan. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi dunia konstruksi teknik mesin.

Medan, 23 September 2019



Sultanul Ari Azkar

DAFTAR ISI

| | |
|---|-------------|
| HALAMAN PENGESAHAN | ii |
| SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR | iii |
| ABSTRAK | iv |
| ABSTRACT | v |
| KATA PENGANTAR | vi |
| DAFTAR ISI | viii |
| DAFTAR TABEL | x |
| DAFTAR GAMBAR | xi |
| DAFTAR NOTASI | xii |
| | |
| BAB 1 PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1. Latar Belakang | 1 |
| 1.2. Rumusan Masalah | 2 |
| 1.3. Ruang Lingkup | 2 |
| 1.4. Tujuan Penelitian | 2 |
| 1.4.1. Tujuan Umum | 2 |
| 1.4.2. Tujuan Khusus | 3 |
| 1.5. Manfaat Penelitian | 3 |
| | |
| BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA | 4 |
| 2.1. Teori Dasar | 4 |
| 2.2. <i>Blower</i> | 4 |
| 2.3. Klasifikasi <i>Blower</i> | 5 |
| 2.3.1. <i>Blower</i> Sentrifugal | 5 |
| 2.3.1.1. <i>Radial Blade</i> | 6 |
| 2.3.1.2. <i>Forward-curved Blade</i> | 7 |
| 2.3.1.3. <i>Backward-curved Blade</i> | 7 |
| 2.3.2. <i>Positive Displacement Blower</i> | 9 |
| 2.3.2.1. <i>Vane Blower</i> | 10 |
| 2.4. Prinsip Kerja <i>Blower</i> Sentrifugal | 11 |
| 2.5. Kurva Kinerja <i>Blower</i> | 12 |
| 2.6. Kurva Segitiga Kecepatan <i>Blower</i> Sentrifugal | 13 |
| 2.7. Hukum <i>Blower</i> | 15 |
| 2.8. Kinerja atau Efisiensi <i>Blower</i> | 15 |
| 2.8.1. Kinerja/Efisiensi <i>Blower</i> | 16 |
| 2.9. Perawatan <i>Blower</i> | 17 |
| 2.9.1. Masalah Yang Sering Timbul Pada <i>Blower</i> | 17 |
| 2.9.2. Pemeliharaan Rutin | 18 |
| | |
| BAB 3 METODOLOGI | 20 |
| 3.1. Tempat dan Waktu | 20 |
| 3.1.1. Tempat | 20 |
| 3.1.2. Waktu | 20 |

| | | |
|--------------|---|-----------|
| 3.2. | Bahan dan Alat | 21 |
| 3.2.1. | Bahan | 21 |
| 3.2.2. | Alat | 23 |
| 3.3. | Bagan Alir Penelitian | 32 |
| 3.4. | Metode Pengumpulan Data | 33 |
| 3.5. | Metode Pengolahan Data | 33 |
| 3.6. | Pengamatan dan Tahap Pengujian | 33 |
| 3.6.1. | Pengamatan Pengujian | 33 |
| 3.6.2. | Tahap Pengujian | 34 |
| 3.7. | Prosedur Penggunaan Alat Uji | 34 |
| 3.7.1. | Prosedur Pengujian Unjuk Kerja <i>Blower</i> Sentrifugal | 34 |
| 3.8. | Pengambilan Data | 36 |
| 3.8.1. | Pengambilan Data Unjuk Kerja <i>Blower</i> Sentrifugal | 36 |
| BAB 4 | HASIL DAN PEMBAHASAN | 37 |
| 4.1. | Hasil Pengujian | 37 |
| 4.1.1. | Hasil Pengujian Sudut Sudu <i>Impeller</i> Terhadap Daya Motor Pada Putaran <i>Impeller</i> Yang Sama | 37 |
| 4.1.2. | Hasil Pengujian Sudut Sudu <i>Impeller</i> Terhadap Kecepatan Angin Pada Putaran <i>Impeller</i> Yang Sama | 38 |
| 4.1.3. | Hasil Perhitungan Sudut Sudu <i>Impeller</i> Terhadap <i>Pressure Drop</i> Pada Putaran <i>Impeller</i> Yang Sama | 39 |
| 4.1.4. | Hasil Perhitungan Sudut Sudu <i>Impeller</i> Terhadap Kapasitas Pada Putaran <i>Impeller</i> Yang Sama | 40 |
| 4.2. | Pengolahan dan Perhitungan Data | 41 |
| 4.2.1. | Perhitungan Efisiensi Pada <i>Blower</i> Sentrifugal | 41 |
| BAB 5 | KESIMPULAN DAN SARAN | 46 |
| 5.1. | Kesimpulan | 46 |
| 5.2. | Saran | 46 |
| | DAFTAR PUSTAKA | 47 |
| | LAMPIRAN | |
| | LEMBAR ASISTENSI | |
| | DAFTAR RIWAYAT HIDUP | |

DAFTAR TABEL

| | | |
|------------|--|----|
| Tabel 2.1. | Perbandingan Antara <i>Fan</i> , <i>Blower</i> , dan Kompresor | 4 |
| Tabel 2.2. | Tabel Perbandingan <i>Blower</i> Sentrifugal | 8 |
| Tabel 3.1. | Waktu Pelaksanaan | 20 |
| Tabel 4.1. | Data Hasil Pengujian Daya Motor | 37 |
| Tabel 4.2. | Data Hasil Pengujian Kecepatan Angin | 38 |
| Tabel 4.3. | Data Hasil Perhitungan <i>Pressure Drop</i> | 39 |
| Tabel 4.4. | Data Hasil Perhitungan Kapasitas | 40 |

DAFTAR GAMBAR

| | | |
|--------------|--|----|
| Gambar 2.1. | <i>Blower</i> Sentrifugal | 6 |
| Gambar 2.2. | <i>Radial Blade</i> | 6 |
| Gambar 2.3. | <i>Forward-curved Blade</i> | 7 |
| Gambar 2.4. | <i>Backward-curved Blade</i> | 7 |
| Gambar 2.5. | <i>Positive Displacement Blower</i> | 9 |
| Gambar 2.6. | <i>Sliding Vane</i> | 10 |
| Gambar 2.7. | Fleksibel <i>Vane</i> | 10 |
| Gambar 2.8. | Prinsip Kerja <i>Blower</i> Sentrifugal | 11 |
| Gambar 2.9. | Kurva Kinerja <i>Fan</i> | 13 |
| Gambar 2.10. | Diagram Vektor Kecepatan Keluaran Bilah <i>Backward Inclined</i> | 14 |
| Gambar 2.11. | Diagram Vektor Kecepatan Bilah <i>Radial</i> | 14 |
| Gambar 2.12. | Diagram Vektor Kecepatan Keluaran Bilah <i>Forward-curved</i> | 14 |
| Gambar 3.1. | Kayu Mindi | 21 |
| Gambar 3.2. | Papan Berlapis Tiga (<i>Triplek</i>) | 21 |
| Gambar 3.3. | <i>Blower</i> Sentrifugal | 22 |
| Gambar 3.4. | <i>Impeller</i> | 22 |
| Gambar 3.5. | Jangka | 23 |
| Gambar 3.6. | Meteran | 23 |
| Gambar 3.7. | Gergaji Selendang | 24 |
| Gambar 3.8. | Lem Kayu | 24 |
| Gambar 3.9. | Ketam Kayu | 25 |
| Gambar 3.10. | Gerinda | 25 |
| Gambar 3.11. | Mesin Bor Duduk | 26 |
| Gambar 3.12. | Baut <i>Set</i> | 26 |
| Gambar 3.13. | <i>Packing</i> | 27 |
| Gambar 3.14. | Kertas Milimeter | 27 |
| Gambar 3.15. | Neraca Digital | 28 |
| Gambar 3.16. | Minyak | 28 |
| Gambar 3.17. | Suntik | 29 |
| Gambar 3.18. | Motor <i>Fan Indoor AC</i> | 29 |
| Gambar 3.19. | Pengatur Kecepatan Kipas (<i>Regulator</i>) dan <i>Kapasitor</i> | 30 |
| Gambar 3.20. | <i>Tachometer</i> | 30 |
| Gambar 3.21. | <i>Anemometer</i> | 31 |
| Gambar 3.22. | <i>Wattmeter</i> | 31 |
| Gambar 3.23. | Bagan Alir Penelitian | 32 |
| Gambar 4.1. | Grafik Perbandingan Sudut Sudu <i>Impeller</i> Terhadap Daya Motor | 37 |
| Gambar 4.2. | Grafik Perbandingan Sudut Sudu <i>Impeller</i> Terhadap Kecepatan Angin | 38 |
| Gambar 4.3. | Grafik Perbandingan Sudut Sudu <i>Impeller</i> Terhadap <i>Pressure drop</i> | 39 |
| Gambar 4.4. | Grafik Perbandingan Sudut Sudu <i>Impeller</i> Terhadap Kapasitas | 40 |

DAFTAR NOTASI

| | | |
|----------------------|------------------|--------------------------------------|
| Arus listrik | I | (A) |
| Berat jenis | γ | (kg/m ² .s ²) |
| Daya pada motor | P _{in} | (W) |
| Daya pada udara | P _{out} | (W) |
| Efisiensi | η | (%) |
| Gaya yang diberikan | F | (N) |
| <i>Head</i> | H | (m) |
| Kapasitas | Q | (m ³ /s) |
| Kecepatan udara | v | (m/s) |
| Lengan gaya | ℓ | (m) |
| Luas penampang | A | (m ²) |
| Massa <i>fluida</i> | m | (gr) |
| Massa jenis | ρ | (kg/m ³) |
| Percepatan gravitasi | g | (m/s ²) |
| <i>Pressure Drop</i> | Δp | (Pa) |
| Tegangan listrik | V | (V) |
| Torsi | T | (Nm) |
| Volume <i>fluida</i> | V | (cm ³) |

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada zaman sekarang ini, mesin memiliki peranan yang sangat penting dalam kehidupan sehari-hari, baik itu di suatu industri yang besar maupun industri yang kecil. Mesin-mesin konversi energi dibutuhkan untuk mempermudah suatu pekerjaan supaya pekerjaan menjadi terlihat lebih cepat dan lebih efektif, serta mengubah energi-energi potensial yang ada di alam, menjadi suatu energi yang dapat digunakan.

Blower sentrifugal adalah sebuah mesin sentrifugal yang berkecepatan tinggi yang berfungsi sebagai penghembus dengan memanfaatkan udara atau gas dengan gaya sentrifugal ke tekanan akhir (Ardiansyah, 2006). Pemakaian *blower* pada saat sekarang ini sudah bersifat menyeluruh, mulai dari industri, laboratorium hingga gedung-gedung perkantoran komersil. Pemakaian *blower* pada industri lebih banyak digunakan sebagai salah satu komponen dalam proses produksi, selain itu *blower* dapat berfungsi juga sebagai pembuang gas-gas beracun yang ada pada ruangan, baik itu gas beracun yang keluar karena aktivitas kerja di dalam ruangan maupun gas-gas beracun yang secara alami keluar dari permukaan bumi. Sedangkan pemakaian *blower* pada laboratorium dan gedung-gedung perkantoran komersil biasanya digunakan sebagai penyegar udara. Disinilah letak betapa pentingnya *blower* sebagai sarana penunjang pada aktivitas kerja (Yunus, Abidin, & Sudrajat, 2011).

Di dalam *blower* terdapat sudu-sudu *impeller* yang berfungsi sebagai penyalur udara dari tekanan yang rendah ke tekanan yang tinggi. *Impeller* yang dipasang pada poros *blower* langsung berhubungan dengan motor penggerak, biasanya motor listrik atau motor bakar. Poros pada *blower* akan berputar jika penggeraknya juga berputar. Karena poros pada *blower* berputar, *impeller* dengan sudu-sudu *impeller* nya berputar, dan udara yang ada di dalamnya pun akan ikut berputar, sehingga tekanan dan kecepatannya menjadi naik. Maka fungsi *impeller* pada *blower* adalah untuk mengubah energi mekanik yaitu putaran pada *impeller* menjadi energi *fluida* (udara). Jadi, udara yang masuk pada *blower* akan mengalami penambahan energi.

Dalam penggunaan *blower*, sangatlah penting untuk memperhitungkan unjuk kerja yang ada pada *blower*. Sebagaimana halnya dengan pompa, sangat sedikit yang diketahui tentang pengaruh bentuk sudu pada efisiensi dan tinggi-tekan *blower*. Spyridon (2012) melakukan penelitian dengan memvariasikan 3 *impeller* tertutup dengan sudu masuknya 9° , 15° , 21° sedangkan sudu keluar tetap 20° . Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pada putaran *impeller* yang sama, nilai sudut masuk semakin besar maka kecepatan angin, *head*, kapasitas, dan efisiensi semakin besar (Nugroho, M, & Himawanto, 2014). Dari hasil penelitian tersebut maka penulis mengambil penelitian tentang variasi sudut sudu pada *impeller* dengan sudut sudu yaitu 72° , 109° , dan 136° serta kecepatan putaran *impeller* sama yaitu 1100 rpm terhadap efisiensi *blower sentrifugal*.

Berdasarkan latar belakang tersebut maka penulis membuat tugas akhir (skripsi) dengan judul: “Analisa Pengaruh Sudut Sudu *Impeller* Pada Unjuk Kerja *Blower Sentrifugal*”.

1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah bagaimana unjuk kerja yang dihasilkan *blower sentrifugal* pada sudut sudu *impeller* yang berbeda?

1.3 Ruang Lingkup

Adapun hal-hal yang akan dibatasi dalam tugas akhir ini adalah:

1. Tiga buah *impeller* dengan sudut sudu *impeller* yang berbeda yaitu 72° , 109° , dan 136° .
2. Besar diameter *impeller* 200 mm dan jumlah sudu yaitu 8 sudu.
3. Kecepatan putaran *impeller* yaitu 1100 rpm.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dalam penelitian ini dapat dibagi menjadi dua bagian yaitu tujuan umum dan tujuan khusus. Adapun sebagai berikut:

1.4.1 Tujuan Umum

Adapun tujuan umum dari penelitian ini adalah untuk mengetahui unjuk kerja yang dihasilkan *blower sentrifugal* pada sudut sudu *impeller blower* yang berbeda.

1.4.2 Tujuan Khusus

1. Untuk menguji *impeller* dengan sudut sudu yang berbeda pada unjuk kerja *blower* sentrifugal.
2. Untuk menghitung unjuk kerja *blower* sentrifugal pada sudut sudu *impeller* yang berbeda.
3. Untuk menilai sudut sudu *impeller* yang lebih efektif terhadap unjuk kerja *blower* sentrifugal.

1.5 Manfaat Penelitian

1. Dapat menambah wawasan dan ilmu pengetahuan tentang *blower*.
2. Memberikan informasi kepada masyarakat luas tentang unjuk kerja *blower* sentrifugal dengan sudut sudu *impeller* yang berbeda.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Teori Dasar

Pada dasarnya pengertian *blower* sama dengan *fan*, namun *blower* dapat menghasilkan tekanan statik yang lebih tinggi. Dalam ilmu keteknikan, *fan* dan *blower* dikategorikan sebagai peralatan yang menghasilkan tekanan relatif rendah, sedangkan kompresor menghasilkan tekanan yang lebih tinggi (Church & Harahap, 1990).

Secara teknis, *fan*, *blower*, dan kompresor merupakan alat atau mesin yang berbeda tetapi memiliki fungsi yang sama yaitu memindahkan sejumlah udara atau gas pada tekanan tertentu. Sebutan *fan* digunakan untuk menyatakan mesin yang tekanannya tidak melebihi dari 2 psig, sedangkan *blower* digunakan untuk menyatakan mesin dengan tekanan *discharge* antara 2 – 10 psig, dan untuk mesin dengan tekanan di atas 10 psig disebut sebagai kompresor. Sebutan *Blower* juga digunakan untuk kompresor rotari (*positive displacement*) dengan kapasitas aliran rendah yang memiliki rasio kompresi tinggi (Dietzel & Daksa, 1988).

Fan, *blower* dan kompresor dibedakan oleh cara yang digunakan untuk menggerakkan udara, dan oleh tekanan sistem operasinya (Handayani & Utami ST. MT, 2010). *The American Society of Mechanical Engineers* (ASME) menggunakan rasio spesifik, yaitu rasio tekanan pengeluaran terhadap tekanan hisap, untuk mendefinisikan *fan*, *blower*, dan kompresor seperti pada tabel 2.1.

Tabel 2.1. Perbandingan Antara *Fan*, *Blower*, dan Kompresor (Ganasean, n.d.)

| Peralatan | Perbandingan Spesifik | Kenaikan Tekanan (mmWg) |
|---------------|-----------------------|-------------------------|
| <i>Fan</i> | 1.11 | 1136 |
| <i>Blower</i> | 1.11-1.20 | 1136 – 2066 |
| Kompresor | Lebih dari 1.20 | - |

Pada tinjauan pustaka ini akan dititik beratkan pada pembahasan mengenai *blower*, mulai dari pengertian-pengertian dasar hingga analisa data pada *blower*.

2.2 *Blower*

Blower merupakan sebuah mesin sentrifugal yang berkecepatan tinggi yang digunakan sebagai penghembus dengan memanfaatkan udara atau gas dengan gaya sentrifugal ke tekanan akhir melalui suatu *impeller* yang berputar, sehingga mengakibatkan adanya perubahan energi kinetis menjadi energi potensial

(Adriansyah, 2006). *Blower* memiliki prinsip yang sama dengan kompresor yaitu alat penggeraknya berupa motor listrik atau *engine*.

2.3 Klasifikasi *Blower*

Adapun dua jenis utama *blower*, yaitu *blower* sentrifugal dan *blower positive displacement* yang akan dijelaskan di bawah ini.

2.3.1 *Blower* Sentrifugal

Blower sentrifugal mengolah udara atau gas yang masuk dalam arah aksial dan keluar dalam arah radial. Tipe *blower* ini mempunyai 3 sudu yaitu sudu radial atau lurus, sudu bengkol maju (*forward-curved blade*), dan sudu bengkol mundur (*backward-curved blade*).

Sebagaimana halnya dengan pompa, sangat sedikit yang diketahui tentang pengaruh bentuk sudu pada efisiensi dan tinggi-tekan *blower*. Karena gas-gas lebih elastis daripada cairan, pengaruh-pengaruh tersebut agaknya tidak begitu mencolok (Church & Harahap, 1990). Spyridon (2012) melakukan penelitian dengan memvariasikan 3 impeller tertutup dengan sudu masuknya 9° , 15° , 21° sedangkan sudu keluar tetap 20° . Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pada kapasitas yang sama, nilai sudut masuk semakin besar maka head, dan efisiensi semakin besar (Nugroho, M, & Himawanto, 2014).

Satu keistimewaannya adalah bahwa aliran udara lebih kepada turun secara drastis begitu tekanan sistem meningkat, yang mana bisa saja merupakan kerugian pada sistem pengangkutan bahan yang tergantung pada volum udara yang konstan. Maka dari itu, alat ini biasa dipakai untuk penggunaan sistem yang cenderung tidak terjadi penyumbatan.

Blower sentrifugal terlihat lebih seperti pompa sentrifugal daripada *fan*. *Impeller* nya digerakan oleh gir dan berputar hingga 15000 rpm. Pada *blower multi-stage*, udara dipercepat setiap melewati *impeller*. Pada *blower single-stage*, udara tidak mengalami banyak belokan, sehingga lebih efisien daripada *blower multi-stage*. *Blower* sentrifugal bekerja melawan tekanan 0.35 sampai 0.70 kg/cm², namun dapat mencapai tekanan yang lebih tinggi (BEE, 2004). *Blower* sentrifugal dapat dilihat pada gambar 2.1.



Gambar 2.1. *Blower* Sentrifugal (*Fan Air Company*)

Berdasarkan bentuk sudut *impeller* nya, *blower* sentrifugal terbagi atas 3 jenis yaitu:

2.3.1.1 *Radial Blade*

Kebanyakan *blower* sudu radial ini digunakan dalam penggunaan yang mempunyai temperatur tinggi dan diameter yang besar. Sudu yang dalam arah radial ini memiliki tegangan (*stress*) yang sangat rendah dibandingkan dengan sudu bengkol maju maupun mundur. Pada *blower* ini, *impeller* memiliki 4 – 12 sudu dan kebanyakan beroperasi pada kecepatan rendah, seperti pada gambar 2.2. *Blower* ini sering dipakai dalam kerja buangan (*exhaust work*), terutama untuk gas-gas yang memiliki temperatur tinggi dan dengan suspensi dalam alirannya.



Gambar 2.2. *Radial Blade* (*Blower*, n.d.)

2.3.1.2 *Forward-curved Blade*

Forward-curved blade memiliki bentuk sudu yang arah lengkungannya bagian ujung terpasang di atas searah dengan putaran roda, seperti pada gambar 2.3. *Blower* ini menyalurkan gas buang pada kecepatan yang sangat tinggi. Tekanan yang dapat dihasilkan oleh *blower* ini lebih rendah daripada tekanan yang dihasilkan oleh dua sudu yang lainnya. Pada *blower* ini, banyaknya sudu dalam *impeller* tersebut bisa mencapai 50, sedangkan kecepatannya bisa mencapai 3600 rpm. *Forward-curved blade* ini memiliki susunan sudu yang sama dengan *backward-curved blade*.



Gambar 2.3. *Forward-curved Blade* (Blower, n.d.)

2.3.1.3 *Backward-curved Blade*

Backward-curved blade, seperti pada gambar 2.4. memiliki susunan sudu yang sama dengan *forward-curved blade*. *Blower* ini dipakai ketika diperlukan tekanan buang yang lebih tinggi. *Blower* ini dipakai dalam berbagai penggunaan. *Blower* jenis *backward* dan *forward curved* mempunyai tegangan yang jauh lebih besar dibandingkan *blower* jenis radial.



Gambar 2.4. *Backward-curved Blade* (Blower, n.d.)

Adapun 3 jenis *blower* sentrifugal di atas memiliki beberapa keuntungan dan kerugian tersendiri, seperti pada tabel 2.2.

Tabel 2.2. Tabel Perbandingan *Blower* Sentrifugal (US DOE, 1989)

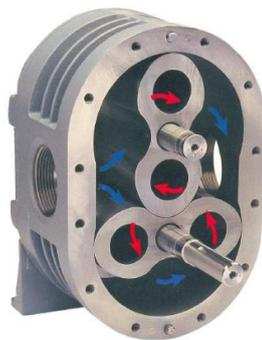
| Jenis <i>Blower</i> dan <i>Blade</i> | Keuntungan | Kerugian |
|---|---|---|
| <i>Blower</i> radial dengan sudu datar | <ul style="list-style-type: none"> • Cocok untuk tekanan statis tinggi dan suhu tinggi • Rancangannya sederhana sehingga dapat dipakai untuk unit penggunaan khusus • Sangat tahan lama • Memiliki jarak ruang kerja yang lebih besar yang berguna untuk <i>handling</i> padatan yang terbang | <ul style="list-style-type: none"> • Hanya cocok untuk laju aliran udara rendah sampai medium |
| <i>Blower</i> yang melengkung kedepan, dengan sudu yang melengkung kedepan | <ul style="list-style-type: none"> • Dapat menggerakkan volum udara yang besar terhadap tekanan yang relatif rendah • Ukurannya relatif kecil • Tingkat kebisingannya rendah (disebabkan rendahnya kecepatan) dan sangat cocok digunakan untuk pemanasan perumahan, ventilasi, dan penyejuk udara (HVAC) | <ul style="list-style-type: none"> • Hanya cocok untuk layanan penggunaan yang bersih, bukan untuk layanan kasar dan bertekanan tinggi • Keluaran <i>blower</i> sulit untuk diatur secara tepat • Penggerak harus dipilih secara hati-hati untuk menghindari beban motor berlebih sebab kurva daya meningkat sejalan dengan aliran udara |
| <i>Backward-curved blade</i> , dengan sudu yang miring jauh dari arah putaran | <ul style="list-style-type: none"> • Dapat beroperasi dengan perubahan tekanan statis • Cocok untuk sistem yang tidak menentu pada aliran udara tinggi • Cocok untuk layanan <i>forced-draft</i> | <ul style="list-style-type: none"> • <i>Blower</i> dengan sudu lengkung lebih efisien • <i>Blower</i> dengan sudu <i>airfoil</i> yang tipis adalah yang paling efisien pengangkatan yang dihasilkan oleh tipe sudu |

- *Blower* dengan sudu datar lebih kuat
 - *Blower* dengan sudu lengkung lebih efisien
 - *Blower* dengan sudu *airfoil* yang tipis adalah yang paling efisien
 - *Blower* sudu *airfoil* yang tipis akan menjadi sasaran erosi
-

2.3.2 *Positive Displacement Blower*

Positive displacement Blower ini mempunyai putaran yang "menjebak" udara dalam ruangan yang disebabkan oleh pergerakan dari *impeller* yang berputar karena adanya pertambahan massa udara atau gas yang dipindahkan dan mendorongnya melintasi rumah *blower*. *Blower* ini mempersiapkan volume udara yang tetap terlebih jika tekanannya bervariasi. Jenis *blower* ini cocok digunakan untuk saluran yang lebih kepada terjadi penyumbatan, karena dapat menimbulkan tekanan yang cukup (biasanya dapat mencapai $1,25 \text{ kg/cm}^2$) untuk membersihkan bahan-bahan yang menyumbat sampai tidak ada lagi yang terperangkap. Seperti pada gambar 2.5. *Blower* ini berputar lebih pelan dibandingkan *blower* sentrifugal dan biasanya digerakkan dengan menggunakan *belt* untuk merubah kecepatan. *Blower* ini mempunyai sifat sebagai berikut:

1. Mendapatkan hasil kapasitas udara yang paling maksimum.
2. Menggunakan energi paling sedikit.
3. Pemasukan udara yang tidak berkelanjutan.
4. Sangat berisik terutama jika bentuk lobenya lurus.
5. Memiliki efisiensi yang rendah.



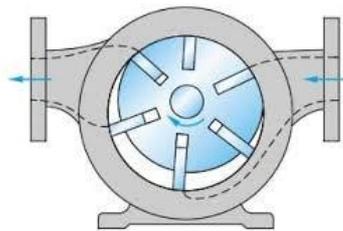
Gambar 2.5. *Positive Displacement Blower* (McCabe, 1993)

Jenis *positive displacement blower* yang sering digunakan adalah *rotary blower (blower rotary)* yaitu:

2.3.2.1 Vane Blower

Blower ini biasanya digunakan untuk kapasitas yang kecil dengan *fluida* yang bersih. Dilihat dari bentuk dan cara kerjanya, bagian *impeller vane blower* dibagi menjadi dua tipe yaitu: *Sliding vane* dan *Fleksibel vane*.

1. *Sliding vane* adalah *impeller* yang berputar membuat suatu gerakan atau mekanisme yang dapat bergerak *sliding* (keluar masuk) didalamnya, seperti pada gambar 2.6 dan biasa disebut *vane*. Karena gerakan *impeller* yang aneh terhadap *casing* maka terjadilah perubahan ruang dimana udara atau gas dialirkan oleh *vane* tersebut. Jumlah *vane* untuk satu *blower* bermacam-macam tergantung besarnya kapasitas dan tekanan *discharger* yang diinginkan.



Gambar 2.6. *Sliding Vane* (Blower, n.d.)

2. *Fleksibel vane* adalah *blower* yang pada bagian luar *impeller* nya terdapat sirip-sirip yang fleksibel dan lantaran gerakan *impeller* yang aneh terhadap *casing* maka *vane* akan mendapatkan tekanan udara yang ada di ruang *casing* lalu tekanan udara atau gas itu dialirkan keluar, seperti pada gambar 2.7.

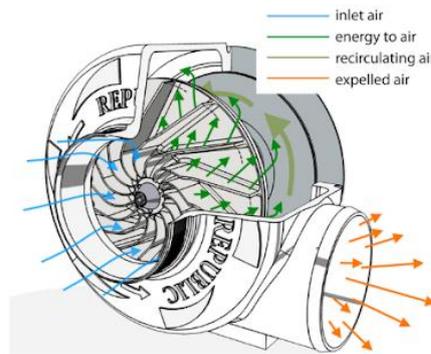


Gambar 2.7. *Fleksibel Vane* (Blower, n.d.)

2.4 Prinsip Kerja *Blower* Sentrifugal

Blower sentrifugal dapat menghasilkan sejumlah volume udara untuk men-*supply* energi yang efisien sebagai tekanan atau vakum.

Udara masuk ke elemen dalam kipas yang berputar dan terbagi-bagi di antara daun-daun kipas (*impeller*). Kemudian, pada saat kipas berputar akan membuat udara terdorong keluar karena adanya gaya sentrifugal, seperti pada gambar 2.8. Udara dengan kecepatan tinggi ini lalu tersebar di *casing blower* kemudian akan melambat dan menghasilkan suatu tekanan yang lebih besar. Tekanan ini terjadi disebabkan oleh aliran udara yang besar, yang disebabkan oleh bentuk dari *impeller* yang terbuka (desain *impeller* dibuat untuk mendorong udara sehingga akan terjadi aliran).



Gambar 2.8. Prinsip Kerja *Blower* Sentrifugal (Manufacturing, n.d.)

Adapun keuntungan dari *blower* sentrifugal, yaitu:

- Blower* sentrifugal merupakan energi yang efisien dan harganya tidak mahal jika dibandingkan dengan mesin kompresor udara.
- Blower* memakai energi yang jauh lebih kecil untuk menghasilkan aliran udara.
- Kondisi ini jelas dapat dilihat dari bagian-bagian yang ada pada *blower* jauh lebih sederhana bila dibandingkan dengan bagian-bagian kompresor yang kompleks, rumit dan jelas perawatannya yang lebih banyak dan pastinya mahal.

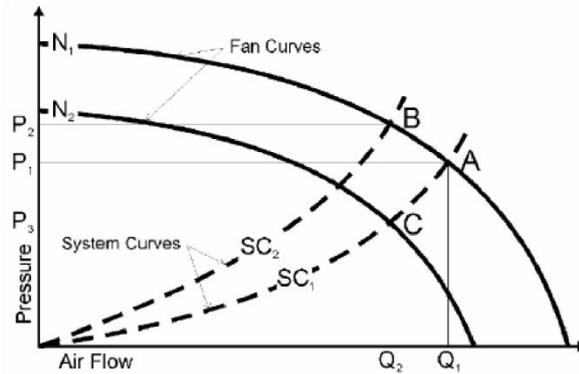
2.5 Kurva Kinerja *Blower*

Dalam berbagai macam sistem *blower*, resistansi terhadap aliran udara (tekanan) itu adalah jika aliran udara meningkat. Resistansi ini berbagai macam dengan kuadrat aliran, tekanan yang diperlukan oleh sistem pada suatu kisaran aliran dapat ditentukan dan kurva kinerja sistem dapat dikembangkan.

Lalu kurva kinerja sistem ini dapat direncanakan pada kurva *blower* untuk menunjukkan titik operasi *blower* yang sebenarnya pada titik "A" dimana dua kurva N_1 dan SC_1 saling berpotongan. Titik aplikasinya yaitu aliran udara Q_1 terhadap tekanan P_1 . Sebuah *blower* bekerja pada kinerja yang diperbolehkan oleh pabrik pembuatnya untuk kecepatan *blower* tertentu. (grafik kinerja *blower* memperlihatkan kurva untuk serangkaian kecepatan *blower*). Pada kecepatan *blower* N_1 , *blower* akan bekerja sepanjang kurva kinerja N_1 yang mana ditunjukkan pada gambar 2.9. Titik operasi *blower* yang sesungguhnya tergantung pada resistansi sistem, titik operasi *blower* "A" adalah aliran (Q_1) terhadap tekanan (P_1).

Adapun dua metode yang dapat digunakan untuk menurunkan aliran udara dari Q_1 ke Q_2 , yaitu:

1. Metode pertama adalah dengan cara menghambat aliran udara serta menutup sebagian *dampers* dalam sistem. Cara ini menyebabkan kurva kinerja sistem yang baru (SC_2) yang mana tekanan yang diinginkan lebih besar untuk aliran udara yang diberikan. Sekarang *blower* akan bekerja pada titik "B" untuk memberikan aliran udara yang berkurang pada Q_2 terhadap tekanan yang lebih tinggi P_2 .
2. Metode kedua dalam menurunkan aliran udara adalah dengan menurunkan kecepatan dari N_1 ke N_2 , dan memperhatikan *dampers* terbuka penuh. Kemudian *blower* akan beroperasi pada titik "C" untuk memberikan aliran udara Q_2 yang sama, namun pada tekanan P_3 menjadi lebih rendah. Maka, menurunkan kecepatan *blower* merupakan cara yang jauh lebih efisien untuk mengurangi aliran udara karena daya yang diperlukan berkurang dan lebih sedikit energi yang akan digunakan.



Gambar 2.9. Kurva Kinerja *Fan* (BEE, 2004)

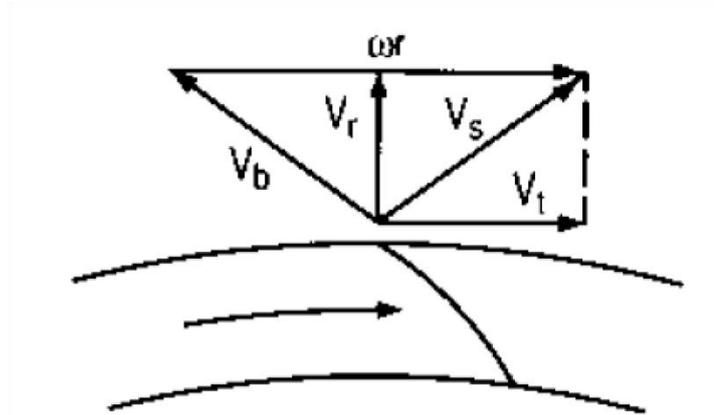
2.6 Kurva Segitiga Kecepatan *Blower* Sentrifugal

Kinerja *blower* sentrifugal dapat dijelaskan oleh diagram vektor kecepatan. Tingginya diagram yang diindikasikan pada vektor kecepatan *radial* (V_r) relatif berdasarkan sumber pada volume udara yang mengalir melewati *blower*.

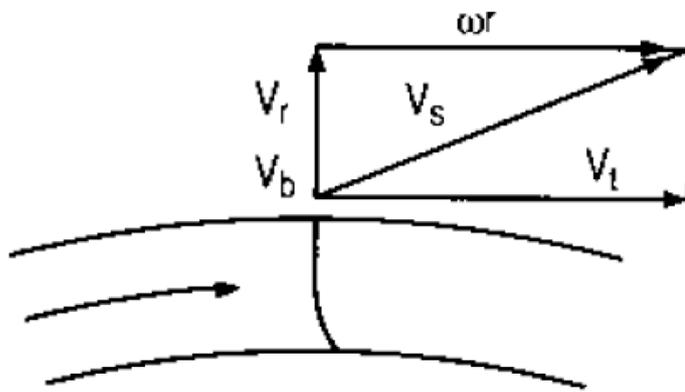
Kecepatan udara yang ditentukan pada V_b merupakan hampir tangensial terhadap bilah karena sejumlah *slip* terjadi karena pengaruh-pengaruh lapisan batas. Bagian dari kecepatan ujung (*tip speed*) ωr merupakan tegak lurus pada jari-jari roda dimana ω merupakan kecepatan putar *impeller* dalam *radial* per satuan waktu dan r merupakan jari-jari *impeller* yang ada pada titik ujung sudu (*blade tip*). Karena kecepatan *impeller* adalah sama untuk setiap kasus, vektor ωr adalah tetap. Kecepatan sebenarnya yang diindikasikan oleh V_s yaitu resultan dari V_b dan ωr .

Vektor kecepatan tangensial relatif yang diindikasikan dengan V_t diproyeksikan dari V_s dalam arah ωr . Jika volumenya menurun, maka vektor V_r menurun dan lantaran vektor V_b tidak berubah untuk sudu tertentu, maka V_t akan meningkat terhadap sudu BI dan tetap stabil dengan sudu R dan menurun dengan sudu FC. Akibat dari tekanan *blower* yang bergantung pada hasil kali V_t dan ωr , karakteristik tekanan akan naik karena volume yang menurun untuk sudu BI, seperti pada gambar 2.10 dan tetap untuk bilah R, seperti pada gambar 2.11, juga menurun untuk bilah FC, seperti pada gambar 2.12.

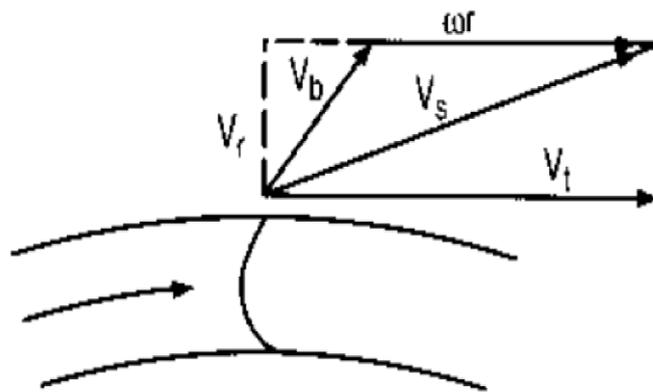
Pada laju tertentu, diagram vektor ini menggambarkan pemilihan *blower* yang terkecil akan menjadi *blower* bengkol maju. Sedangkan pemilihan terbesarnya adalah *airfoil*.



Gambar 2.10. Diagram Vektor Kecepatan Keluaran Untuk Bilah *Backward Inclined* (BI) (Budhi, n.d.)



Gambar 2.11. Diagram Vektor Kecepatan Untuk Bilah *Radial* (R) (Budhi, n.d.)



Gambar 2.12. Diagram Vektor Kecepatan Keluaran Bilah *Forward-curved* (FC) (Budhi, n.d.)

2.7 Hukum *Blower*

Pada kurva kinerja, hukum *blower* berhubungan pada variabel kinerja untuk semua rangkaian *blower* yang sama secara dinamis atas titik penilaian (*rating*) yang sama. Adapun variabel-variabelnya merupakan ukuran *blower* (D), tekanan (p), densitas gas atau udara (ρ), laju putaran (N), laju alir volume (Q), efisiensi total (N_{tj}), dan daya poros (P).

Adapun hukum-hukum pada *blower* adalah sebagai berikut:

- Hukum *blower* 1 merupakan efek dari perubahan ukuran, laju atau densitas pada aliran volume, serta tekanan, dan level daya.
- Hukum *blower* 2 merupakan efek dari perubahan ukuran, tekanan, atau densitas pada laju alir volume, serta kecepatan, dan daya.
- Hukum *blower* 3 merupakan pengaruh dari perubahan ukuran, aliran volume atau densitas pada kecepatan, serta tekanan, dan daya.

Hukum-hukum *blower* ini bisa diaplikasikan pada *blower* tertentu guna memastikan pengaruh pada perubahan kecepatan. Namun penting untuk diperhatikan bahwa hukum-hukum tersebut akan berlaku apabila kondisi pada aliran adalah sama (Muhammad Sholeh, 2014). Untuk aliran yang kompresibel, hukum-hukum *blower* tersebut tidak memerlukan koreksi. Adapun faktor-faktor kompresibilitas yang tidak diperhitungkan oleh hukum *blower* adalah:

1. Ketika udara mengalir ke dalam *blower*, udara tersebut dikompresi dan volume yang keluar akan menjadi lebih kecil daripada volume pada bagian masukan. Hukum *blower* tidak memperhitungkan efek tersebut.
2. Sebuah *blower* yang dipilih tanpa menggunakan kompresibilitas akan mempunyai ukuran yang lebih besar daripada yang dibutuhkan, dan daya *blower* akan dinyatakan.
3. Efek kompresibilitas adalah sangat kecil ketika kenaikan tekanan fan di bawah $10''$ Wg, dan hal tersebut biasanya diabaikan pada ambang batas (*threshold*).

2.8 Kinerja atau Efisiensi *Blower*

Pada bagian ini akan menjelaskan tentang cara mencari kinerja/efisiensi pada *blower*.

2.8.1 Kinerja/Efisiensi *Blower*

Efisiensi *blower* adalah perbandingan antara daya yang dipindahkan ke aliran udara dengan daya yang dikirimkan oleh motor ke *blower*. Daya aliran udara adalah hasil dari tekanan dan aliran, dikoreksi untuk konsistensi unit. Efisiensi *blower* tergantung pada jenis *blower* dan *impeller* nya. Sebelum efisiensi *blower* dapat dihitung, sejumlah parameter operasi harus diukur, termasuk kecepatan udara, *head* tekanan, putaran *impeller* pada *blower* dan input daya listrik dari motor. Dalam rangka mendapatkan gambaran operasi yang benar harus diyakinkan bahwa:

- *Blower* dan komponennya harus beroperasi dengan benar pada kecepatannya.
- Operasi berada pada kondisi stabil; suhu, berat jenis, resistansi sistim yang stabil dll.

Perhitungan efisiensi *blower* dijelaskan dalam beberapa tahap:

1. Perhitungan Torsi Pada *Blower*

Secara umum torsi adalah gaya yang digunakan untuk menggerakkan sesuatu dengan jarak dan arah tertentu. Sebelum menghitung daya pada *blower*, biasanya akan dihitung dahulu putaran dan torsi yang dihasilkan *blower* (Andana, 2019). Untuk menghitung momen torsi biasanya menggunakan alat yang dinamakan *dinamometer*, sedangkan untuk menghitung putaran biasanya menggunakan alat yang dinamakan *tachometer*.

Akan tetapi, dari pengertian umum torsi dapat diketahui bahwa rumusan pada torsi dapat diturunkan menjadi:

$$T = F \times \ell \quad (2.1)$$

2. Perhitungan Kapasitas Aliran Pada *Blower*

Setiap *fluida* yang melewati suatu penampang memiliki kecepatan tertentu. Kecepatan atau laju volume aliran *fluida* inilah yang biasanya disebut dengan kapasitas atau debit (Sularso & Haruo, 1987). Jadi kapasitas atau debit aliran adalah banyaknya volume suatu *fluida* yang melewati suatu penampang tiap satuan waktu.

Dimana berdasarkan pengertian tersebut dapat diketahui bahwa rumusan pada kapasitas atau debit aliran dapat diturunkan menjadi:

$$Q = v \times A \quad (2.2)$$

3. Perhitungan Daya Pada *Fluida*

Daya pada *fluida* merupakan daya yang secara efektif diterima oleh *fluida* dari *blower* persatuan waktu. Berdasarkan pengertian tersebut dapat diketahui bahwa rumusan daya pada *fluida* dapat diturunkan menjadi:

$$P_{out} = \gamma \times Q \times H \quad (2.3)$$

4. Perhitungan Daya Pada *Blower*

Daya pada *blower* merupakan daya yang diperlukan mesin untuk menggerakkan poros pada *blower* (Desember, Noor, Ananta, & Sunardiyo, 2017). Berdasarkan pengertian tersebut dapat diketahui perhitungan daya pada *blower* dengan menggunakan rumus:

$$P_{in} = T \times \omega \quad (2.4)$$

Atau bisa menggunakan rumus:

$$P_{in} = V \times I \times 0,7 \quad (2.5)$$

5. Perhitungan Efisiensi Pada *Blower*

Efisiensi pada *blower* merupakan perbandingan antara daya yang dipindahkan ke aliran udara dengan daya yang dikirimkan oleh motor ke *blower*. Berdasarkan pengertian tersebut dapat diketahui perhitungan efisiensi pada *blower* yaitu:

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\% \quad (2.6)$$

2.9 Perawatan *Blower*

Blower pada umumnya memiliki karakteristik yang serupa, sehingga perawatan keduanya pun akan sama.

2.9.1 Masalah yang Sering Timbul pada *Blower*

1. Kinerja yang buruk

- 1) Kesalahan perhitungan desain sistem atau prosedur pengujian.
- 2) Kesalahan RPM *blower*.
- 3) Roda *blower* berputar di arah yang salah.
- 4) Kesalahan jarak roda ke *inlet cone*.
- 5) Kebocoran udara pada *inlet* atau *discharge*, *filter* tersumbat.

- 6) Efek sistem karena kesalahan hubungan *inlet* atau *discharge*.
2. Kebisingan yang berlebihan
 - 1) *Blower* beroperasi dekat *stall* karena desain sistem atau pemasangan yang salah.
 - 2) Getaran yang berasal dari tempat lain dalam system.
 - 3) Resonansi sistem atau getaran.
 - 4) Kesalahan lokasi atau orientasi dari *intake* dan *discharge blower*.
 - 5) Tidak memadai atau kesalahan desain dari struktur pendukung.
 - 6) Suara tedekat memantul.
 - 7) Aksesoris atau komponen longgar.
 - 8) Bantalan yang digunakan sudah lama (usang).
 3. Kegagalan Komponen
 - 1) *Abrasi* atau *korosi* pada komponen bagian dalam *blower*.
 - 2) Getaran karena *impeller* tidak seimbang.
 - 3) Kurangnya pelumasan bantal.
 4. Getaran
 - 1) Kelonggaran pemasangan pada bantalan, baut atau kopling.
 - 2) Keausan berlebih pada *belt* kopling atau bantalan.
 - 3) Poros bengkok.
 - 4) Struktur pendukung atau pemasangan yang tidak memadai.

2.9.2 Pemeliharaan Rutin

Pemeliharaan ini rutin untuk mempertahankan tingkat kinerja. Kegiatan pemeliharaan meliputi:

1. Pemeriksaan periodik semua komponen sistem.
2. Pelumasan bantalan dan penggantian.
3. Pengencangan *belt* dan penggantian.
4. Perbaikan atau penggantian motor.
5. Pembersihan *blower*.

Konsekuensi yang paling mahal dari perawatan yang tidak benar adalah *downtime*. Untuk meminimalisasi *downtime*, perawatan sistem dasar harus diterapkan secara teratur. Berikut adalah daftar perawatan dasar, yaitu:

1. Kondisi Motor

2. Sabuk (*Belts*)

Belt biasanya bagian perawatan paling *intensive* pada *blower*. *Belt* cenderung kehilangan tegangan, mengurangi efisiensi transmisi.

3. Bantalan (*Bearings*)

Bantalan harus dipantau secara berkala. Menentukan kondisi bantalan dapat dengan mendengarkan suara yang mengindikasikan pemakaian berlebih, mengukur temperatur operasi bantalan atau dengan menggunakan teknik perawatan prediksi seperti analisis getaran atau analisis minyak.

Pelumas bantalan harus sesuai dengan petunjuk manufaktur *blower*. Sebagai contoh untuk *blower* kecepatan tinggi, interval waktu pelumasan dapat dilakukan minggu atau lebih sering.

- 1) Untuk bantalan yang dilumasi minyak, periksa kualitas minyak jika perlu diganti.
- 2) Pastikan bantalan cukup terlindungi dari kontaminan.
- 3) Untuk *blower* aksial, bantalan anti friksi banyak digunakan karena kebutuhan bantalan dorong untuk menangani beban dorong aksial.

4. System Cleaning

Blower dan komponen sistem rentan terkontaminasi sehingga harus dibersihkan secara berkala.

5. Kebocoran (*Leaks*)

Periksa kebocoran saluran yang dapat menyebabkan kehilangan energi dan performa sistem yang buruk.

BAB 3 METODOLOGI

3.1 Tempat dan Waktu

3.1.1 Tempat

Tempat penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Fenomena Dasar, Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara dan pembuatan alat dilaksanakan di CV. Medan Jaya dengan alamat Jalan Sari Marendal 1.

3.1.2 Waktu

Waktu pelaksanaan penelitian ini dilaksanakan dengan waktu selama 6 bulan dimulai dari tanggal 25 April 2019 hingga 16 September 2019. Diawali dengan disetujuinya proposal ini hingga selesai penelitian ini. Penelitian ini diawali oleh studi *literature* (tinjauan pustaka), kemudian pendesainan alat, pembuatan alat, pengujian alat yang dilakukan untuk mengambil data-data yang berhubungan dengan unjuk kerja pada *blower* sentrifugal, serta analisa data, kesimpulan, dan juga saran. Adapun rincian dari penelitian ini dapat dilihat pada tabel 3.1.

Tabel 3.1. Waktu Pelaksanaan

| No. | Uraian | Bulan Ke- | | | | | |
|-----|--|-----------|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1 | Studi <i>literature</i> | ■ | | | | | |
| 2 | Perancangan desain <i>impeller</i> dan <i>blower</i> | ■ | ■ | | | | |
| 3 | Pembuatan <i>impeller</i> dan <i>blower</i> | | ■ | ■ | ■ | | |
| 4 | Pengujian <i>blower</i> sentrifugal | | | ■ | ■ | ■ | |
| 5 | Analisa data dan penyusunan laporan Tugas Akhir | | | | ■ | ■ | ■ |
| 6 | Seminar hasil | | | | | ■ | ■ |
| 7 | Sidang meja hijau | | | | | | ■ |

3.2 Bahan dan Alat

3.2.1 Bahan

Adapun bahan-bahan yang digunakan untuk membuat *blower* sentrifugal adalah sebagai berikut:

1. Kayu

Kayu merupakan bahan utama dalam pembuatan *blower* sentrifugal ini, yang mana digunakan seperti dalam pembuatan *impeller*, rumah keong, dudukan motor dan rumah keong, serta pelengkap lainnya. Adapun kayu yang digunakan adalah jenis kayu mindi. Kayu mindi dapat dilihat pada gambar 3.1.



Gambar 3.1. Kayu Mindi

2. Papan berlapis tiga (*Triplek*)

Papan berlapis tiga merupakan bahan pelengkap dalam pembuatan *blower* sentrifugal, yang mana digunakan seperti dalam pembuatan tutup dan alas dari rumah rumah keong *blower* sentrifugal serta pembuatan pelengkap lainnya. Adapun *triplek* dapat dilihat pada gambar 3.2.



Gambar 3.2. Papan Berlapis Tiga (*Triplek*)

Adapun bahan-bahan yang digunakan dalam pengujian unjuk kerja *blower* sentrifugal adalah sebagai berikut:

1. *Blower* sentrifugal

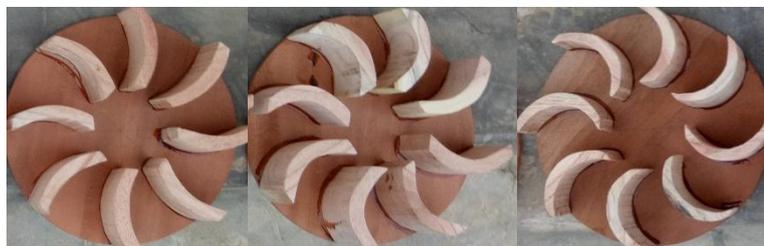
Blower sentrifugal merupakan bahan yang digunakan dalam pengujian unjuk kerja pada *blower* sentrifugal. Adapun *blower* sentrifugal dapat dilihat pada gambar 3.3.



Gambar 3.3. *Blower* Sentrifugal

2. *Impeller*

Impeller merupakan bahan utama yang digunakan dalam pengujian unjuk kerja *blower* sentrifugal. Dimana ada 3 buah *impeller* yang digunakan dengan sudut sudu yang berbeda yaitu 72° , 109° , dan 136° . Adapun *impeller* dapat dilihat pada gambar 3.4.



Gambar 3.4. *Impeller*

3.2.2 Alat

Adapun alat-alat yang digunakan untuk membuat *blower* sentrifugal dan pengujiannya adalah sebagai berikut:

1. Jangka

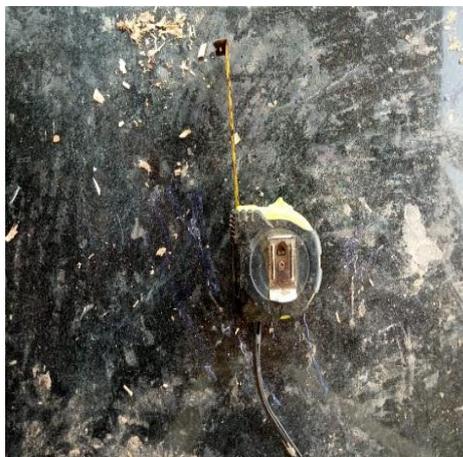
Jangka digunakan untuk membuat gambar sudu pada *impeller* dan dapat juga digunakan dalam membuat bentuk lingkaran maupun setengah lingkaran sesuai yang diinginkan. Adapun jangka dapat dilihat pada gambar 3.5.



Gambar 3.5. Jangka

2. Meteran

Meteran digunakan untuk mengukur panjang kayu dan triplek yang akan digunakan serta digunakan untuk mengecek hasil jadi apakah sudah sesuai dengan ukuran yang diinginkan atau belum. Adapun meteran dapat dilihat pada gambar 3.6.



Gambar 3.6. Meteran

3. Gergaji selendang

Gergaji selendang digunakan untuk memotong kayu dan triplek yang sudah diukur sesuai dengan ukuran yang diinginkan. Adapun gergaji selendang dapat dilihat pada gambar 3.7.



Gambar 3.7. Gergaji Selendang

4. Lem kayu

Lem kayu digunakan untuk merekatkan kayu antara bagian yang satu dengan bagian yang lainnya agar kuat dan tidak mudah terlepas pada saat dilakukan pengujian, seperti contoh pada *impeller blower*. Adapun lem kayu dapat dilihat pada gambar 3.8.



Gambar 3.8. Lem Kayu

5. Ketam kayu

Ketam kayu digunakan untuk meratakan permukaan pada kayu yang baru saja dipotong agar menjadi lurus dan rata. Adapun ketam kayu dapat dilihat pada gambar 3.9.



Gambar 3.9. Ketam Kayu

6. Gerinda

Gerinda digunakan untuk menghaluskan permukaan kayu atau biasa digunakan untuk *finishing* pada kayu yang baru saja dipotong. Adapun gerinda dapat dilihat pada gambar 3.10.



Gambar 3.10. Gerinda

7. Mesin bor duduk

Mesin bor duduk digunakan untuk membuat lubang pada kayu seperti *impeller*, rumah keong, dudukan rumah keong, dan lain sebagainya. Adapun mesin bor duduk dapat dilihat pada gambar 3.11.



Gambar 3.11. Mesin Bor Duduk

8. Baut *set*

Baut *set* digunakan untuk mengunci tutup rumah keong dan juga dapat juga digunakan untuk mengunci *impeller* pada *shaft* motor. Adapun baut *set* dapat dilihat pada gambar 3.12.



Gambar 3.12. Baut *Set*

9. *Packing*

Packing digunakan untuk menutupi celah yang ada pada tutup rumah keong saat dikunci dengan baut *set* agar tidak terjadi kebocoran udara pada saat dilakukan pengujian. Adapun *packing* dapat dilihat pada gambar 3.13.



Gambar 3.13. *Packing*

10. Kertas milimeter

Kertas milimeter digunakan untuk membantu perhitungan *pressure drop* yang ada pada saat pengujian, dimana dilakukan dengan cara menghitung selisih perubahan pada tinggi minyak antara sisi satu dengan sisi yang lainnya. Adapun kertas milimeter dapat dilihat pada gambar 3.14.



Gambar 3.14. Kertas Milimeter

11. Neraca digital

Neraca digital digunakan untuk menghitung massa dari minyak dan suntik. Adapun neraca digital dapat dilihat pada gambar 3.15.



Gambar 3.15. Neraca Digital

12. Minyak

Minyak digunakan sebagai salah satu alat untuk membantu perhitungan *pressure drop*. Adapun minyak dapat dilihat pada gambar 3.16.



Gambar 3.16. Minyak

13. Suntik

Suntik digunakan untuk mengukur besar volume minyak yang ada pada selang. Adapun suntik dapat dilihat pada gambar 3.17.



Gambar 3.17. Suntik

14. Motor *fan indoor AC*

Motor digunakan sebagai penggerak utama dalam pengujian *blower* sentrifugal, yang mana motor akan memutar *impeller* yang ada didalam rumah keong. Adapun motor dapat dilihat pada gambar 3.18.



Gambar 3.18. Motor *Fan Indoor AC*

15. Pengatur kecepatan kipas (*regulator*) dan *kapasitor*

Pengatur kecepatan kipas digunakan untuk mengontrol motor agar menghasilkan kecepatan yang berbeda pada setiap tingkatannya. Sedangkan *kapasitor* digunakan untuk menyimpan arus atau tegangan listrik. Adapun pengatur kecepatan kipas (*regulator*) dan *kapasitor* dapat dilihat pada gambar 3.19.



Gambar 3.19. Pengatur Kecepatan Kipas (*Regulator*) dan *Kapasitor*

Adapun alat-alat yang digunakan dalam pengujian unjuk kerja *blower* sentrifugal adalah sebagai berikut:

1. *Tachometer*

Tachometer digunakan untuk mengukur atau menghitung putaran pada *impeller*. Adapun *tachometer* dapat dilihat pada gambar 3.20.



Gambar 3.20. *Tachometer*

2. Anemometer

Anemometer digunakan untuk mengukur atau menghitung kecepatan angin yang keluar dari rumah keong *blower* sentrifugal. Adapun *anemometer* dapat dilihat pada gambar 3.21.



Gambar 3.21. *Anemometer*

3. Wattmeter

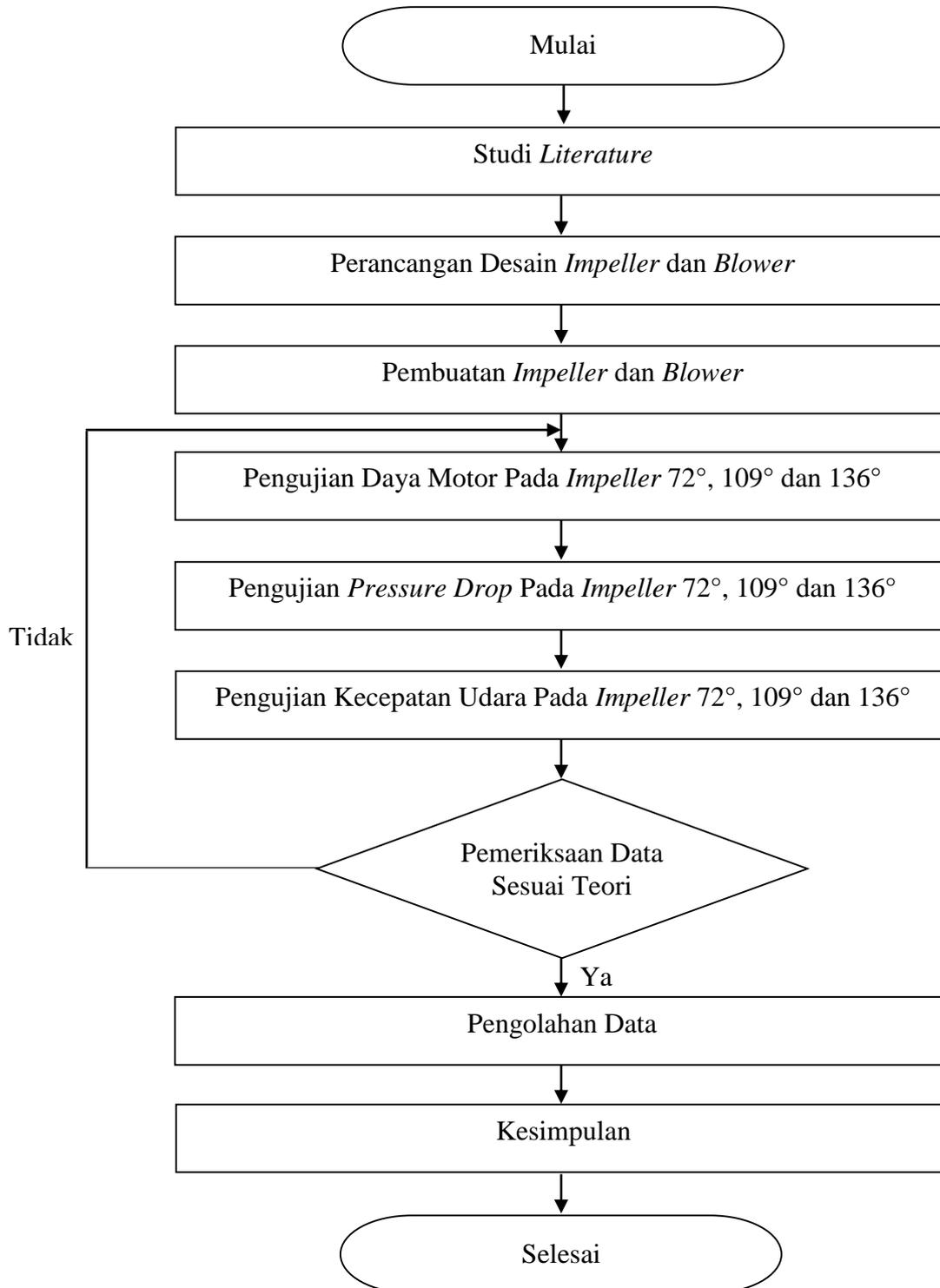
Wattmeter digunakan untuk menghitung daya yang dikeluarkan oleh motor pada saat pengujian. Adapun *wattmeter* dapat dilihat pada gambar 3.22.



Gambar 3.22. *Wattmeter*

3.3 Bagan Alir Penelitian

Adapun bagan alir penelitian dapat dilihat pada gambar 3.23.



Gambar 3.23. Bagan Alir Penelitian

3.4 Metode Pengumpulan Data

Adapun proses yang dilakukan dalam pengujian ini menggunakan 3 sudut sudu *impeller* yang berbeda, yaitu:

1) *Impeller* dengan sudut sudu 72°

Impeller ini dibuat dengan cara membentuk sudut sudu 72° dan kemudian dilakukan pengujian dengan memasang *impeller* ke dalam rumah keong.

2) *Impeller* dengan sudut sudu 109°

Impeller ini dibuat dengan cara membentuk sudut sudu 109° dan kemudian dilakukan pengujian dengan memasang *impeller* ke dalam rumah keong.

3) *Impeller* dengan sudut sudu 136°

Impeller ini dibuat dengan cara membentuk sudut sudu 136° dan kemudian dilakukan pengujian dengan memasang *impeller* ke dalam rumah keong.

4) Pengujian dilakukan untuk menganalisa pengaruh sudut sudu *impeller* pada unjuk kerja *blower* sentrifugal.

Adapun proses yang dilakukan yaitu:

1. Menguji *blower* sentrifugal dengan 3 sudut sudu yang berbeda.
2. Melakukan pengujian pada *blower* sentrifugal untuk mengambil data yang berpengaruh terhadap unjuk kerja *blower* sentrifugal baik itu *pressure drop*, kecepatan angin, daya yang dihasilkan oleh motor.

3.5 Metode Pengolahan Data

Data diperoleh dari data primer dan data sekunder yang kemudian dikembangkan ke dalam rumus empiris, lalu data perhitungan disajikan dalam bentuk tabel dan grafik.

3.6 Pengamatan dan Tahap Pengujian

3.6.1 Pengamatan Pengujian

Adapun pengamatan yang akan dilakukan dalam pengujian ini adalah:

1. *Pressure drop* (Δp)
2. Kecepatan angin (v)
3. Daya pada motor (P_m)

3.6.2 Tahap Pengujian

Pada tahap pengujian ini yang diutamakan adalah variasi dari sudut sudu *impeller*. Yang mana kemudian akan dilaksanakan pengujian untuk mendapatkan data dari *blower* sentrifugal dengan menggunakan 3 sudut sudu *impeller* yang berbeda.

Tahap pengujian akan meliputi:

1. *Pressure drop* yang dihasilkan dari 3 sudut sudu *impeller* yang berbeda.
2. Hal-hal yang mengenai unjuk kerja *blower* sentrifugal, seperti kecepatan angin dan daya yang dihasilkan dari 3 sudut sudu *impeller* yang berbeda.

3.7 Prosedur Penggunaan Alat Uji

Pengujian ini menggunakan *blower* sentrifugal mini yang dibuat bersama oleh tim. Adapun alat uji yang digunakan dalam pengujian *blower* sentrifugal ini adalah *tachometer*, *anemometer*, *wattmeter*, dan alat penghitung *pressure drop* beserta perlengkapannya.

3.7.1 Prosedur Pengujian Unjuk Kerja *Blower* Sentrifugal

Pengujian ini dilakukan secara bersamaan mulai dari mengambil data *pressure drop*, putaran, kecepatan angin dan daya pada motor. Adapun langkah-langkah pengujiannya sebagai berikut:

- 1) Menyiapkan seluruh peralatan yang akan digunakan untuk pengujian.
- 2) Memastikan kabel *power* belum tersambung ke sumber tegangan dan memastikan *impeller* dalam keadaan terpisah dari motor listrik dan rumah keong.
- 3) Memasang *impeller* pada poros motor dan mengencangkan *impeller* dengan mur agar tidak terlepas pada saat melakukan pengujian. *Impeller* yang digunakan pada percobaan pertama ini memiliki sudut sudu 72° .
- 4) Memasang tutup rumah keong yang mana sudah dilapisin oleh *packing* dengan baut set agar tidak ada udara yang keluar pada saat pengujian.
- 5) Memasang *wattmeter* pada sumber tegangan, yang mana nantinya *wattmeter* digunakan untuk membaca daya yang dihasilkan oleh motor.
- 6) Memasang kabel *power* pada sumber tegangan yang telah dipasang *wattmeter*.

- 7) Memasang selang *pressure drop* yang mana pada satu sisi ujung selang diletakkan di lubang hisap *blower* sentrifugal sedangkan ujung yang lainnya diletakkan di lubang keluar angin dari *blower* sentrifugal.
- 8) Menghidupkan motor *blower* sentrifugal dengan memutar regulator hingga putaran *impeller* mencapai 1100 rpm.
- 9) Menghitung data-data yang berhubungan dengan unjuk kerja *blower* sentrifugal, yaitu:
 1. Menghitung kecepatan angin menggunakan *anemometer*, dengan cara meletakkan *anemometer* di tempat lubang keluar angin, serta mencatat hasil yang dibaca oleh monitor *anemometer* ke dalam tabel yang telah disediakan.
 2. Menghitung daya motor menggunakan *wattmeter*, dengan cara membaca hasil yang ditunjukkan oleh monitor *wattmeter*, serta mencatat hasil ke dalam tabel yang telah disediakan.
 3. Menghitung *pressure drop* dengan cara mengamati selang yang menempel pada kertas millimeter dan berisi minyak. Ketika *blower* hidup maka minyak yang ada pada selang akan mendapat tekanan dari angin dan akan terjadi perubahan tinggi pada sisi satu dengan sisi yang lainnya, kemudian mencatat nilai dari perbedaan tinggi kedua sisi ke dalam tabel yang telah disediakan.
- 10) Mengulangi kembali pengambilan data pada langkah pengujian nomor 9 sebanyak 5 kali dengan mencatat hasil yang didapat ke dalam tabel yang telah disediakan.
- 11) Mematikan motor *blower* sentrifugal dengan memutar regulator ke arah *off* dan melepaskan kabel *power* pada sumber tegangan.
- 12) Melepaskan selang pada pengujian *pressure drop* dan membuka tutup *blower* sentrifugal yang terikat dengan baut set.
- 13) Melepaskan *impeller* yang terikat dengan mur pada poros motor.
- 14) Melakukan kembali percobaan nomor 3 sampai nomor 13 dengan mengganti *impeller* dengan bentuk sudut sudu yang lainnya yaitu 109° dan 136°.

15) Setelah selesai melakukan pengujian pada 3 *impeller* yang berbeda, kemudian merapikan seluruh peralatan yang telah digunakan dalam pengujian.

3.8 Pengambilan Data

3.8.1 Pengambilan Data Unjuk Kerja *Blower* Sentrifugal

Pengambilan data berupa *pressure drop*, kecepatan angin, dan daya pada motor. Semua pengambilan data dilakukan secara bersamaan. Untuk pengambilan data pada putaran, kecepatan angin, dan daya pada motor, semua menggunakan alat yang mana pembaca nilainya berupa digital yaitu *tachometer*, *anemometer*, *wattmeter*.

Sedangkan alat yang digunakan untuk membaca nilai dari *pressure drop* adalah berupa alat bantu selang berdiameter 6 mm yang diisi dengan minyak bervolume 4 cc dan diletakkan pada kertas milimeter, yang mana satu sisi ujung selang diletakkan di lubang hisap *blower* sentrifugal dan sisi yang lainnya diletakkan di lubang keluar angin dari *blower* sentrifugal. Sehingga pada saat *blower* dihidupkan maka akan terjadi perbedaan tinggi pada minyak, dan terdapat selisih antara minyak di ujung selang yang satu dengan yang lainnya. Kemudian selisih tersebutlah yang akan diukur pada saat pengujian. Lakukan semua tahap hingga pengujian selesai dilakukan.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengujian

Bersumber pada hasil pengujian yang telah dilaksanakan di Laboratorium Fenomena Dasar, Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, tentang unjuk kerja pada *blower* sentrifugal, diperoleh data yang dapat menjawab persoalan-persoalan pada data tersebut, serta memberikan suatu gambaran dengan bentuk data dan juga grafik.

Data-data dari hasil percobaan yang telah dilaksanakan dalam penelitian ini akan dijelaskan atau diuraikan pada bab ini. Kemudian data itu dirubah dalam bentuk perhitungan guna memperoleh variabel yang diinginkan. Selanjutnya di bawah ini merupakan data dari hasil percobaan yang dilaksanakan dalam penelitian serta data dari perhitungan yang dilaksanakan untuk mengetahui tentang unjuk kerja pada *blower* sentrifugal terhadap variasi sudut sudu *impeller*.

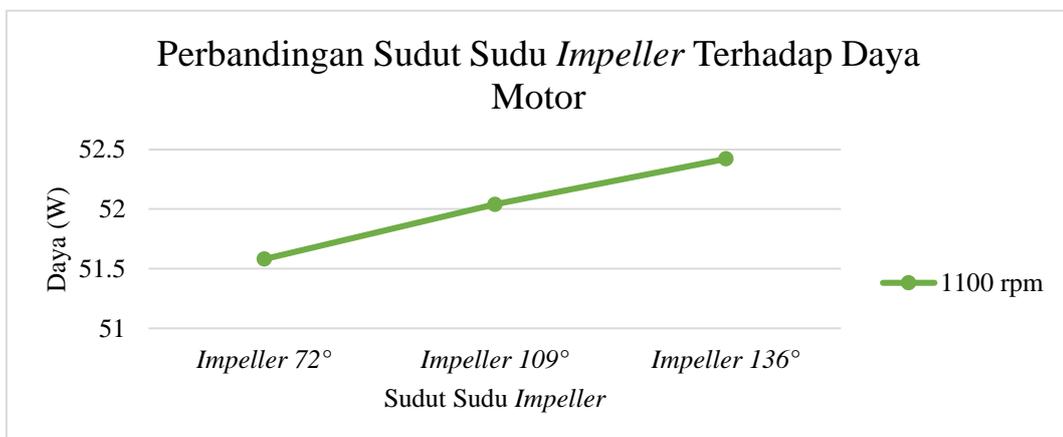
4.1.1 Hasil Pengujian Sudut Sudu *Impeller* Terhadap Daya Motor Pada Putaran *Impeller* Yang Sama

Pada pelaksanaan pengujian, didapat daya yang dihasilkan oleh motor. Adapun variabel yang diperoleh dapat dilihat pada tabel 4.1.

Tabel 4.1. Data Hasil Pengujian Daya Motor

| Sudut Sudu <i>Impeller</i> | Putaran <i>Impeller</i> (rpm) | Daya (W) |
|----------------------------|-------------------------------|----------|
| <i>Impeller</i> 72° | 1100 | 51.58 |
| <i>Impeller</i> 109° | | 52.04 |
| <i>Impeller</i> 136° | | 52.42 |

Adapun grafik perbandingannya dapat dilihat pada gambar 4.1.



Gambar 4.1. Grafik Perbandingan Sudut Sudu *Impeller* Terhadap Daya Motor

Pada gambar 4.1. dihasilkan grafik perbandingan sudut sudu *impeller* terhadap daya motor, yang mana semakin besar sudut sudu pada *impeller* maka semakin besar pula daya motor yang dihasilkan pada putaran *impeller* yang sama. Hal ini dikarenakan beban yang diperoleh oleh motor. Daya motor terbesar dihasilkan oleh sudut sudu *impeller* 136° dengan nilai 52.42 W.

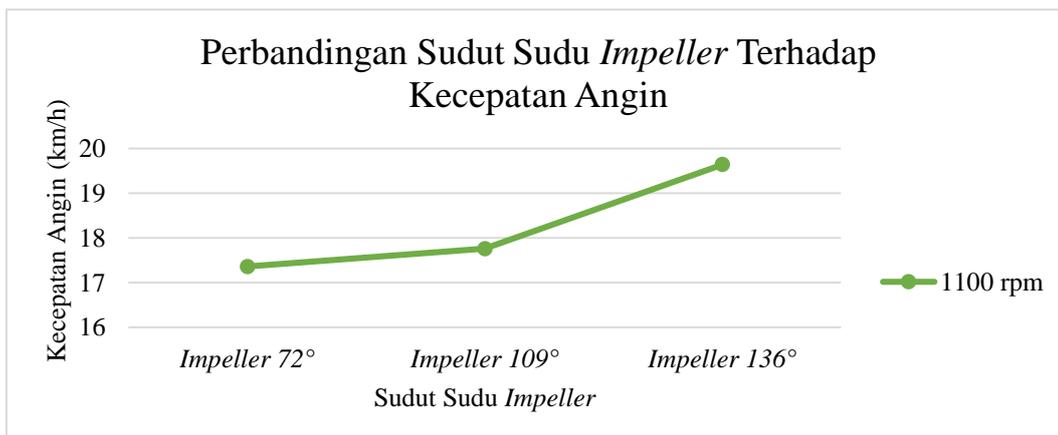
4.1.2 Hasil Pengujian Sudut Sudu *Impeller* Terhadap Kecepatan Angin Pada Putaran *Impeller* Yang Sama

Pada pelaksanaan pengujian, didapat kecepatan angin yang dihasilkan oleh *blower*. Adapun variabel yang diperoleh dapat dilihat pada tabel 4.2.

Tabel 4.2. Data Hasil Pengujian Kecepatan Angin

| Sudut Sudu <i>Impeller</i> | Putaran <i>Impeller</i> (rpm) | Kecepatan Angin (km/h) |
|----------------------------|-------------------------------|------------------------|
| <i>Impeller</i> 72° | 1100 | 17.36 |
| <i>Impeller</i> 109° | | 17.76 |
| <i>Impeller</i> 136° | | 19.64 |

Adapun grafik perbandingannya dapat dilihat pada gambar 4.2.



Gambar 4.2. Grafik Perbandingan Sudut Sudu *Impeller* Terhadap Kecepatan Angin

Pada gambar 4.2. dihasilkan grafik perbandingan sudut sudu *impeller* terhadap kecepatan angin, yang mana semakin besar sudut sudu pada *impeller* maka semakin besar pula kecepatan angin yang dihasilkan pada putaran *impeller* yang sama. Hal ini diperkuat oleh Spyridon (2012) yang melakukan penelitian dengan memvariasikan 3 *impeller* tertutup dengan sudu masuknya 9°, 15°, 21° sedangkan sudu keluar tetap 20°. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa nilai sudut masuk yang semakin besar maka kecepatan angin, *head*, kapasitas, dan efisiensi semakin

besar. Kecepatan angin terbesar dihasilkan oleh sudut sudu *impeller* 136° dengan nilai 19.64 km/h.

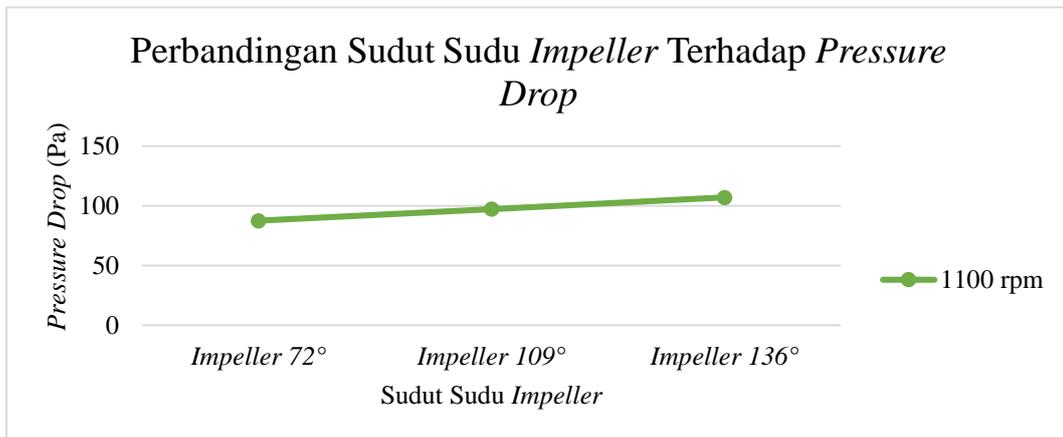
4.1.3 Hasil Perhitungan Sudut Sudu *Impeller* Terhadap *Pressure Drop* Pada Putaran *Impeller* Yang Sama

Pada pelaksanaan perhitungan, didapat *pressure drop* yang dihasilkan *blower*. Adapun variabel yang diperoleh dapat dilihat pada tabel 4.3.

Tabel 4.3. Data Hasil Perhitungan *Pressure Drop*

| Sudut Sudu <i>Impeller</i> | Putaran <i>Impeller</i> (rpm) | <i>Pressure Drop</i> (Pa) |
|----------------------------|-------------------------------|---------------------------|
| <i>Impeller</i> 72° | 1100 | 87.56 |
| <i>Impeller</i> 109° | | 97.29 |
| <i>Impeller</i> 136° | | 107.02 |

Adapun grafik perbandingannya dapat dilihat pada gambar 4.3.



Gambar 4.3. Grafik Perbandingan Sudut Sudu *Impeller* Terhadap *Pressure Drop*

Pada gambar 4.3. dihasilkan grafik perbandingan sudut sudu *impeller* terhadap *pressure drop*, yang mana semakin besar sudut sudu pada *impeller* maka semakin besar pula *pressure drop* yang dihasilkan pada putaran *impeller* yang sama. Hal ini diperkuat oleh Spyridon (2012) yang melakukan penelitian dengan memvariasikan 3 *impeller* tertutup dengan sudut masuknya 9°, 15°, 21° sedangkan sudut keluar tetap 20°. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa nilai sudut masuk yang semakin besar maka kecepatan angin, *head*, kapasitas, dan efisiensi semakin besar. *Pressure drop* terbesar dihasilkan oleh sudut sudu *impeller* 136° dengan nilai 107.02 Pa.

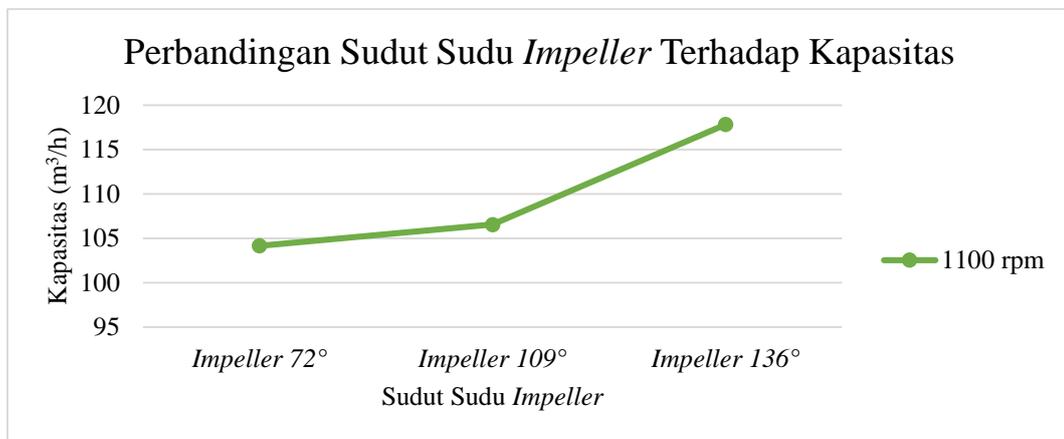
4.1.4 Hasil Perhitungan Sudut Sudu *Impeller* Terhadap Kapasitas Pada Putaran *Impeller* Yang Sama

Pada pelaksanaan perhitungan, didapat kapasitas yang dihasilkan *blower*. Adapun variabel yang diperoleh dapat dilihat pada tabel 4.4.

Tabel 4.4. Data Hasil Perhitungan Kapasitas

| Sudut Sudu <i>Impeller</i> | Putaran <i>Impeller</i> (rpm) | Kapasitas (m ³ /h) |
|----------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| <i>Impeller</i> 72° | 1100 | 104.16 |
| <i>Impeller</i> 109° | | 106.56 |
| <i>Impeller</i> 136° | | 117.84 |

Adapun grafik perbandingannya dapat dilihat pada gambar 4.4.



Gambar 4.4. Grafik Perbandingan Sudut Sudu *Impeller* Terhadap Kapasitas

Pada gambar 4.4. dihasilkan grafik perbandingan sudut sudu *impeller* terhadap kapasitas, yang mana semakin besar sudut sudu pada *impeller* maka semakin besar pula kapasitas yang dihasilkan pada putaran *impeller* yang sama. Hal ini diperkuat oleh Spyridon (2012) yang melakukan penelitian dengan memvariasikan 3 *impeller* tertutup dengan sudut masuknya 9°, 15°, 21° sedangkan sudut keluar tetap 20°. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa nilai sudut masuk yang semakin besar maka kecepatan angin, *head*, kapasitas, dan efisiensi semakin besar. kapasitas terbesar dihasilkan oleh sudut sudu *impeller* 136° dengan nilai 117.84 m³/h.

4.2 Pengolahan dan Perhitungan Data

4.2.1 Perhitungan Efisiensi Pada *Blower* Sentrifugal

Perhitungan ini dilakukan dengan cara menghitung efisiensi dari setiap *impeller* dengan 3 sudut yang berbeda dan dengan putaran *impeller* yang sama yaitu 1100 rpm. Adapun perhitungannya adalah sebagai berikut:

1. Perhitungan Pada Sudut Sudu *Impeller* 72°

Pada saat proses pengujian diketahui data sebagai berikut:

| | |
|------------------------------|---|
| Dik: Massa minyak (m) | = 3.967 gr |
| Volume minyak (V) | = 4 cc = 4 cm ³ |
| Pressure drop (Δh) | = 9 mm = 0.009 m |
| Kecepatan angin (v) | = 17.36 km/h = 4.82608 m/s |
| ρ udara | = 1.2 kg/m ³ |
| Daya Motor (P_u) | = 51.58 W |
| Luas (A) | = 60 cm ² = 0.006 m ² |

Untuk menghitung rho (ρ) minyak digunakan rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\rho &= \frac{m}{V} = \frac{3.967 \text{ gr}}{4 \text{ cm}^3} = 0.99175 \text{ gr} / \text{cm}^3 \\ &= 0.99175 \text{ gr} / \text{cm}^3 \times \frac{1 \text{ kg} / \text{m}^3}{0.001 \text{ gr} / \text{cm}^3} \\ &= 991.75 \text{ kg} / \text{m}^3\end{aligned}$$

Untuk menghitung berat jenis (γ) minyak digunakan rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\gamma &= \rho \times g \\ &= 991.75 \text{ kg} / \text{m}^3 \times 9.81 \text{ m} / \text{s}^2 \\ &= 9729.0675 \text{ kg} / \text{m}^2 \cdot \text{s}^2\end{aligned}$$

Untuk menghitung head (H) digunakan rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\Delta p &= \rho \times g \times \Delta h \\ &= 991.75 \text{ kg} / \text{m}^3 \times 9.81 \text{ m} / \text{s}^2 \times 0.009 \text{ m} \\ &= 87.56 \text{ kg} / \text{m} \cdot \text{s}^2 \text{ (Pa)}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}H &= \frac{\Delta p}{\rho \times g} = \frac{87.56 \text{ kg} / \text{m} \cdot \text{s}^2}{991.75 \text{ kg} / \text{m}^3 \times 9.81 \text{ m} / \text{s}^2} \\ &= 0.009 \text{ m}\end{aligned}$$

Untuk menghitung berat jenis (γ) udara digunakan rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\gamma &= \rho \times g \\ &= 1.2 \text{ kg/m}^3 \times 9.81 \text{ m/s}^2 \\ &= 11.772 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{s}^2\end{aligned}$$

Untuk menghitung kapasitas (Q) digunakan rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned}Q &= v \times A \\ &= 4.82608 \text{ m/s} \times 0.006 \text{ m}^2 \\ &= 0.02895648 \text{ m}^3 / \text{s} \\ &= 104.16 \text{ m}^3 / \text{h}\end{aligned}$$

Untuk menghitung daya pada udara (P_u) digunakan rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned}P_u &= \gamma \times Q \times H \\ &= 11.772 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{s}^2 \times 0.02895648 \text{ m}^3 / \text{s} \times 0.009 \text{ m} \\ &= 0.0030678811 \text{ kg} \cdot \text{m}^2 / \text{s}^3 \\ &= 0.0030678811 \text{ W}\end{aligned}$$

Adapun daya pada motor diketahui pada saat pengujian yaitu 51.58 W.

Untuk menghitung efisiensi (η) digunakan rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\eta &= \frac{P_u}{P_m} \times 100 \% \\ &= \frac{0.0030678811 \text{ W}}{51.58 \text{ W}} \times 100 \% \\ &= 0.0059 \%\end{aligned}$$

2. Perhitungan Pada Sudut Sudu *Impeller* 109°

Pada saat proses pengujian diketahui data sebagai berikut:

| | |
|------------------------------|---|
| Dik: Massa minyak (m) | = 3.967 gr |
| Volume minyak (V) | = 4 cc = 4 cm ³ |
| Pressure drop (Δh) | = 10 mm = 0.01 m |
| Kecepatan angin (v) | = 17.76 km/h = 4.93728 m/s |
| ρ udara | = 1.2 kg/m ³ |
| Daya Motor (P_u) | = 52.04 W |
| Luas (A) | = 60 cm ² = 0.006 m ² |

Untuk menghitung rho (ρ) minyak digunakan rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\rho &= \frac{m}{V} = \frac{3.967 \text{ gr}}{4 \text{ cm}^3} = 0.99175 \text{ gr/cm}^3 \\ &= 0.99175 \text{ gr/cm}^3 \times \frac{1 \text{ kg/m}^3}{0.001 \text{ gr/cm}^3} \\ &= 991.75 \text{ kg/m}^3\end{aligned}$$

Untuk menghitung berat jenis (γ) minyak digunakan rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\gamma &= \rho \times g \\ &= 991.75 \text{ kg/m}^3 \times 9.81 \text{ m/s}^2 \\ &= 9729.0675 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{s}^2\end{aligned}$$

Untuk menghitung head (H) digunakan rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\Delta p &= \rho \times g \times \Delta h \\ &= 991.75 \text{ kg/m}^3 \times 9.81 \text{ m/s}^2 \times 0.01 \text{ m} \\ &= 97.29 \text{ kg/m} \cdot \text{s}^2 \text{ (Pa)}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}H &= \frac{\Delta p}{\rho \times g} = \frac{97.29 \text{ kg/m} \cdot \text{s}^2}{991.75 \text{ kg/m}^3 \times 9.81 \text{ m/s}^2} \\ &= 0.01 \text{ m}\end{aligned}$$

Untuk menghitung berat jenis (γ) udara digunakan rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\gamma &= \rho \times g \\ &= 1.2 \text{ kg/m}^3 \times 9.81 \text{ m/s}^2 \\ &= 11.772 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{s}^2\end{aligned}$$

Untuk menghitung kapasitas (Q) digunakan rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned}Q &= v \times A \\ &= 4.93728 \text{ m/s} \times 0.006 \text{ m}^2 \\ &= 0.02962368 \text{ m}^3 / \text{s} \\ &= 106.56 \text{ m}^3 / \text{h}\end{aligned}$$

Untuk menghitung daya pada udara (P_u) digunakan rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned}P_u &= \gamma \times Q \times H \\ &= 11.772 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{s}^2 \times 0.02962368 \text{ m}^3 / \text{s} \times 0.01 \text{ m} \\ &= 0.0034872996 \text{ kg} \cdot \text{m}^2 / \text{s}^3 \\ &= 0.0034872996 \text{ W}\end{aligned}$$

Adapun daya pada motor diketahui pada saat pengujian yaitu 52.04 W.

Untuk menghitung efisiensi (η) digunakan rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\eta &= \frac{P_u}{P_m} \times 100\% \\ &= \frac{0.0034872996W}{52.04W} \times 100\% \\ &= 0.0067\%\end{aligned}$$

3. Perhitungan Pada Sudut Sudu *Impeller* 136°

Pada saat proses pengujian diketahui data sebagai berikut:

| | |
|------------------------------|---|
| Dik: Massa minyak (m) | = 3.967 gr |
| Volume minyak (V) | = 4 cc = 4 cm ³ |
| Pressure drop (Δh) | = 11 mm = 0.011 m |
| Kecepatan angin (v) | = 19.64 km/h = 5.45992 m/s |
| ρ udara | = 1.2 kg/m ³ |
| Daya Motor (P_u) | = 52.42 W |
| Luas (A) | = 60 cm ² = 0.006 m ² |

Untuk menghitung rho (ρ) minyak digunakan rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\rho &= \frac{m}{V} = \frac{3.967 \text{ gr}}{4 \text{ cm}^3} = 0.99175 \text{ gr/cm}^3 \\ &= 0.99175 \text{ gr/cm}^3 \times \frac{1 \text{ kg/m}^3}{0.001 \text{ gr/cm}^3} \\ &= 991.75 \text{ kg/m}^3\end{aligned}$$

Untuk menghitung berat jenis (γ) minyak digunakan rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\gamma &= \rho \times g \\ &= 991.75 \text{ kg/m}^3 \times 9.81 \text{ m/s}^2 \\ &= 9729.0675 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{s}^2\end{aligned}$$

Untuk menghitung head (H) digunakan rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\Delta p &= \rho \times g \times \Delta h \\ &= 991.75 \text{ kg/m}^3 \times 9.81 \text{ m/s}^2 \times 0.011 \text{ m} \\ &= 107.02 \text{ kg/m} \cdot \text{s}^2 \text{ (Pa)}\end{aligned}$$

$$H = \frac{\Delta p}{\rho \times g} = \frac{107.02 \text{ kg/m.s}}{991.75 \text{ kg/m}^3 \times 9.81 \text{ m/s}^2}$$

$$= 0.011 \text{ m}$$

Untuk menghitung berat jenis (γ) udara digunakan rumus sebagai berikut:

$$\gamma = \rho \times g$$

$$= 1.2 \text{ kg/m}^3 \times 9.81 \text{ m/s}^2$$

$$= 11.772 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{s}^2$$

Untuk menghitung kapasitas (Q) digunakan rumus sebagai berikut:

$$Q = v \times A$$

$$= 5.45992 \text{ m/s} \times 0.006 \text{ m}^2$$

$$= 0.03275952 \text{ m}^3 / \text{s}$$

$$= 117.84 \text{ m}^3 / \text{h}$$

Untuk menghitung daya pada udara (P_u) digunakan rumus sebagai berikut:

$$P_u = \gamma \times Q \times H$$

$$= 11.772 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{s}^2 \times 0.03275952 \text{ m}^3 / \text{s} \times 0.011 \text{ m}$$

$$= 0.0042420958 \text{ kg} \cdot \text{m}^2 / \text{s}^3$$

$$= 0.0042420958 \text{ W}$$

Adapun daya pada motor diketahui pada saat pengujian yaitu 52.42 W.

Untuk menghitung efisiensi (η) digunakan rumus sebagai berikut:

$$\eta = \frac{P_u}{P_m} \times 100 \%$$

$$= \frac{0.0042420958 \text{ W}}{52.42 \text{ W}} \times 100 \%$$

$$= 0.0081 \%$$

Bersumber pada hasil perhitungan efisiensi di atas, dapat diketahui bahwa semakin besar sudut sudu pada *impeller* maka semakin besar pula efisiensi yang dihasilkan pada putaran *impeller* yang sama. Hal ini diperkuat oleh Spyridon (2012) yang melakukan penelitian dengan memvariasikan 3 *impeller* tertutup dengan sudu masuknya 9° , 15° , 21° sedangkan sudu keluar tetap 20° . Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa nilai sudut masuk yang semakin besar maka kecepatan angin, *head*, kapasitas, dan efisiensi semakin besar. Efisiensi terbesar dihasilkan oleh sudut sudu *impeller* 136° dengan nilai 0.0081 %.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang didapat sebagai berikut:

1. Semakin besar sudut sudu pada *impeller* maka semakin besar pula efisiensi, kecepatan angin, *pressure drop*, daya motor dan kapasitas yang dihasilkan.
2. Pada putaran *impeller* yang sama yaitu 1100 rpm, efisiensi (η) terbesar terjadi pada sudut sudu *impeller* 136° dengan nilai yaitu 0.0081 %. Sedangkan efisiensi (η) terkecil terjadi pada sudut sudu *impeller* 72° dengan nilai yaitu 0.0059 %.
3. Pada putaran *impeller* yang sama yaitu 1100 rpm, kecepatan angin terbesar terjadi pada sudut sudu *impeller* 136° dengan nilai yaitu 19.64 km/h. Sedangkan kecepatan angin terkecil terjadi pada sudut sudu *impeller* 72° dengan nilai yaitu 17.36 km/h.
4. Pada putaran *impeller* yang sama yaitu 1100 rpm, *pressure drop* terbesar terjadi pada sudut sudu *impeller* 136° dengan nilai yaitu 107.02 Pa. Sedangkan *pressure drop* terkecil terjadi pada sudut sudu *impeller* 72° dengan nilai yaitu 87.56 Pa.
5. Pada putaran *impeller* yang sama yaitu 1100 rpm, daya motor terbesar terjadi pada sudut sudu *impeller* 136° dengan nilai yaitu 52.42 W. Sedangkan daya motor terkecil terjadi pada sudut sudu *impeller* 72° dengan nilai yaitu 51.58 W.
6. Pada putaran *impeller* yang sama yaitu 1100 rpm, kapasitas terbesar terjadi pada sudut sudu *impeller* 136° dengan nilai yaitu 117.84 m³/h. Sedangkan kapasitas terkecil terjadi pada sudut sudu *impeller* 72° dengan nilai yaitu 104.16 m³/h.

5.2 Saran

Adapun saran sebagai berikut:

1. Sebaiknya dalam membuat *impeller blower* sentrifugal menggunakan bahan yang lebih ringan dari kayu agar mendapatkan hasil yang lebih maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Adriansyah. (2006). Rancang Bangun Instalasi Pengujian Blower Sentrifugal. *Teknik Mesin*, 3(2), 71–78.
- Andana, A. (2019). Pengujian dan Analisis Air-Fuel Ratio Terhadap Unjuk Kerja Motor Bensin 150 CC. *Teknik Mesin*, 18–22.
- BEE, B. of E. E. (2004). *Energy Efficiency Guide Book* (Chapter 5). Government of India.
- Blower, C. (n.d.). Industrial Fans and Blowers. Retrieved September 1, 2019, from www.canadianblower.com/blowers/index.html
- Budhi, Y. W. (n.d.). Program Pelaksanaan Praktikum. In ITB (Ed.), *Teknik Kimia*.
- Church, A. H., & Harahap, Z. (1990). *Pompa dan Blower Sentrifugal*. Jakarta: Erlangga.
- Desember, J., Noor, F. A., Ananta, H., & Sunardiyo, S. (2017). *Pengaruh Penambahan Kapasitor Terhadap Tegangan , Arus , Faktor Daya , dan Daya Aktif*. 9(2), 66–73.
- Dietzel, F., & Daksa, S. (1988). *Turbin, Pompa dan Kompresor*. Jakarta: Erlangga.
- Ganasean. (n.d.). *Fans, Pumps and Compressors*. Indian Institute of Technology.
- Handayani, & Utami ST. MT, S. (2010). *Bahan Ajar Pompa, Blower dan Kompresor*. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Manufacturing, R. (n.d.). Centrifugal Blowers. Retrieved September 5, 2019, from https://www.republic-mfg.com/blowers/centrifugal-blowers.asp#Working_Principle
- Muhammad Sholeh. (2014). Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Sains & Teknologi (SNAST) 2014 Yogyakarta, 15 November 2014 ISSN: 1979-911X. *Snast*, (November), 211–216.
- Nugroho, S., M, W., & Himawanto, D. A. (2014). Pengaruh jumlah sudu terhadap unjuk kerja dan kavitasi pompa sentrifugal. *Mekanika*, 12(2009), 78–83.
- Sularso, I., & Haruo, T. (1987). *Pompa dan Kompresor*. Jakarta: Pradnya Paramitha.
- US DOE, U. D. of E. (1989). *Energy Efficiency and Renewable Energy*. Improving Fan System Performance – a sourcebook for industry.

Lampiran

LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

Analisa Pengaruh Sudut Sudu *Impeller* Pada Unjuk Kerja *Blower* Sentrifugal

Nama : Sultanul Ari Azkar

NPM : 1507230252

Dosen Pembimbing 1 : Khairul Umurani, S.T., M.T

Dosen Pembimbing 2 : H. Muharnif, S.T., M.Sc

| No | Hari/Tanggal | Kegiatan | Paraf |
|----|---------------------|------------------------------------|-------|
| 1. | Kamis / 25-04-2019 | Pembelian Spindel Jugus | l |
| 2. | Jumat / 05-05-2019 | Perbaikan Peralatan | l |
| 3. | Kamis / 23-05-2019 | Perbaikan Tiang Instansi | l |
| 4. | Selasa / 18-06-2019 | Perbaikan Metode Bot | l |
| 5. | Rabu / 10-07-2019 | Perbaikan Analisa Data | l |
| 6. | Jumat / 02-08-2019 | Jajant ke pembimbing 2 | l |
| 7. | Senin / 26-08-2019 | Perbaiki bab 1, 2, 3, 4 | l |
| 8. | Sabtu / 07-09-2019 | ACC Seminar | l |



UMSU

Unggul, Cerdas, Terpercaya

Untuk lebih lanjut, Web surat ini agar disebutkan
alamat dan nomor teleponnya

MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN & PENGEMBANGAN
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK

Jalan Kapten Muchtar Basri No. 3 Medan 20238 Telp. (061) 6622400 - EXT. 12
Website: <http://fatek.umsu.ac.id> E-mail: fatek@umsu.ac.id

**PENENTUAN TUGAS AKHIR DAN PENGHUJUKAN
DOSEN PEMBIMBING**

Nomor : 594/II.3AU/UMSU-07/F/2019

Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, berdasarkan rekomendasi Atas Nama Ketua Program Studi Teknik Mesin Pada Tanggal 25 April 2019 Dengan ini Menetapkan :

Nama : SULTANUL ARI AZKAR
Npm : 1507230252
Program Studi : TEKNIK MESIN
Semester : V111 (DELAPAN)

Judul Tugas Akhir : ANALISA PENGARUH SUDUT SUDU IMPELER PADA UNJUK
KERJA BLOWER SENTRIFUGAL

Pembimbing 1 : KHAIRUL UMURANI ST.MT
Pembimbing 11 : H. MUHANIF ST.M.Sc

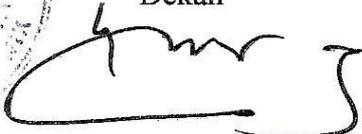
Dengan demikian diizinkan untuk menulis tugas akhir dengan ketentuan :

1. Bila judul Tugas Akhir kurang sesuai dapat diganti oleh Dosen Pembimbing setelah mendapat persetujuan dari Program Studi Teknik Mesin
2. Menulis Tugas Akhir dinyatakan batal setelah 1 (satu) Tahun dan tanggal yang telah ditetapkan.

Demikian surat penunjukan dosen Pembimbing dan menetapkan Judul Tugas Akhir ini dibuat untuk dapat dilaksanakan sebagaimana mestinya.

Ditetapkan di Medan pada Tanggal.
Medan, 20 Sya'ban 1440 H
25 April 2019

Dekan


Munawar Alfansury Siregar, ST.,MT
NIDN: 0101017202

Cc. File

**DAFTAR HADIR SEMINAR
TUGAS AKHIR TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK – UMSU
TAHUN AKADEMIK 2018 – 2019**

Peserta Seminar
 Nama : Sultanul Ari Azkar
 NPM : 1507230252
 Judul Tugas Akhir : Analisa Pengaruh Sudut Sudu Impeller Pada Unjuk Kerja Blower Sentrifugal.

| DAFTAR HADIR | | | TANDA TANGAN |
|-----------------|-----------------------------|---------------------|----------------------------|
| Pembimbing – I | : Khairul Umurani.S.T.M.T | | : <i>Khairul Umurani</i> |
| Pembimbing – II | : H.Muharnif.S.T.M.Sc | | : <i>H. Muharnif</i> |
| Pembanding – I | : Chandra A Siregar.S.T.M.T | | : <i>Chandra A Siregar</i> |
| Pembanding – II | : Bekti Suroso.S.T.M.Eng | | : <i>Bekti Suroso</i> |
| | | | |
| No | NPM | Nama Mahasiswa | Tanda Tangan |
| 1 | 1507230260 | Habiburrahman | <i>Habiburrahman</i> |
| 2 | 1507230235 | M. NUMAI MATABANIAS | <i>M. Numai Matabanias</i> |
| 3 | 1407230100 | Setia wandi | <i>Setia wandi</i> |
| 4 | 1507230256 | Fariq Avlia Pochman | <i>Fariq Avlia Pochman</i> |
| 5 | | | |
| 6 | | | |
| 7 | | | |
| 8 | | | |
| 9 | | | |
| 10 | | | |

Medan, 16 Muharram 1440 H
16 September 2019 M



Ketia Prodi. T.Mesin

Affandi
Affandi.S.T.M.T

**DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

NAMA : Sultanul Ari Azkar
NPM : 1507230252
Judul T.Akhir : Analisa pengaruh Sudut Sudu Impeller Pada Unjuk Kerja Blower Sentrifugal.

Dosen Pembimbing – I : Khairul Umurani.S.T.M.T
Dosen Pembimbing – II : H.Muharnif.S.T.M.Sc
Dosen Pembanding - I : Chandra A Siregar.S.T.M.T
Dosen Pembanding - II : Bekti Suroso.S.T.M.Eng

KEPUTUSAN

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :

..... *Ukuran, Bahan, Proses, dan ket...*

3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :

.....
.....
.....
.....

Medan 16 Muharram 1440H
16 September 2019 M



Diketahui :
Ketua Prodi. T.Mesin
[Signature]
Alfandi.S.T.M.T

Dosen Pembanding- I
[Signature]
Chandra A Siregar.S.T.M.T

**DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

NAMA : Sultanul Ari Azkar
NPM : 1507230252
Judul T.Akhir : Analisa pengaruh Sudut Sudu Impeller Pada Unjuk Kerja Blower Sentrifugal.

Dosen Pembimbing – I : Khairul Umurani.S.T.M.T
Dosen Pembimbing – II : H.Muharnif.S.T.M.Sc
Dosen Pembanding - I : Chandra A Siregar.S.T.M.T
Dosen Pembanding - II : Bekti Suroso.S.T.M.Eng

KEPUTUSAN

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)
- ② Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :

.....*Waktu pada kegiatan Jujur Akhri*.....
.....
.....

3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :

.....
.....
.....
.....

Medan 16 Muharram 1440H
16 September 2019 M



Diketahui :
Ketua Prodi. T.Mesin

Affandi.S.T.M.T

Dosen Pembanding- II

Bekti Suroso.S.T.M.Eng

DATA HASIL PENGUJIAN

Sudut Sudu *Impeller* 72°

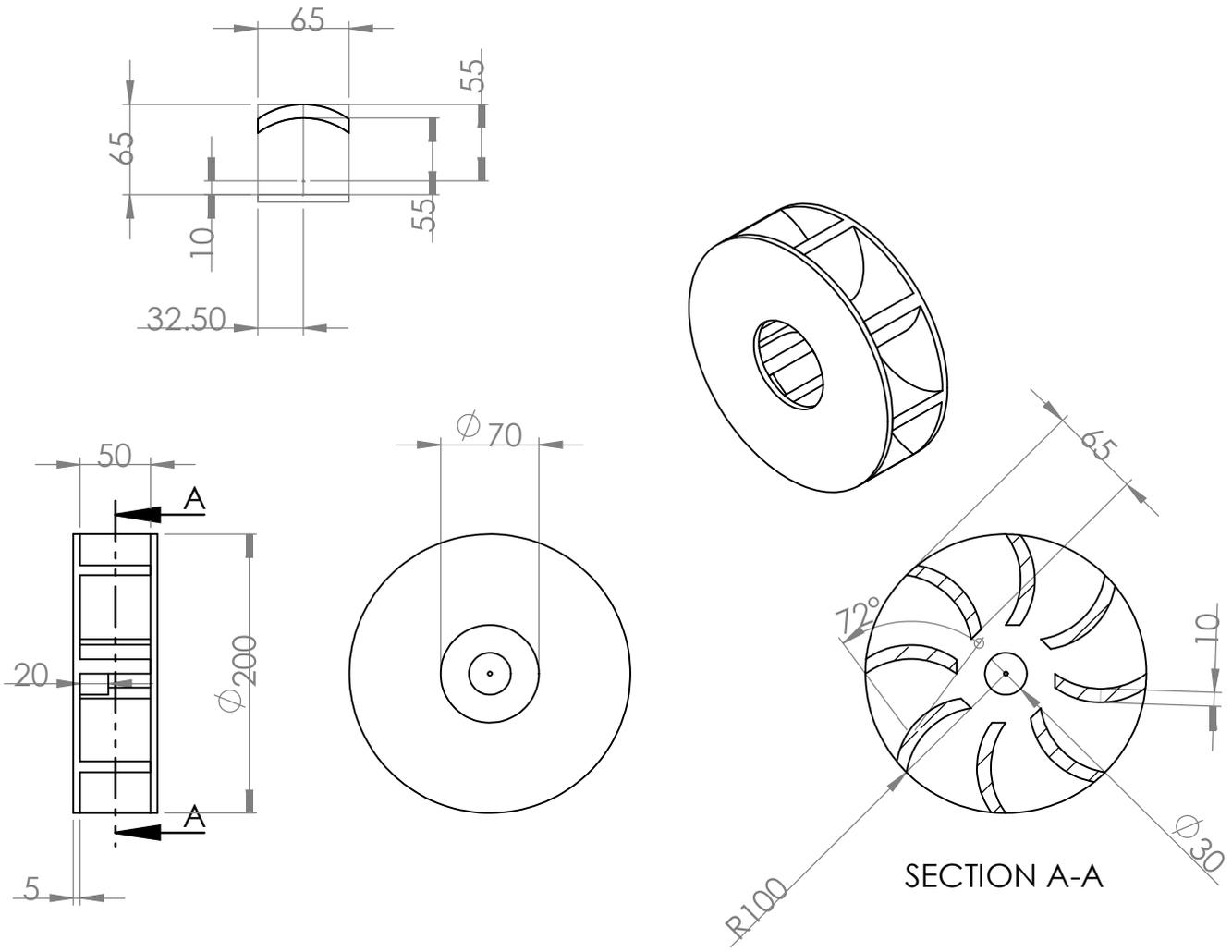
| Percobaan | n (rpm) | Δh (mm) | Kecepatan Angin (km/h) | Daya (W) |
|-----------|---------|-----------------|------------------------|----------|
| 1 | 1100 | 9 | 17.2 | 51.3 |
| 2 | 1100 | 9 | 17.1 | 51.7 |
| 3 | 1100 | 9 | 17.1 | 51.8 |
| 4 | 1100 | 9 | 17.6 | 51.4 |
| 5 | 1100 | 9 | 17.8 | 51.7 |

Sudut Sudu *Impeller* 109°

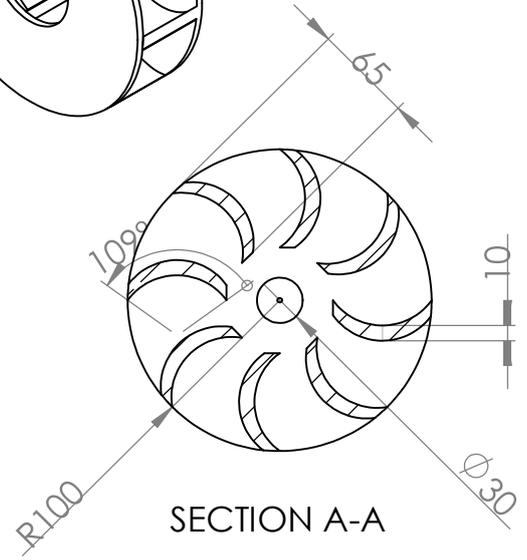
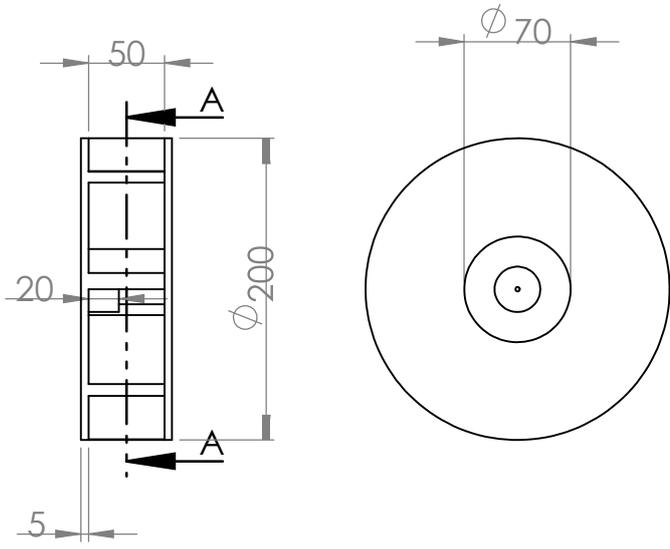
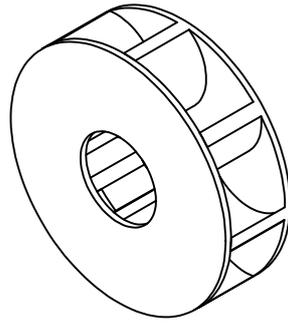
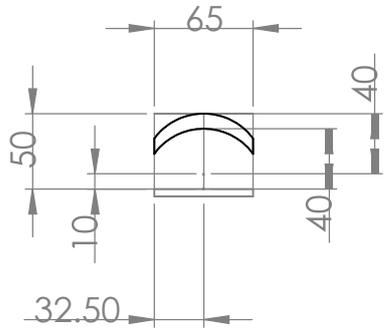
| Percobaan | n (rpm) | Δh (mm) | Kecepatan Angin (km/h) | Daya (W) |
|-----------|---------|-----------------|------------------------|----------|
| 1 | 1100 | 10 | 18.1 | 52.1 |
| 2 | 1100 | 10 | 17.7 | 51.5 |
| 3 | 1100 | 10 | 17.9 | 52.5 |
| 4 | 1100 | 10 | 17.4 | 52.4 |
| 5 | 1100 | 10 | 17.7 | 51.7 |

Sudut Sudu *Impeller* 136°

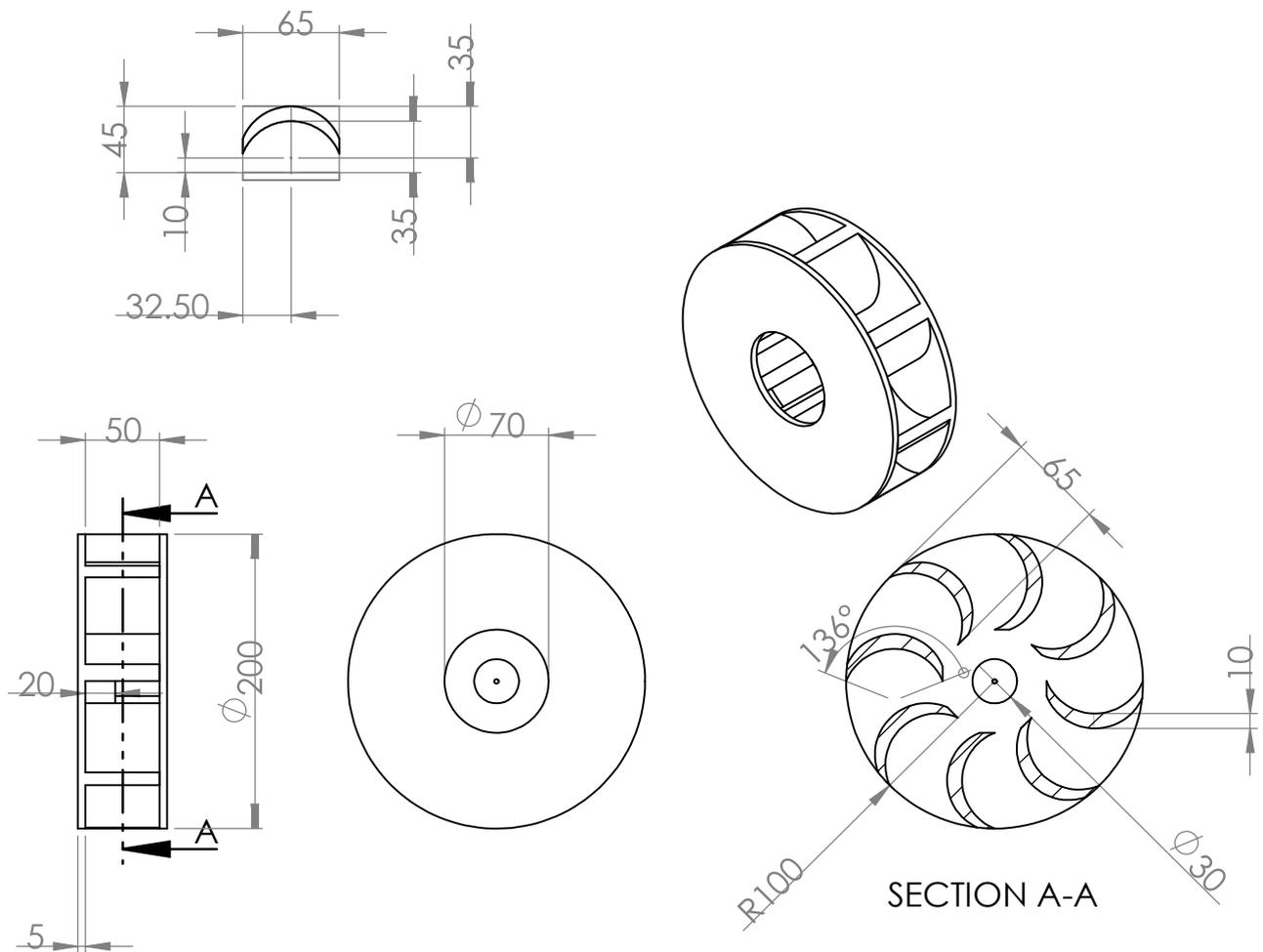
| Percobaan | n (rpm) | Δh (mm) | Kecepatan Angin (km/h) | Daya (W) |
|-----------|---------|-----------------|------------------------|----------|
| 1 | 1100 | 11 | 19.4 | 52.5 |
| 2 | 1100 | 11 | 19.5 | 52.5 |
| 3 | 1100 | 11 | 19.7 | 52.4 |
| 4 | 1100 | 11 | 19.8 | 52.4 |
| 5 | 1100 | 11 | 19.8 | 52.3 |



| | | | | | | |
|---|-----------|------|---------|-----------------------------------|----------------------------|--------------|
| UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR: | | | FINISH: | DEBUR AND BREAK SHARP EDGES | DO NOT SCALE DRAWING | REVISION |
| NAME | SIGNATURE | DATE | | | TITLE: | |
| DRAWN | | | | | | |
| CHK'D | | | | | | |
| APPV'D | | | | | | |
| MFG | | | | | | |
| Q.A | | | | MATERIAL: | DWG NO. | |
| | | | | | Impeller 72 Derajat | A4 |
| | | | WEIGHT: | | SCALE:1:5 | SHEET 1 OF 1 |



| | | | | | | | | | |
|---|--|-----------|--|-----------------------------------|--|----------------------|--|--------------|--|
| UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR: | | FINISH: | | DEBUR AND BREAK SHARP EDGES | | DO NOT SCALE DRAWING | | REVISION | |
| NAME | | SIGNATURE | | DATE | | TITLE: | | | |
| DRAWN | | | | | | | | | |
| CHK'D | | | | | | | | | |
| APPV'D | | | | | | | | | |
| MFG | | | | | | | | | |
| Q.A | | | | MATERIAL: | | DWG NO. | | A4 | |
| | | | | WEIGHT: | | SCALE:1:5 | | SHEET 1 OF 1 | |
| | | | | | | Impeller 109 Derajat | | | |



| | | | | | | | | | |
|---|--|-----------|--|-----------------------------------|--|-------------------------------------|--|----------|--|
| UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR: | | FINISH: | | DEBUR AND BREAK SHARP EDGES | | DO NOT SCALE DRAWING | | REVISION | |
| DRAWN | | SIGNATURE | | DATE | | TITLE: | | | |
| CHK'D | | | | | | DWG NO. Impeller 136 Derajat | | | |
| APPV'D | | | | | | | | | |
| MFG | | | | | | SCALE: 1:5 | | | |
| Q.A | | | | | | | | | |
| | | | | MATERIAL: | | SHEET 1 OF 1 | | | |
| | | | | WEIGHT: | | | | | |
| | | | | | | A4 | | | |

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



DATA PRIBADI

Nama : Sultanul Ari Azkar
Alamat : Jl. Sidomulyo Psr. 9 Gg. Podang No. 32 Desa Sei
Rotan Kec. Percut Sei Tuan Kab. Deli Serdang
Jenis Kelamin : Laki – laki
Umur : 21 Tahun
Agama : Islam
Status : Belum Menikah
Tempat, Tgl. Lahir : Tanjung Pura, 14 Februari 1998
Tinggi/Berat Badan : 175 cm/69 Kg
Kewarganegaraan : Indonesia
No. Hp : 082369414098
Email : ariazkar01@gmail.com

ORANG TUA

Nama Ayah : Nono Suhana
Agama : Islam
Nama Ibu : Siti Khadijah
Agama : Islam
Alamat : Jl. Sidomulyo Psr. 9 Gg. Podang No. 32 Desa Sei
Rotan Kec. Percut Sei Tuan Kab. Deli Serdang

LATAR BELAKANG PENDIDIKAN

2002 – 2003 : TKA Al – Fauzi
2003 – 2007 : SDIT Al – Fauzi
2007 – 2009 : MI Madinatussalam Percut Sei Tuan
2009 – 2012 : SMP Negeri 1 Percut Sei Tuan
2012 – 2015 : MAN 2 Model Medan
2015 – 2019 : Tercatat Sebagai Mahasiswa Program Studi Teknik
Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah
Sumatera Utara (UMSU)