

TUGAS AKHIR
PERANCANGAN DAN PEMBUATAN PINTU OTOMATIS
PADA LEMARI ASAM MENGGUNAKAN LIMIT SWITCH
DAN ARDUINO MEGA 2560

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana

Teknik Mesin



OLEH

ROBERTO HUTAJULU

143310436

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS ISLAM RIAU

PEKANBARU

2021

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN PINTU OTOMATIS PADA LEMARI ASAM MENGUNAKAN LIMIT SWITCH DAN ARDUINO MEGA 2560

Roberto Hutajulu, Dedi Karni

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Islam Riau

JL. Kaharuddin Nasution No. 133 Perhentian Marpoyan, Pekanbaru

Email: robertoberto719@gmail.com

ABSTRAK

Lemari asam merupakan peralatan yang digunakan untuk menjauhkan pengguna dari paparan zat kimia dan partikel - partikel halus. Zat kimia yang berbahaya berbau dan beracun dapat membahayakan pemakai lemari asam yang dilengkapi dengan *Exhaust fan, Arduino, Limit Switch*. *Exhaust fan* berfungsi sebagai alat untuk menghisap udara pada lemari asam dan membuang udara dari dalam lemari asam ke lingkungan luar. Banyak peneliti mengembangkan lemari asam yang memiliki system manual menjadi system otomatis dimana pengguna harus menekan on/off terlebih dahulu untuk dapat menghidupkan *exhaust fan* dan lampu penerangan serta peralatan lainnya

Adapun perancangan dari lemari asam ini menggunakan aplikasi autocad sebagai media dalam mendesign ataupun membuat sketsa lemari asam, baik itu membuat sketsa dari lemarnya dan juga membuat exhaust fan hood . Pengambilan data dilakukan dengan cara menghitung head blower, menghitung putaran spesifik, menghitung daya udara, menentukan daya poros dan efisiensi, dengan hasil head blower 1.327 m, putaran spesifik 261.155 1/Menit, daya udara 1,504 Watt, daya poros 74.3 Watt, efisiensi 2,7 %. Dari hasil penelitian ini didapatkan kesimpulan dari hasil perhitungan dengan menggunakan rumus putaran spesifik maka roda yang dipakai adalah roda aksial dengan hasil 351.95 1/menit kemudian dihitung dan hasilnya 2.36 dengan $c < 2,50$ dengan putaran spesifik dibawah < 300 1/menit, Untuk efisiensi yang didapatkan adalah 2.7 % dengan N udara dengan hasil 1,454 Watt dan N Poros dengan hasil 66.3 Watt maka dapat lah hasil efisiensi didapatkan 2.7 %.

Kata kunci : *Lemari Asam, Exhaust fan hood, Limit Switch, Arduino, Head Blower, Putaran Spesifik, Daya Udara, Daya Poros, Efisiensi*

**DESIGN AND MANUFACTURE OF AUTOMATIC DOORS ON ACCURATORY
USING LIMIT SWITCH AND ARDUINO MEGA 2560**

Roberto Hutajulu, Dedi Karni

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Islam Riau

JL. Kaharuddin Nasution No. 133 Perhentian Marpoyan, Pekanbaru

Email: robertoberto719@gmail.com

ABSTRACT

Fume hoods are equipment used to keep users away from exposure to chemicals and fine particles. Hazardous and toxic chemicals can harm users of fume hoods equipped with exhaust fans, Arduino, Limit Switches. Exhaust fan functions as a tool to suck air in the fume hood and expel air from inside the fume hood to the outside environment. Many researchers have developed fume hoods that have a manual system into an automatic system where the user must first press on/off to be able to turn on the exhaust fan and lighting and other equipment.

The design of this fume hood uses the autocad application as a medium in designing or sketching a fume hood, whether it's making a sketch of the cupboard and also making an exhaust fan hood. Data retrieval is done by calculating the blower head, calculating the specific rotation, calculating the air power, determining the shaft power and efficiency, with the results of the blower head being 1.327 m, specific rotation 261.155 1/minute, air power 1.504 Watt, shaft power 74.3 Watt, efficiency 2,7%. From the results of this study, it was concluded that from the calculation results using the specific rotation formula, the wheel used was an axial wheel with a result of 351.95 1/minute then calculated and the result was 2.36 with $c < 2.50$ with a specific rotation below < 300 1/minute. the efficiency obtained is 2.7% with NUAir with a result of 1.454 Watt and NPoros with a result of 66.3 Watt, the efficiency result can be 2.7%.

Keywords: *Asam Cabinet, Exhaust fan hood, Limit Switch, Arduino, Head Blower, Specific Rotation, Air Power, Shaft Power, Effic*

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur saja panjatkan atas kehadiran Allah SWT karena atas izinNya saya dapat menyelesaikan tugas akhir ini sesuai kemampuan saya.

Tugas akhir ini merupakan salah satu yang wajib diselesaikan oleh Mahasiswa Teknik Mesin dan juga merupakan persyaratan untuk mendapatkan gelar sarjana di Prodi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.

Tugas Akhir yang berjudul: Perancangan Dan Pembuatan Pintu Otomatis Pada Lemari Asam Menggunakan Limit Switch Dan Arduino Mega 2560 Pada Laboratorium Teknik Mesin Universitas Islam Riau. Bertujuan agar dalam pengguna lemari asam dapat lebih efisien dan mudah dalam penggunaannya di laboratorium.

Pada kesempatan ini saya banyak mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan dalam penyelesaian Laporan tugas sarjana ini yaitu:

1. Kedua orang tua penulis yang telah mendoakan dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Bapak Jhonni Rahman B.Eng.,M.Eng.,Ph.D Sebagai Ketua Prodi Teknik Mesin Universitas Islam Riau.
3. Bapak Rafil Arizona ST.,M.Eng sebagai Sekretaris Prodi Teknik Mesin Fakultas Teknik, Universitas Islam Riau.
4. Bapak Dr.Dedikarni ST.,M.Sc Sebagai Pembimbing Tugas Akhir.
5. Bapak Jhonni Rahman B.Eng.,M.Eng.,Ph.D Sebagai Penguji I Tugas Akhir.
6. Bapak Ir.Irwan Anwar,M.T II Sebagai Penguji Tugas Akhir.

7. Bapak dan Ibu dosen yang telah memberikan pengajaran kepada penulisan selama dibangku kuliah serta karyawan/ti Tata Usaha Fakultas Teknik Uir yang telah ikut membantu proses kegiatan belajar mengajar dikampus.
8. Rekan- rekan Mahasiswa yang ikut membantu serta memberikan dukungan dalam menyelesaikan Tugas Akhir.

Penulis menyadari begitu banyak kekurangan dan kelemahan yang terdapat didalam penulisan tugas akhir ini, penulis mengharapakan kritik dan saran yang dapat membantu menyempurnakan laporan ini. Akhir kata semoga Tuga Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi pembacanya.

Pekanbaru, Desember 2021

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	I
KATA PENGANTAR.....	II
DAFTAR ISI.....	III
DAFTAR GAMBAR.....	VI
DAFTAR TABEL	VII
DAFTAR NOTASI.....	VIII
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Masalah	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Konsep Automatis.....	6
2.2 Lemari Asam (<i>Fume Hood</i>)	6
2.3 Jenis- Jenis Lemari Asam	7
2.3.1 Fume Hood Ductless	7
2.4 Fume Hood.....	9
2.5 Rangkaian Kelistrikan	10

2.5.1 Perhitungan Blower	11
2.5.2 Menghitung Head Blower	11
2.5.3 Putaran Spesifik	12
2.6 Perhitungan Daya Udara	12
2.7 Menentukan Daya Poros	12
2.8 Efisiensi	13
2.9 Perhitungan Perancangan	13
2.9.1 Volume Ruang	13
2.10 EXHAUST FAN	14
2.11 FAN AXSIAL	14
2.12 FAN SENTRIFUGAL	15
2.13 KONTAKTOR	15
2.14 Rangkaian Arduino Mega	17
2.15 High Pressure Laminates	19
2.16 BLOWER EXHAUST FAN	20
2.18 KACA	23

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat Dan Waktu Penelitian	24
3.2 Alat-Alat Dan Bahan	24
3.2.1 Alat	24
3.2.2 Bahan-Bahan	28
3.3 Prosedur Pembuatan	29
3.4 Perancangan Lemari Asam.....	29

3.5 Arduino Mega 2560	30
3.6 Lemari Asam	31
3.7 Diagram Penelitian.....	32

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pembahasan	33
4.2 Perhitungan Daya Udara	36
4.3 Menentukan Daya Poros	38
4.4 Efisiensi	40
4.5 Perhitungan Perancangan	43
4.5.1 Mencari Ruang	43
4.5.2 Beban Maksimum	44
4.6 Termometer Digital	47
4.7 Perhitungan Blower	48
4.8 Menghitung Head Blower	52
4.9 Menghitung Putaran Spesifikasi	53

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan	57
5.2 Saran	57

DAFTAR PUSTAKA	58
-----------------------------	-----------

LAMPIRAN.....	59
----------------------	-----------

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Gambar Lemari Asam <i>Ductless</i>	7
Gambar 2.3 Gambar Skema 3 variasi kecepatan.....	10
Gambar 2.4 Exhaust Fan	14
Gambar 2.5 Fan aliran aksial	15
Gambar 2.6 Fan Sentrifugal	15
Gambar 2.7 Kontaktor	16
Gambar 2.8 Rangkaian Arduino	17
Gambar 2.9 Langkah-langkah pelapisan HPL	20
Gambar 2.10 Limit switch	22
Gambar 2.11 Kaca	23
Gambar 3.1 Voltage Regulator	24
Gambar 3.2 Sensor Ultrasonik	25
Gambar 3.3 Tang Amper	26
Gambar 3.5 Anomometer	27
Gambar 3.7 Sensor Ultrasonik	27
Gambar 3.8 Sketsa lemari asam (80 x 60 x 200 cm)	30
Gambar 3.9 Arduino Mega 2560	31
Gambar 3.8 Lemari Asam	31
Gambar 3.9 Diagram Alir	32

DAFTAR TABEL

Tabel Hasil Perhitungan lemari asam (<i>fume hood</i>)	47
Tabel Suhu ruang kerja di dalam lemari asam (<i>on</i>) dan (<i>off</i>).....	48
Tabel Tabel A-15 Yunus Chengel edisi 5.....	50
Tabel Harga-harga pompa pada blower.....	56



DAFTAR NOTASI

Simbol	keterangan	Satuan
Q	= Kapasitas Maksimum	m^3/s
G	= Grafitasi	m/s^2
I	= Kuat Arus	A
P	= Panjang	m
L	= Lebar	m
H	= Tinggi	m
P	= Daya	W
V	= Tegangan	V
I	= Kuat Arus	A
H	= Head Blower	m
n	= Putaran	rpm
Δp	= Tekanan udara	N/m^2

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Lemari asam merupakan peralatan yang digunakan untuk menjauhkan pengguna dari paparan zat kimia dan partikel - partikel halus. Zat kimia yang berbahaya berbau dan beracun dapat membahayakan pemakai lemari asam yang dilengkapi dengan *exhaust fan*. *Exhaust fan* berfungsi sebagai alat untuk menghisap udara pada lemari asam dan membuang udara dari dalam lemari asam ke lingkungan luar. Udara didalam lemari asam dapat tersirkulasi dengan baik. Pengguna lemari asam juga harus memakai peralatan (*Safety*) saat melakukan pengujian lemari asam. Pintu yang dapat digerakan keatas merupakan ciri khas lemari asam. Dalam suatu laboratorium teknik mesin tak jarang seorang melakukan pengujian dimana bahan yang digunakan tergolong bahan kimia berbahaya yang tak jarang hasil reaksi dari bahan tersebut menghasilkan suatu uap atau gas yang berbahaya Dan tentunya uap atau gas hasil reaksi kimia yang menyebar dapat mengganggu kesehatan. Oleh sebab itu lemari asam sangat diperlukan (Ridwan 2004).

Banyak peneliti mengembangkan lemari asam yang memiliki system manual menjadi system otomatis dimana pengguna harus menekan on/off terlebih dahulu untuk dapat menghidupkan *exhaust fan* dan lampu penerangan serta peralatan lainnya. Sehingga dapat terjadi masalah dimana pengguna lupa dalam menyalakan atau mematikan saklar yang berakibat fatal. Pengguna dapat langsung terpapar oleh zat-zat kimia atau gas yang berbahaya bagi kesehatan dan

berbau tidak sedap akibat *exhaust* tidak bekerja. Penghisapan yang bekerja pada *exhaust fan* sehingga dapat mengurangi zat-zat kimia yang berbahaya secara tidak langsung pada pengguna lemari asam.

Menggunakan system otomatis pada TA ini menggunakan Arduino 2560 dimana limit switch merupakan alat yang berfungsi untuk menyambungkan dan memutuskan arus listrik dengan bantuan arduino. Arduino adalah sebuah *hardware* yang memiliki IC Program yang telah ditanam *bootloader* Arduino IC Program yang akan mengontrol semua aktifitas dalam system control yang didesain pembacaan sensor Input output komunikasi data antar Arduino dengan perangkat lain serta mengendalikan motor Stepper Servo dan lain-lain.

Pintu yang bergerak keatas dapat digunakan sebagai penekan dari limit switch sehingga saat pengguna membuka pintu keatas mencapai titik yang ditentukan. Tuas otomatis pada limit switch akan berputar dapat menyambungkan arus listrik sehingga menyebabkan kipas akan berputar mulai dari putaran 1 sampai putaran 3 serta menyalakan lampu. Dan juga putaran 3 sampai putaran 1 pintu akan turun secara otomatis lampu akan mati pada lemari asam.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dari proposal tugas sarjana ini antara lain:

1. Bagaimana merancang dan membuat system pengontrol otomatis cara kerja lemari asam putaran 1 sampai putaran 3 kecepatan *exhaust fan* dengan system otomatis menggunakan *Limit Switch* / Arduino Mega 2560.
2. Bagaimana mengetahui seberapa besar efisiensi dan kecepatan putaran 3 sampai putaran 1 kecepatan dari penghisapan *exhaust fan*.

3. Bagaimana menghitung kecepatan *exhaust fan* menggunakan *Limit Switch* / Arduino Mega 2560 putaran 1 sampai putaran 3.

1.3 Tujuan

Adapun tujuan dari tugas akhir ini dibuat antara lain:

1. Untuk merancang dan membuat system pengontrol Automatis dan cara kerja lemari asam putaran 1 sampai putaran 3 kecepatan *exhaust fan* dengan system otomatis menggunakan *Limit Switch* / Arduino Mega 2560.
2. Untuk mengetahui seberapa besar efisiensi dan kecepatan putaran 3 sampai putaran 1 kecepatan dari penghisapan *exhaust fan*.
3. Untuk menghitung kecepatan *exhaust fan* menggunakan *Limit Switch* / Arduino Mega 2560 putaran 1 sampai putaran 3.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dalam penelitian dari penulis proposal tugas sarjana ini yaitu Perancangan peralatan laboratorium menjadi praktis dan lebih mengikuti perkembangan dimana pada zaman ini sistem otomatis banyak diterapkan terutama pada lemari asam yang akan bekerja. Perancangan ini agar mempermudah pengguna dalam pemakaian lemari asam saat akan melakukan pengujian serta penambahan kecepatan menjadi 3 variasi diharapkan meningkatkan efisiensi dari pengisap *exhaust fan* pada lemari asam, sehingga tujuan dari penelitian ini akan dapat terpenuhi.

1.5 Batasan Masalah

Agar tugas akhir ini dapat mengarah pada tujuan dan untuk menghindari terlalu kompleknya permasalahan yang muncul maka perlu adanya batasan-batasan masalah yang sesuai dengan judul dari tugas akhir ini. Adapun batasan batasan masalah yaitu: Perancangan Lemari Asam dengan 3 variasi kecepatan *exhaust fan* dengan system otomatis menggunakan *Limit Switch* / Arduino Mega 2560. Lemari Asam menggunakan *exhaust fan* dengan 3 variasi kecepatan.

Perancang lemari asam menggunakan *Limit Switch* / Arduino Mega 2560 sebagai pemutus dan penghubung dari manual menjadi otomatis.

1.6. Sistematika Penulisan

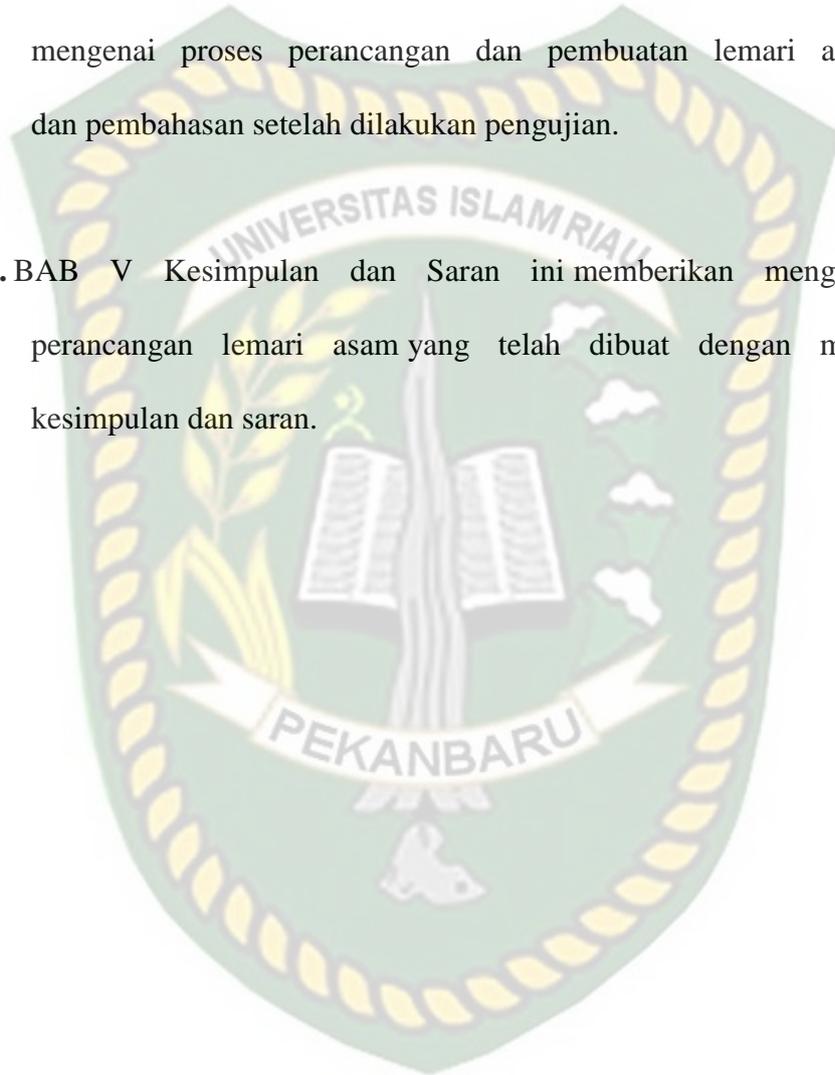
Dalam penulisan tugas akhir ini, sistematika penulisan yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. BAB I Pendahuluan. Pada Bab ini diberi penjelasan mengenai latar belakang, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan, manfaat dan susunan penulisan tugas akhir.
2. BAB II Tinjauan Pustaka. Pada Bab ini dijelaskan tentang teori yang dipakai dalam penulisan tugas akhir yang berhubungan dengan lemari asam.
3. BAB III Metodologi Penelitian. Pada Bab ini tentang bagaimana proses perancangan dan pembuatan alat laboratorium dengan memanfaatkan

exhaust fan, Limit Switch, arduino, karbon filter, filter dan lighting equipment.

4. BAB IV Hasil dan Pembahasan. Pada Bab ini dijelaskan/diuraikan mengenai proses perancangan dan pembuatan lemari asam, hasil dan pembahasan setelah dilakukan pengujian.

5. BAB V Kesimpulan dan Saran ini memberikan mengenai hasil perancangan lemari asam yang telah dibuat dengan memberikan kesimpulan dan saran.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Konsep Auotomatis

Para ahli telah banyak mengemukakan teori merancang suatu alat mesin mendapatkan suatu hasil yang maksimal. Untuk mendapatkan hasil perancangan yang memuaskan secara umum perancangan juga memiliki tahapan-tahapan yang harus di ikuti sebagai berikut:

1. Menentukan ukuran-ukuran pada rancangan baik dari ukuran –ukuran yang utama sampai bagian –bagian terkecil.
2. Mengamati desain dengan teliti, telah menyelesaikan desain, konstruksi diuji berdasarkan factor-faktor utama.
3. Bentuk rancangan yang harus dibuat berkaitan dengan desin.
4. Menentukan bahan yang sesuai dengan kebutuhan.
5. Pengalaman dengan segala kekurangan serta ada juga factor-faktor utama yang sangat menentukan rancangan pada lemari asam.

2.2 Lemari Asam (*Fume Hood*)

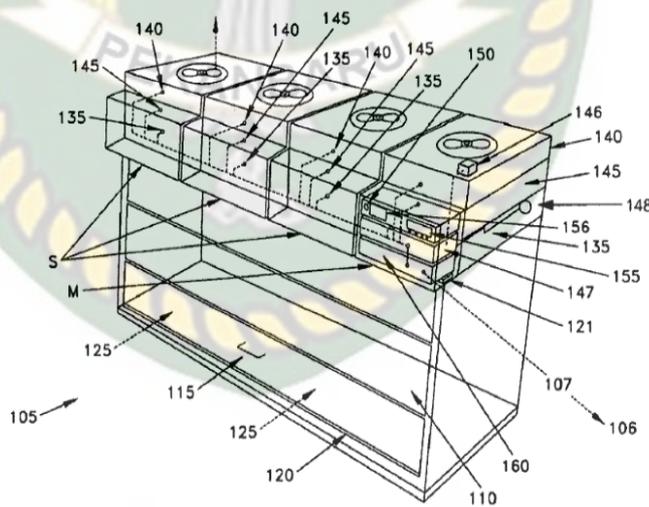
Salah satu instrumen yang paling umum ditemukan di laboratorium adalah bahan korosif atau korosi. Lemari asam adalah sistem ventilasi lokal yang dirancang khusus untuk mengurangi paparan gas berbahaya, debu, dan gas beracun. Lemari asam biasanya merupakan perangkat laboratorium besar dengan lemari di bagian bawah yang berfungsi sebagai penyangga atau meja. *Fume hood* paling sering digunakan dalam peralatan laboratorium, *Fume hood* di desain

secara *safety* untuk melindungi para pekerja di dalam laboratorium, laboratorium kesehatan atau di laboratorium industry (Merlon E. Wiggin, 2017).

2.3 Jenis- Jenis Lemari Asam

2.3.1 Fume Hood Ductless

Lemari asam tanpa saluran merupakan jenis lemari asam tanpa saluran udara. Udara yang dihisap didalam ruang kerja lemari asam akan disaring dua kali *prefilter* dan penyaring utama, biasanya berbahan *charcoal filter* unit penyaring ini masih dalam satu unit dengan lemari asam memkai saluran. Hasil saringan udara langsung dikeluarkan didalam lemari asam. Jenis lemari asam ini digunakan jika diketahui bahan-bahan yang di uji coba didalam lemari asam dan tidak terjadi perubahan bahan.



Gambar 2.1 Lemari asam jenis ductless

(Sumber: *Francois P. Hauville*, 2009)

Adapun kelebihan dan kekurangan lemari asam jenis *ductless* yaitu:

Kelebihan lemari asam tanpa saluran:

- Bisa dipindah kan
- Udara / gas dari proses eksperimen tidak dilepaskan langsung ke atmosfer
- Tidak dibutuhkan saluran khusus

Kekurangan lemari asam jenis tanpa saluran:

- Filter harus selalu diperiksa
- Ada peningkatan risiko menghirup gas dari lemari asam dilaboratorium.
- Kipas *intake* berada di dalam aliran udara sehingga berisik.

Adapun kelebihan dan kekurangan lemari asam jenis *ductless* yaitu:

Kelebihan lemari asam tanpa saluran:

- Bisa dipindah kan
- Udara / gas dari proses eksperimen tidak dilepaskan langsung ke atmosfer
- Tidak dibutuhkan saluran khusus

Kekurangan lemari asam jenis tanpa saluran:

- Filter harus selalu diperiksa
- Ada peningkatan risiko menghirup gas dari lemari asam dilaboratorium.
- Kipas *intake* berada di dalam aliran udara, sehingga berisik

2.4 Fume Hood

Secara umum, terutama di industri banyak digunakan lemari asam dengan saluran uap gas dan debu didalam ruang kerja lemari asam akan langsung dihisap dan dihembuskan ke atmosfer luar ruangan.



Gambar 2.2 Lemari Asam jenis Ducting

Adapun kelebihan dan kekurangan lemari asam jenis *ducting* yaitu:

Kelebihan lemari asam jenis *ducting*:

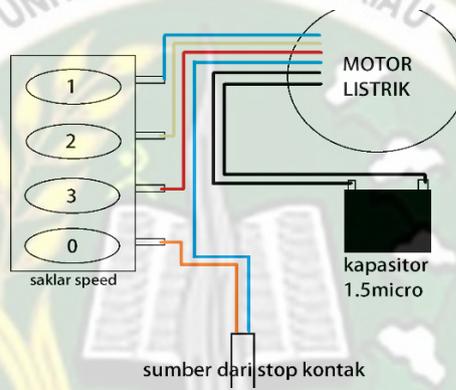
- Debu dan uap dalam ruang kerja dihisap secara langsung dan dihembuskan ke atmosfer.
- Memakai *sink* tempat pencucian alat dan pencuci tangan
- Memakai *faucet* merupakan kran air untuk proses pencucian alat.

Kekurangan lemari asam jenis *ducting*:

- Tidak bisa di pindahkan kemana mana
- Membutuhkan saluran yang khusus

2.5 Rangkaian Kelistrikan

Satuan daya listrik dalam SI adalah Watt yang didefinisikan sebagai berubahnya energy terhadap waktu dalam bentuk dan arus. Daya dalam watt diserap oleh suatu beban pada setiap saat sama dengan jatuh tegangan pada beban tersebut (volt) Dikalikan dengan arus yang mengalir lewat sebuah beban (Ampere). Jadi persamaannya ialah:



Gambar 2.3 Skema 3 variasi kecepatan

- Daya Aktif (Watt)

Adalah daya yang berupa daya kerja seperti daya mekanik panas cahaya dan sebagainya. Daya aktif dinyatakan dalam satuan Watt (W).

Rumusnya adalah

$$P = V \times I \dots\dots\dots(\text{pers 2.1})$$

Dimana:

$$P = \text{Daya (W)}$$

$$V = \text{Tegangan (V)}$$

$$I = \text{Kuat Arus (A)}$$

Keterangan:

1. Rumah Blower
2. Saluran masuk udara
3. Saluran keluar udara

2.5.1 Perhitungan Blower

Untuk mengetahui jenis blower yang digunakan dapat dihitung pada penjelasan ini:

$$Q = \frac{\Delta p}{g} \dots\dots\dots (pers 2.2)$$

Q = Kapasitas maksimum (m^3/s)

Δp = Tekanan udara (N/m^2)

g = Gravitasi m/s

Udara = Massa Jenis Udara

H = Head Blower (m)

n = Putaran (rpm)

2.5.2 Menghitung Head Blower

Mencari head blower:

$$H = \frac{\Delta p}{Q \cdot g} \dots\dots\dots (pers 2.3)$$

Turbin Pompa dan Kompresor, hal 340)

- H = Head Blower (m)

- Δp = Tekanan udara (N/m^2)
- g = Gravitasi (m^2/s)
- ρ udara =) (Ref. Turbin Pompa dan Kompresor)

2.5.3 Putaran Spesifik

Penilaian yang berdasarkan pada putaran spesifik dapat ditentukan nilai bilangan putaran cepat yang mana nilai bilangan putar menentukan jenis roda blower yang digunakan.

Menentukan: $H = \frac{n}{nq}$ (pers 2.4)

(Ref. Turbin Pompa dan Kompresor, hal 341)

Keterangan:

H = Head blower (m)

n = Putaran (rpm)

Q = Kapasitas maksimum (m^3/s)

Nq = Putaran spesifik

2.6 Perhitungan Daya Udara

Untuk menghitung Daya Udara kita menggunakan rumus:

$\dot{w} = \dot{V} \cdot \Delta p$ (pers 2.5)

(Ref. Heat Transfer Yunus Chengel Five Edition)

Parameter diketahui:

\dot{V} = Debit Udara (m^3)

Δp = Tekanan udara (N/m^2)

2.7 Menentukan Daya Poros

Untuk perhitungan daya poros pada exhaust fan dengan menggunakan rumus berikut:

$$\text{Daya Poros} = v \times l \times 0.6 \dots\dots\dots(\text{pers 2.6})$$

(Ref.Turbin Pompa dan Kompresor, hal 53).

2.8. Efisiensi

Untuk perhitungan efisiensi pada blower sentrifugal dengan menggunakan

Rumus sebagai berikut:

$$\text{Efisiensi} = n \frac{N(\text{udara})}{N(\text{poros})} \times 100 \% \dots\dots\dots(\text{pers 2.7})$$

(Ref.Pompa dan Kompresor Sularso Haruo Tahara 2000)

2.9 Perhitungan Perancangan

Untuk mengetahui volume ruang dan beban maksimum diterima pada lemari asam dapat dihitung dengan:

2.9.1 Volume Ruang

Mencari volume ruang:

$$V = P \times L \times T \dots\dots\dots(\text{pers 2.8})$$

Keterangan:

✓ V = Volume (m^3)

- ✓ P = Panjang (m)
- ✓ L = Lebar (m)
- ✓ T = Tinggi (m)

2.10 EXHAUST FAN

Exhaust fan merupakan salah satu perangkat jenis kipas angin yang mempunyai fungsi penting pada ruangan. Diantara indoor dan outdoor untuk menjaga sirkulasi udara pada ruangan. Udara panas atau udara kotor pada lemari asam akan dihisap lalu disalurkan melalui pipa untuk dibuang keluar ruangan. Saat bersamaan udara sejuk diluar ruangan masuk sehingga udara selalu berputar agar selalu ada pergantian udara pada ruangan. Jadi ruangan mempunyai sirkulasi udara yang baik (Benari H2012).



Gambar 2.4 Exhaust Fan

2.11 *FAN AXSIAL*

Fan aliran aksial dirancang untuk menangani laju aliran yang sangat tinggi dan tekanan rendah. Fan aksial menggerakkan aliran udara sepanjang dengan sumbu fan. Cara kerja fan seperti terlihat pada gambar



Gambar 2.5 Fan aliran aksial

2.12 *FAN SENTRIFUGAL*

Fan sentrifugal digunakan untuk meningkatkan kecepatan aliran udara dengan impeller berputar. Kecepatan mencapai ujung *blades* dan kemudian diubah menjadi tekanan. Fan sentrifugal mampu menghasilkan tekanan tinggi yang cocok untuk kondisi operasi pada sistem dengan suhu yang tinggi.



Gambar2.6 Fan Sentrifugal

2.13 KONTAKTOR

Kontaktor adalah sebuah alat menggunakan magnet yang timbul akibat arus listrik yang mana didalam kontaktor tersebut ada sebuah kumparan untuk menjadi magnet karna dialiran arus listrik sehingga menimbulkan magnet yang biasa disebut Coil dan menarik kontak-kontak NO (*Normaly Open*) dan NC (*Normarly Closs*) (Rizwan Djambir 2008)



Gambar 2.7 Kontaktor

Adapun kelebihan dan kekurangan kontaktor Pada lemari asam yaitu:

Kelebihan Kontaktor Pada Lemari Asam

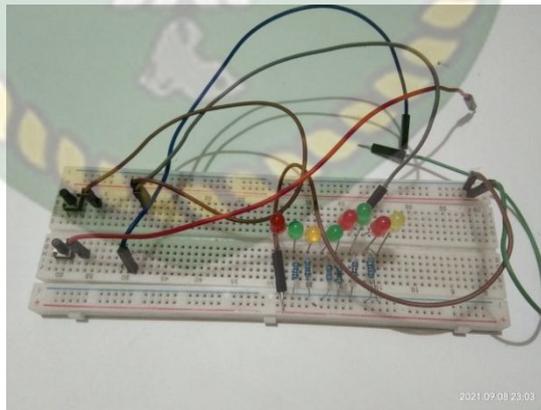
- Mudah diadaptasikan untuk tegangan yang berbeda.
- Tahanan yang relatif tinggi antara kontak kerja pada saat terbuka.
- Beberapa rangkaian terpisah dapat dihidupkan.
- Rangkaian yang mengontrol relay dan rangkaian yang membawa arus yang terhubung secara fisik terpisah satu lainnya.

Kekurangan Kontaktor Pada Lemari Asam

- Kontak dibatasi pada keausan dari bunga atau dari oksidasi (material kontak yang terbaik adalah platina, emas, dan perak).
- Menghabiskan banyak tempat dibandingkan dengan transistor.
- Menimbulkan bunyi selama proses kontak.
- Kecepatan kontak terbatas 3 ms sampai 17 ms.
- Kontaminasi (debu) dapat mempengaruhi umur kontak.

2.14 Rangkaian Arduino Mega

Arduino merupakan suatu alat ataupun kumpulan alat untuk mengendalikan, memerintahkan dan mengatur keadaan dari suatu sistem .Dalam sistem kendali dapat dipraktekkan dengan cara manual dan bisa juga dengan cara otomatis.Sedangkan dengan sistem otomatis sebuah kendali yang dapat beroperasi dengan sendiriannya dengan alat tambahan menggunakan limit switch dan Arduino mega 2560 sebagai pemicunya.



Gambar 2.8 Rangkaian Arduino

KELEBIHAN ARDUINO

- Tidak perlu perangkat chip programmer karena di dalamnya sudah ada bootloader yang menangani upload program dari komputer.
- Sudah memiliki sarana komunikasi USB, sehingga pengguna Laptop yang tidak memiliki port serial/RS323 bisa menggunakannya.
- Bahasa pemrograman relatif mudah karena software Arduino dilengkapi dengan kumpulan library yang cukup lengkap.
- Memiliki modul siap pakai (shield) yang bisa ditancapkan pada board Arduino. Misalnya shield GPS Ethernet SD Card dll.

KEKURANGAN ARDUINO

- Sering terjadi kesalahan fuse bit saat membuat bootloader.
- Harus memodifikasi program lama karena pada penggunaan pin harus “disiplin”.
- Storage Flash berkurang, karena dipakai untuk bootloader.

Spesifikasi Arduino Mega2560:

- Microcontroller ATmega2560
- USB to Serial Chip ATmega AT16U2
- Operating Voltage 5V
- Input Voltage (recommended) 7-9V
- Digital I/O Pins 54 (15 PWM output)
- Sudah serial port 4
- Analog Input Pins 16
- DC Current per I/O Pin 40 mA

- DC Current for 3.3V Pin 50 mA
- Flash Memory 256 KB of which 8 KB used by bootloader
- SRAM 8 KB
- EEPROM 4 KB
- Clock Speed 16 MHz

2.15 *High Pressure Laminates*

HPL atau *High Pressure Laminate* adalah bahan atau lapisan laminasi yang digunakan untuk finishing furniture. Finishing adalah tahap terakhir dari pekerjaan furnitur. Saat ini ada dua jenis. Cat (melamin atau melamin, Duco) dan laminasi HPL veneer tacon .HPL merupakan proses finishing yang meliputi laminating. Dalam laminasi tekanan tinggi, bahan yang diperkuat umumnya adalah kertas. Namun kain, kayu atau kain kaca (*glass fabric*) dapat diresapi dengan resin tahap B yang melebur. Selama siklus panas tekanan dan lembaran diresapi menyatu (Erick Lokensgaard, Ph.d, 2004). Peralatan digunakan yaitu: Tekan plat yang dipanaskan lembaran dekoratif resin melamin yang diresapi kertas kraft resin fenolik yang diresapi tekan plat.

- Sambungkan selang air pendingin dan sesuaikan ke plat pemanas dengan suhu 175 °C.
- Potong lembaran menjadi 110 mm x 110 mm persegi, setelah laminating, lembaran selesai dipangkas menjadi 100 mm x 100 mm.
- Pasang lapis sebagai berikut: 1 plat penahan atas, 2 alas bantalan penutup, 1 lembar hamparan, 1 alas dekoratif, 4 atau lebih lapisan kertas kraft, 1 plat *dipoles*, 2 alas bantalan penutup, 1 alas pemegang alat bawah.



Gambar 2.9 Langkah-langkah pelapisan HPL

(Sumber: *Erick Lokensgaard*, Ph.d, 2004)

- Letakkan lapisan di dalam tekanan 200 MPa [29,101 psi].dalam menghitung persyaratan tekanan, gunakan 245,000 kg/m² [35.6 psi] sebagai minimu HPL.
- Panaskan lapisan selama 10 menit.Tekanan membusuk saat lembaran berubah bentuk. Mempertahankan tekanan selama siklus pencetakan, jika beberapa lapisan ditekan maka waktu pemanasan meningkat.

2.16 **BLOWER EXHAUST FAN**

Pada umumNya blower dan Exhaust Fan merupakan peralatan yang hanya saja memiliki prinsip yang sedikit agak berbeda serta pengaplikasiannya yang bisa dikatakan tidak jauh, bila dilihat dari energy potensial atau tekanan discharger yang dihasilkan maka dengan diameter yang *Exhaust Fan* dan *blower* dapat dibedakan sebagai berikut:

1. Blower : Menghasilkan tekanan antara discharger dan suction lebih besar dari fan.

2. Fan : Menghasilkan tekanan antara discharger dan suction sangat kecil atau tergantung diameter yang digunakan.

2.17 LIMIT SWITCH

Limit Switch (saklar pembatas) adalah saklar atau perangkat elektromekanis yang mempunyai tuas aktuator yang berfungsi sebagai pengubah posisi kontak terminal (dari normally Open atau No ke normally close (NC) atau sebaliknya dari *normally close* atau NC ke *normally open* (NO).

Posisi kontak berubah ketika tuas aktuator tersebut terdorong atau tertekan oleh suatu objek. Sama halnya dengan saklar pada umumnya. Kerja limit saklar yaitu halnya menghubungkan pada saat kutupnya ditekan pada batas penekanan tertentu yang telah ditentukan dan memutus saat kutup tidak ditekan.

Limit switch termasuk dalam kategori sensor mekanis yaitu sensor yang memberikan perubahan elektrik saat terjadi perubahan mekanis pada sensor tersebut. Penerapan dari limit switch adalah sebagai sensor posisi suatu benda (objek) yang bergerak.



Gambar 2.10 Limit switch

Limit switch juga mempunyai kondisi yaitu menghubungkan atau memutuskan aliran arus listrik. Dengan kata lain hanya mempunyai kondisi *ON* atau *OFF*. Limit switch umumnya digunakan untuk;

1. Memutuskan dan menghubungkan rangkaian menggunakan objek atau benda lain.
2. Sebagai sensor posisi atau kondisi suatu objek.
3. Menghidupkan daya yang besar dengan sarana yang kecil.

Sistem kerja bertujuan untuk membatasi gerakan atau mengendalikan suatu objek atau mesin tersebut dengan memutuskan atau menghubungkan aliran listrik yang melalui terminal kontakannya.

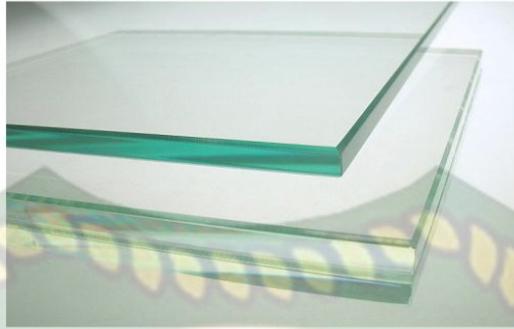
2.18 KACA

Kaca adalah material padat yang merupakan zat cair yang sangat dingin karena molekul-molekulnya tersusun seperti air namun dengan bentuknya menjadi stabil. Hal ini terjadi karena proses pendinginan yang sangat cepat. Kaca adalah amorf (non kristalin). Kaca yang digunakan dengan ketebalan 5 cm kaca memiliki kekuatan yang sangat tinggi dibandingkan dengan kaca biasa karena factor ketebalannya.

Ada beberapa sifat fisika yang terdapat pada kaca yang menjadikan keunggulan yaitu:

- Dengan ketebalan 5 cm kaca sangat kuat dan tidak mudah pecah.
- Kaca merupakan bahan yang cukup murah.
- Kaca mudah dibersihkan.

- Kaca tahan korosi.



Gambar 2.11 Kaca



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Tempat dilaksanakan penelitian dilakukan di labor teknik Universitas Islam Riau dan terdiri dari beberapa tahapan, dimulai dari perancangan design lemari asam (Arduino Mega dan Fume Hood) serta wiring diagram system otomatis persiapan material dan bahan, pembuatan lemari asam (Fume Hood dan Arduino Mega) serta pemasangan sistem otomatis pada lemari asam menggunakan Arduino Mega, dan pengambilan data.

3.2 Alat dan Bahan

Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam perancangan dan pembuatan lemari asam adalah sebagai berikut:

3.2.1 Voltage Regulator

Mengendalikan atau menurunkan tegangan yang diberikan ke papan Arduino dan menstabilkan tegangan DC yang digunakan oleh prosesor dan elemen-elemen lain.



Gambar 3.1 Voltage Regulator

➤ **Sensor Ultrasonik**

Mendeteksi perubahan pada suatu objek baik perubahan fisik ataupun kimia. Seperti yang diketahui, sangat banyak jenis sensor yang ada saat ini seperti sensor suara, sensor gerak, sensor suhu.



Gambar 3.2 Sensor Ultrasonik

➤ **Tang Amper**

Tang Amper dapat digunakan mengukur besaran arus bolak-balik AC pada tegangan listrik.



Gambar 3.3 Tang Amper

➤ **Tespen**

Tespen dapat digunakan mendeteksi tegangan listrik/menguji penghantar yang memiliki tegangan listrik atau tidak.



Gambar 3.4 Tespen

➤ **Anemometer**

Anemometer digunakan untuk mengukur arah dan tingkat kecepatan angin.



Gambar 3.5 Anomometer

➤ **MCB (*Miniature Circuit Breaker*)**

MCB (*Miniature Circuit Breaker*) adalah sebagai pengaman yang dilengkapi dengan komponen *thermis* atau *bimetal* sebagai pengaman beban lebih dan juga dilengkapi relay elektromagnetik untuk pengaman hubungan singkat (Sumardjati et al 2008).



Gambar 3.6 MCB (*Miniature Circuit Breaker*)

3.2.2 Bahan-Bahan

Adapun bahan-bahan yang digunakan dalam pembuatan lemari asam dengan menggunakan alat *Arduino mega*.

- *Arduino Mega* sebagai papan mikrokontroler berbasis *AT Mega 2560*.
- Tang Amper digunakan mengukur besaran arus bolak-balik AC pada tegangan listrik.
- Mengendalikan atau menurunkan tegangan yang diberikan ke papan *Arduino* dan menstabilkan tegangan DC yang digunakan oleh prosesor dan elemen-elemen lain.
- Kaca digunakan sebagai alat meja kerja lemari asam.
- Tespen dapat digunakan mendeteksi tegangan listrik/menguji penghantar yang memiliki tegangan listrik atau tidak.
- *Anemometer* digunakan untuk mengukur arah dan tingkat kecepatan angin.
- *Exhaust Fan* digunakan sebagai alat untuk mensirkulasikan udara yang berada dalam lemari asam.
- *Limit Switch* Sebagai alat penghubung untuk menjalankan sytem dan pereangkat yang ada dalam lemari asam.
- HPL (*High Pressure Laminate*) sebagai lapisan dinding pada bagian luar lemari asam.
- MCB (*Miniature Circuit Breaker*) Sebagai pengaman beban lebih dan dilengkapi elektromagnetik.
- Cement Board digunakan sebagai lapisan dinding pada bagian-bagian dalam lemari asam.

- Sensor ultrasonic digunakan alat untuk mengukur jarak sederhana.
- Kayu sebagai kerangka dari lemari asam.

Petunjuk untuk membuka karbon filter:

- Lepaskan kabel steker dari stop kontak listrik.
- Buka grid pada tudung hisap.
- Putar karbon filter dengan berlawanan arah putaran jarum jam lalu lepaskan karbon filter yang mau diganti.
- Pasang karbon filter yang baru dengan menempatkan karbon filter pada kedudukannya dengan memutarnya searah putaran jarum jam.
- Setelah nilai bilangan putar cepat telah diketahui, maka didapat jenis blower yang digunakan untuk perancangan ini adalah menggunakan bentuk roda aksial dengan $c < 3.5$ dengan putaran spesifik dibawah < 400 1/menit.

3.3 Prosedur Pembuatan

Adapun langkah-langkah dari prosedur pembuatan lemari asam adalah sebagai berikut:

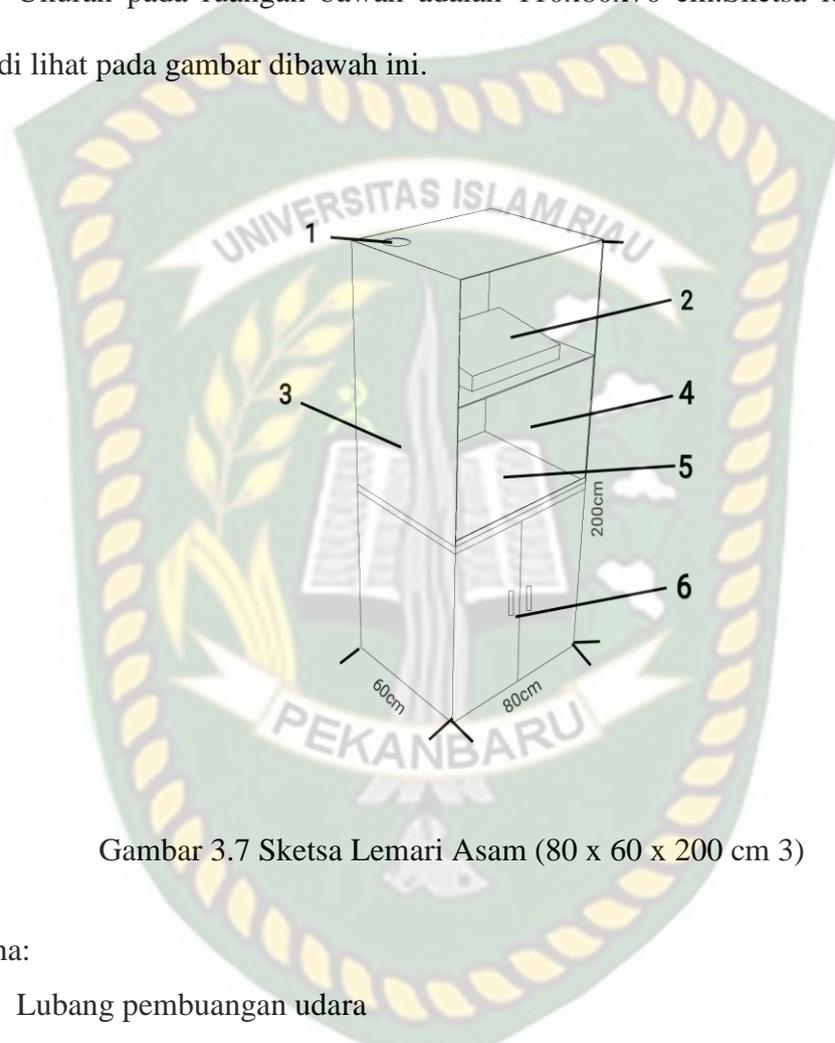
3.4 Perancangan Lemari Asam

Adapun perancangan dari lemari asam ini menggunakan aplikasi autocad sebagai media dalam mendesign ataupun membuat sketsa lemari asam, baik itu membuat sketsa dari lemarnya dan juga membuat wiring diagram dari system otomatisnya.

Lemari asam ini terdiri dari 2 ruangan yaitu ruangan bagian atas yang digunakan sebagai tempat peletakan exhaust fan atau blower dengan ukuran 80 x

60 x 200 dan sedangkan bagian bawah adalah adalah bagian meja kerja dengan bagian dinding di lapisi dengan Cement Board dan juga dengan meja kerja menggunakan Stainless Steel serta di lengkapi dengan lampu sebagai penerangan.

Ukuran pada ruangan bawah adalah 110x80x70 cm. Sketsa lemari asam dapat di lihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 3.7 Sketsa Lemari Asam (80 x 60 x 200 cm 3)

Dimana:

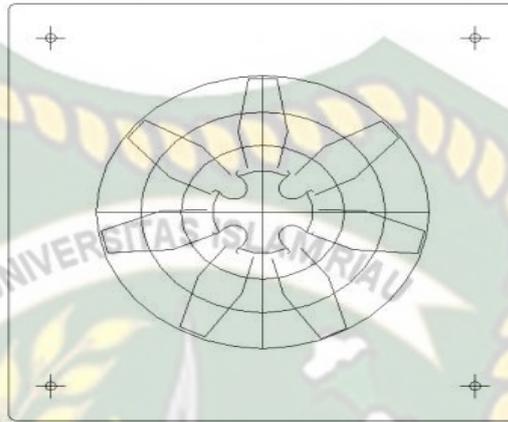
1. Lubang pembuangan udara

Lubang pembuangan udara adalah tempat saluran pembuangan udara setelah di hisap oleh exhaust fan di saring atau di filter sehingga saat di buang keluar udara dari lemari asam tersebut sudah bersih atau sudah aman.

2. Exhaust fan

Exhaust fan berfungsi sebagai alat hisap ataupun sebagai alat untuk mensirkulasi udara yang ada didalam lemari asam sehingga saat penggunaan lemari asam udara akan selalu bersirkulasi sesuai dengan fungsi dari lemari asam tersebut. Adapun tipe exhaust fan yang digunakan

yaitu *Fresco-sx7511L* dimana model slim hood dengan menggunakan Vit C Filter dan geminator technology (ion) serta kerangka dari exhaust fan terbuat dari metal dan glass panel sehingga bisa tahan terhadap korosi.



Gambar 3.8 Sketsa Exhaust fan
Ukuran (700x500x150 mm)

3. HPL(*High Pressure Laminate*)

Pada dinding bagian luar dari lemari asam dilapisi dengan HPL(*High Pressure Laminate*) setelah menggunakan kayu sebagai dasar dari lemari asam, pelapisan ini bertujuan agar lemari asam bisa bertahan lama karna salah satu keunggulan dari HPL ini tahan dari kelapukan sehingga cocok digunakan dengan lemari asam.

4. Cement Board

Pada dinding kerja bagian dalam dari lemari asam dilapisi dengan cement board karna didalam pemakaian lemari asam larutan-larutan yang digunakan itu banyak mengandung sifat yang berbahaya sehingga di gunakan cement board agar dapat menahan dari larutan tersebut, karna sifat dari cement board sendiri tidak mudah terbakar, tahan dengan kelembapan dan juga tidak mudah untuk hancur atau pecah.

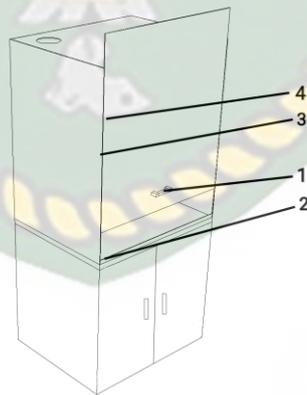
5. Kaca

Pada bagian meja kerja lemari asam menggunakan kaca dengan ketebalan 5cm karna dari segi biaya kaca termasuk murah dan tahan terhadap korosi tidak mudah hancur karna ketebalan dan sangat mudah untuk dibersihkan.

6. Lemari Penyimpanan

Pada bawah lemari asam terdapat lemari penyimpana barang yang dapat digunakan. Selain sebagai lemari penyimpanan, ini juga berfungsi sebagai penompang lemari asam agar ketinggian yang diinginkan dapat tercapai.

Dalam perancangan lemari asam pintu yang digunakan berbasis rolling door atau pintu yang bergerak secara turun naik dengan memegang gancing pitunya. Pintu ini juga menggunakan bahan yang bersifat transparan sehingga dalam keadaan tertutup juga dapat melihat bagian dalam lemari asamnya sesuai yang dengan sketsa di bawah ini



Gambar 3.9 sketsa lemari asam dengan pintu rolling door
(80cmx60cmx200cm)

Pintu pada lemari asam bergerak secara naik turun ini di maksudkan agar dapat membantu dalam pengoperasian system otomatis yang digunakan, Dimana

pintu yang bergerak secara naik turun akan menjadi objek untuk dapat menekan tuas limit switch, sehingga limit switch bekerja dan mengalirkan arus listrik ke komponen-komponen lainnya seperti exhaust fan dan juga lampu.

Tata letak dari limit switchnya bisa dilihat pada dimana:

1. Gangang pintu lemari asam
2. Posisi limit switch pertama
3. Posisi limit switch kedua
4. Posisi limit switch ketiga

Saat pintu bergerak pinggiran pintu akan menekan tuas yang ada pada limit switch yang telah di atur tata letaknya sehingga dapat merubah kontak pada limit switch dari kontak NO ke NC ataupun sebaliknya.

Posisi pertama terletak pada bagian bawah dimana pada bagian ini posisi awalnya limit switch sudah dalam keadaan tertekan sehingga saat pintu digerakan keatas tuas limit switch akan terlepas dan menghubungkan arus listrik sampai dengan menghidupkan exhaust fan dengan speed 1 dan juga lampu dari lemari asam. Posisi kedua berada di bagian tengah dari dimana saat pintu bergerak keatas akan menekan tuas dari limit switch sehingga setelah tuas dari limit switch tertekan dimana exhaust fan yang berada di speed 1 akan berubah menjadi speed 2. Posisi ketiga berada pada bagian paling atas sehingga saat pintu sudah habis pergerakannya akan menekan tuas dari limit switch dan posisi speed nya akan berubah menjadi speed 3 dan menstabilkan dari sirkulasi udara didalam lemari asam tersebut.

Begitu juga saat ingin menutup lemari asam saat pintu digerakan kebawah tuas limit switch yang berada pada posisi ketiga akan terlepas dan memutuskan hubungan dari arus listrik dan speednya akan turun dari speed 3 menjadi speed 2, begitu juga pada saat tuas limit switch di posisi kedua terlepas speed 2 akan menjadi speed 1, dan pada posisi pertama saat pintu akan tertutup pintu akan menekan tuas yang ada pada limit switch sehingga aliran arus listrik akan terputus dan mematikan exhaust fan dan juga lampu.

3.5 Arduino Mega 2560

Arduino Uno adalah board mikrokontroler berbasis ATmega328 (datasheet). Memiliki 14 pin input dari output digital dimana 6 pin input tersebut dapat digunakan sebagai output PWM dan 6 pin input analog, 16 MHz osilator kristal koneksi USB jack power ICSP header dan tombol reset. Untuk mendukung mikrokontroler agar dapat digunakan, cukup hanya menghubungkan Board Arduino Uno ke komputer dengan menggunakan kabel USB atau listrik dengan AC yang-ke adaptor-DC atau baterai untuk menjalankannya.



Gambar 3.10 Arduino Mega 2560

3.6 Lemari Asam

Pintu pada lemari asam bergerak secara naik turun membantu dalam pengoperasian system otomatis dimana pintu yang bergerak secara naik turun

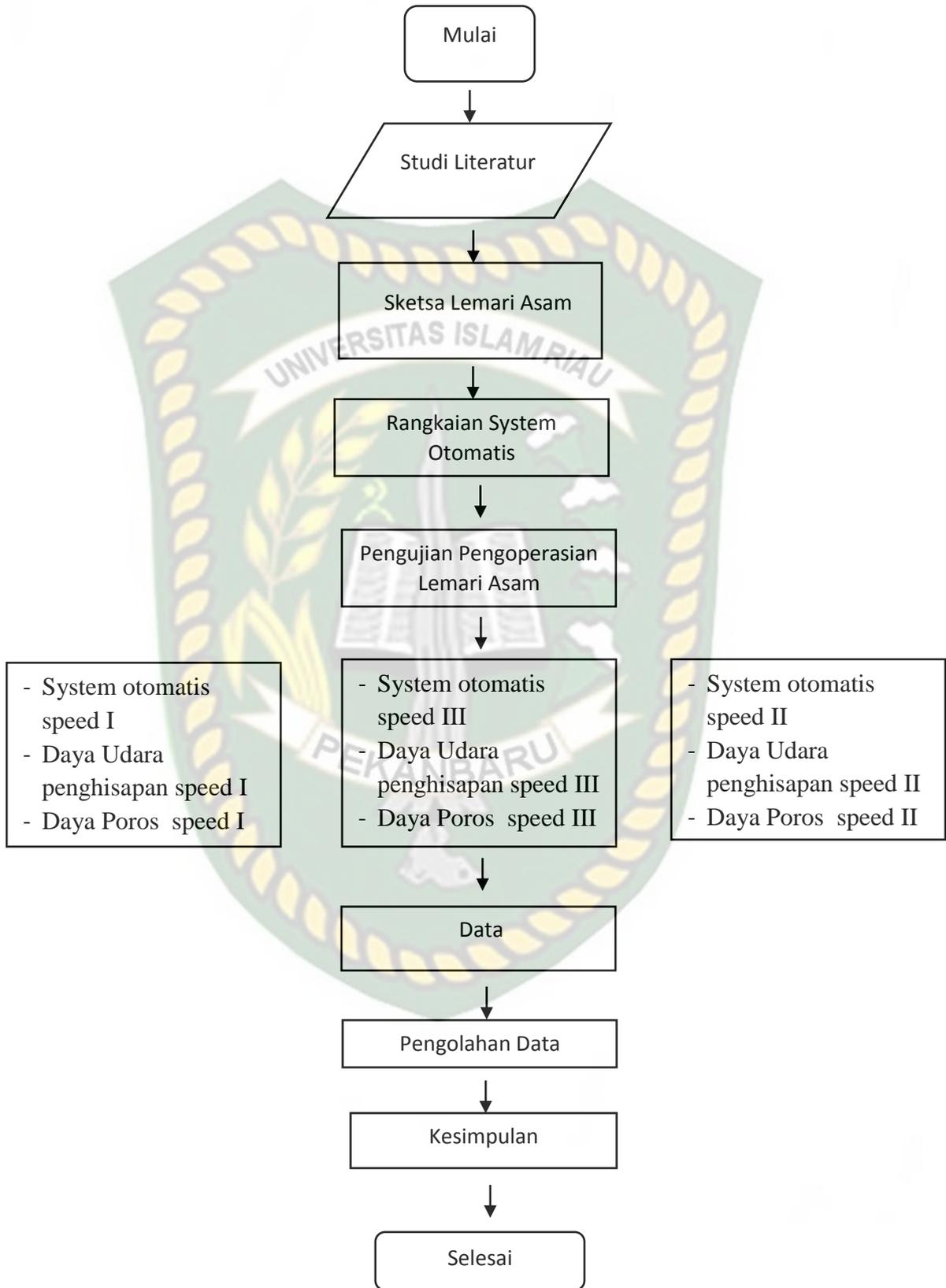


Gambar 3.11 Lemari Asam

System otomatis menggunakan Arduino mega2560 dibantu dengan limit switch dan mengalirkan arus listrik Tata letak Arduino Limit Switch

1. Gagang pintu lemari asam
2. Posisi Arduino
3. Posisi Limit Switch pertama
4. Posisi Limit Switch kedua
5. Posisi Limit Switch ketiga

3.7 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.12 Diagram Alir

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Perancangan

Ketika perancangan pada lemari asam (*fume hood*) dilakukan beberapa tahap penelitian diantaranya yaitu mengukur aliran udara sebelum di hisap dan sesudah dihisap, mengukur Suhu ruang pada lemari asam (*fume hood*) ketika keadaan hidup dan suhu ruang pada lemari asam (*fume hood*) dengan keadaan mati mengukur kecepatan kipas blower yang di dalam lemari asam (*fume hood*) tersebut.

Aliran udara pada lemari asam (*fume hood*) dapat di ukur dengan anemoeter. Hasil yang di dapat aliran udara dalam lemari asam pada ketika lemari asam aliran udara terhisap dan keluar.

Adapun Parameter-parameter yang dapat yaitu;

$$Q = \text{Kapasitas Maksimum} = 4.63 \text{ m}^3 / \text{min} = 0.76 \text{ m}^3 / \text{s}$$

$$g = \text{Grafitasi} = 7.83 \text{ m} / \text{s}^2$$

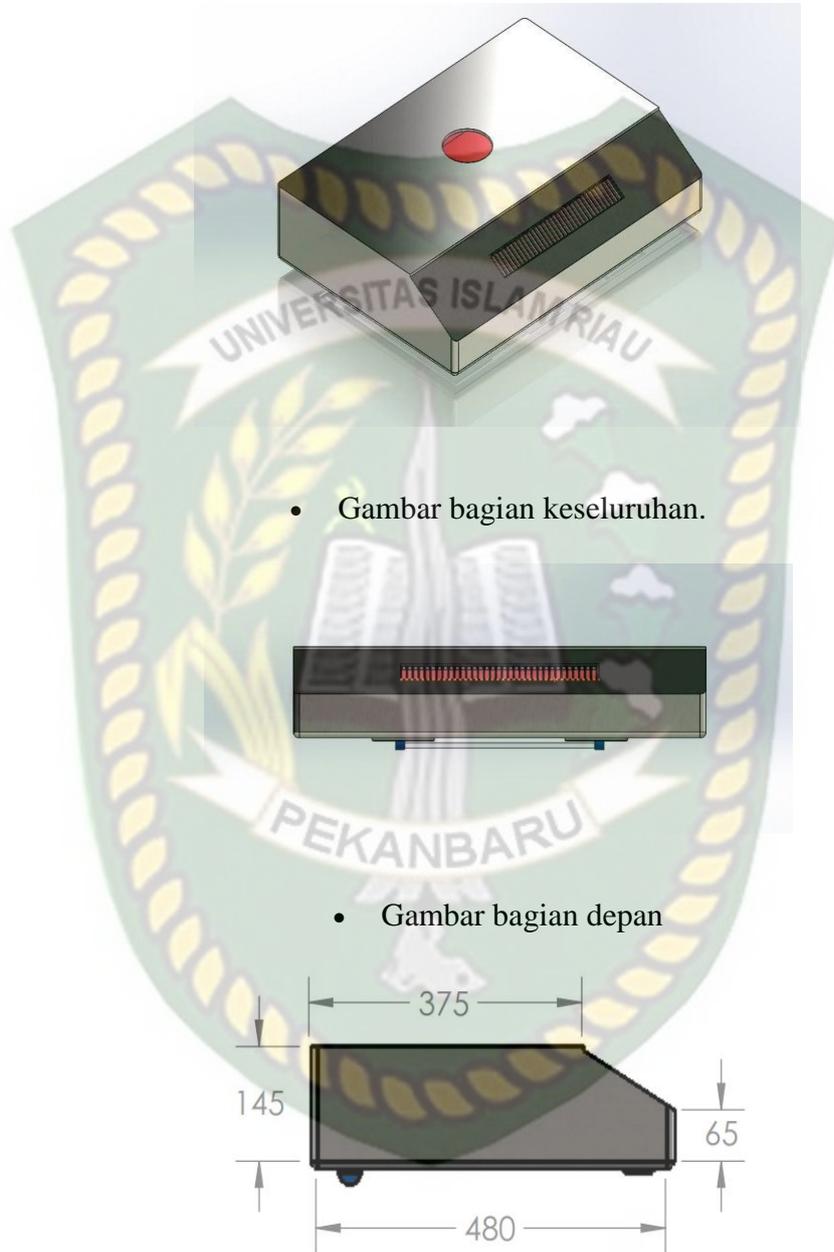
$$I = \text{Kuat Arus} = 0.35 \text{ A}$$

$$P = \text{Panjang Lemari asam} = 800 \text{ mm} = 0.8 \text{ m}$$

$$L = \text{Lebar Lemari Asam} = 600 \text{ mm} = 0.6 \text{ m}$$

$$H = \text{Tinggi Lemari Asam} = 180 \text{ mm} = 0.18 \text{ m}$$

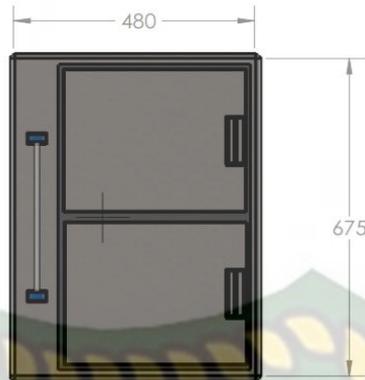
Sketsa aliran udara masuk dan aliran udara keluar pada lemari asam (*fume hood*) bisa dilihat pada gambar 4.1.



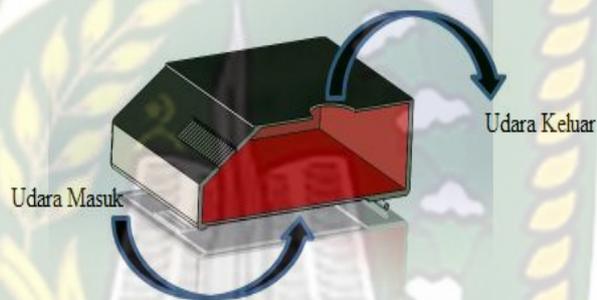
- Gambar bagian keseluruhan.

- Gambar bagian depan

- Sketsa bagian samping



- Sketsa bagian bawah



- Sketsa aliran udara masuk dan keluar lemari asam (*fume hood*)

Gambar 4.1. Sketsa aliran udara lemari asam (*fume hood*) pada saat dihisap dan keluar.

Untuk mencari nilai $\Delta\rho$ (Tekanan Udara) Pada lemari asam dapat menggunakan rumus Bernoulli. Dimana rumus Bernoulli sebagai berikut;

$$p_1 + \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_1^2 + \rho \cdot g \cdot h_1 = p_2 + \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_2^2 + \rho \cdot g \cdot h_2$$

Dimana: P = Tekana (pascal)

ρ = Massa Jenis Udara (kg/m^3)

V = Kecepatan (m/s)

$g =$ Gravitasi (m/s^3)

$h =$ Ketinggian Penampang (m)

Untuk mendapatkan nilai ρ (rho) menggunakan table A-15 properties of air at 1atm pressure dari buku yunus A.cengel dengan interpolasi.dimana diketahui nilai dari temperature ruangan hisapan dan keluaran Exhaust fan.

Adapun dari interpolasi untuk mendapatkan nilai ρ (rho) adalah sebagai berikut;

$$\frac{x-x_1}{x_2-x_1} = \frac{y-y_1}{y_2-y_1}$$

Dimana: $x =$ Nilai suhu ruangan yang didapat

$x_1 =$ Nilai suhu dibawah nilai x (Table A-15 properties of air)

$x_2 =$ Nilai suhu dibatas nilai x (Table A-15 properties of air)

$y =$ Nilai rho

$y_1 =$ Nilai rho pada suhu x_1 (Table A-15 properties of air)

$y_2 =$ Nilai rho pada suhu x_2 (Table A-15 properties of air)

4.2 Perhitungan Daya Udara (N)

Untuk menghitung daya udara kita menggunakan rumus:

Daya Udara ($N_{(Udara)}$) = $\gamma \cdot Q \cdot H$ (pers 4.2)

Dimana: $\gamma =$ Berat jenis Udara = $11.9 \left(\frac{kg}{m^3 \cdot s^2} \right)$

$Q =$ Kapasitas maksimum = $0,097(m^3 / min)$

H = Head Exhausts Fan (m)

Menentukan Nilai γ yaitu;

$$\gamma = \rho \cdot g$$

$$\gamma = 1.215 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$= 11.9 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2 \cdot \text{s}^2}$$

Maka $N_{(Udara)}$ pada Speed 1;

$$N_{(Udara)} = \gamma \cdot Q \cdot H$$

$$= 11.9 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2 \cdot \text{s}^2} \cdot 0.097 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \cdot 0.633 \text{ m}$$

$$= 0.731 \frac{\text{kg}}{\text{s}^3}$$

Maka $N_{(Udara)}$ pada Speed 2;

$$N_{(Udara)} = \gamma \cdot Q \cdot H$$

$$= 11.9 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2 \cdot \text{s}^2} \cdot 0.097 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \cdot 1.617 \text{ m}$$

$$= 1.867 \frac{\text{kg}}{\text{s}^3}$$

Maka $N_{(Udara)}$ pada Speed 3;

$$N_{(Udara)} = \gamma \cdot Q \cdot H$$

$$= 11.9 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2 \cdot \text{s}^2} \cdot 0.097 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \cdot 2.435 \text{ m}$$

$$= 2.81 \frac{kg \cdot m^2}{s^3}$$

4.3 Menentukan Daya Poros ($N_{(Poros)}$)

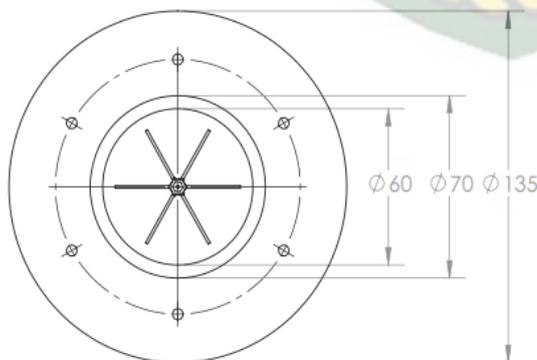
Untuk perhitungan daya poros pada *exhaust fan* dengan menggunakan rumus berikut:

Daya Poros $N_{(Poros)} = V \times I \times 0.8$ (Ref. Turbin Pompa dan Kompresor, hal 53).

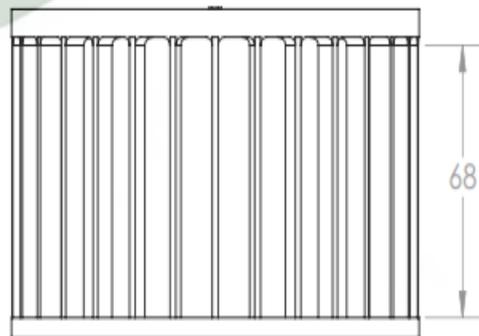
Bisa dilihat pada merupakan sketsa kipas dan poros pada lemari asam (*fume hood*)



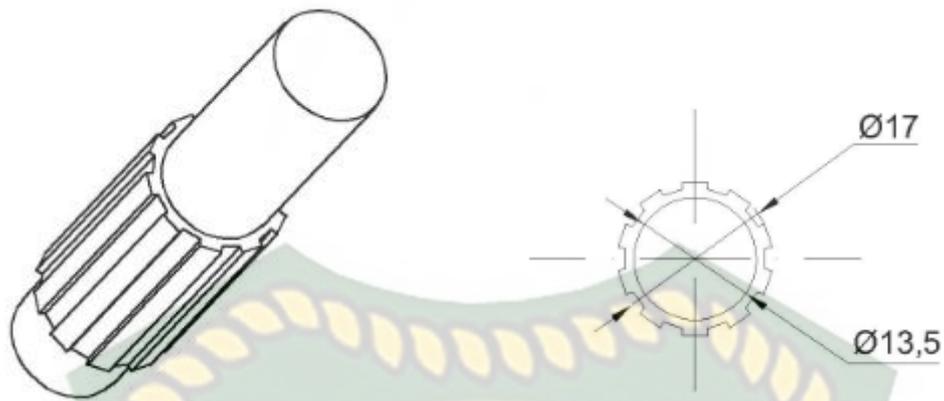
a. Gambar keseluruhan kipas pada lemari asam (*fume hood*)



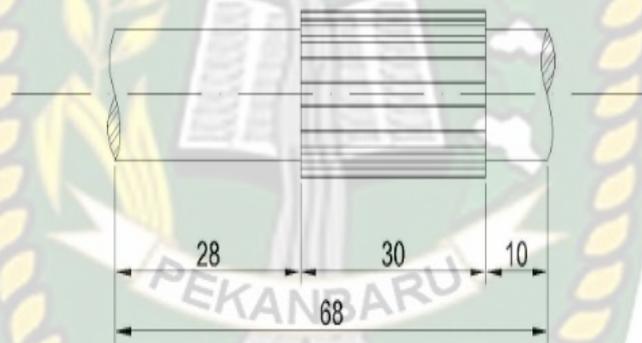
b. Sketsa kipas pada bagian atas



(c) Sketsa kipas pada bagian samping



(d) Gambar poros dengan model isometric (e) Sketsa poros pada bagian depan



(f) Sketsa poros pada bagian atas

Gambar 4.4 Sketsa kipas dan poros pada lemari asam (*fume hood*)

Dimana 0.7 adalah rugi-rugi pada motor listrik

Parameter yang diketahui:

- Tegangan = 220 volt
- Arus = 0,35 Ampere
- Konstanta rugi-rugi pada motor listrik = 0,8 Maka:

Daya Poros $N_{Poros} = v \times I \times 0.8$

$$= 220 \times 0.35 \times 0.8$$

$$= 61.6 \text{ Watt}$$

4.4 Efisiensi

Untuk perhitungan efisiensi pada Exhaust fan menggunakan rumus

Rumus sebagai berikut:

$$\text{Efisiensi } \eta = \frac{N_{(Udara)}}{N_{(Poros)}} \times 100 \%$$

(Ref. Turbin Pompa dan Kompresor, hal 53)

Dimana: $N_{(Udara)}$ = Daya Udara Exhaust fan

$N_{(Poros)}$ = Daya Poros Exhaust fan

Maka efisiensi pada speed 1:

$$\text{Dimana: } N_{(Udara)} = 0.951 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}^3}$$

$$N_{(Poros)} = 89.1 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}^3}$$

$$N = \frac{N_{(Udara)}}{N_{(Poros)}} \times 100 \%$$

$$= \frac{0,951 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}^3}}{89,1 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}^3}} \times 100 \%$$

$$= 126\%$$

Dimana: $N_{(Udara)}$ = Daya Udara Exhaust fan

$$N_{(Poros)} = \text{Daya Poros Exhaust fan}$$

Maka efisiensi pada speed 2:

$$\text{Dimana: } N_{(Udara)} = 1.867 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}^3}$$

$$N_{(Poros)} = 69.3 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}^3}$$

$$N = \frac{N_{(Udara)}}{N_{(Poros)}} \times 100 \%$$

$$= \frac{1.867 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}^3}}{69.3 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}^3}} \times 100 \%$$

$$= 2.69\%$$

Maka efisiensi pada speed 3:

$$\text{Dimana: } N_{(Udara)} = \text{Daya Udara Exhaust fan}$$

$$N_{(Poros)} = \text{Daya Poros Exhaust fan}$$

$$\text{Dimana: } N_{(Udara)} = 2.81 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}^3}$$

$$N_{(Poros)} = 69.3 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}^3}$$

$$N = \frac{N_{(Udara)}}{N_{(Poros)}} \times 100 \%$$

$$= \frac{2.81 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}^3}}{69.3 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}^3}} \times 100 \%$$

$$= 4.05\%$$

4.5 Perhitungan Perancangan

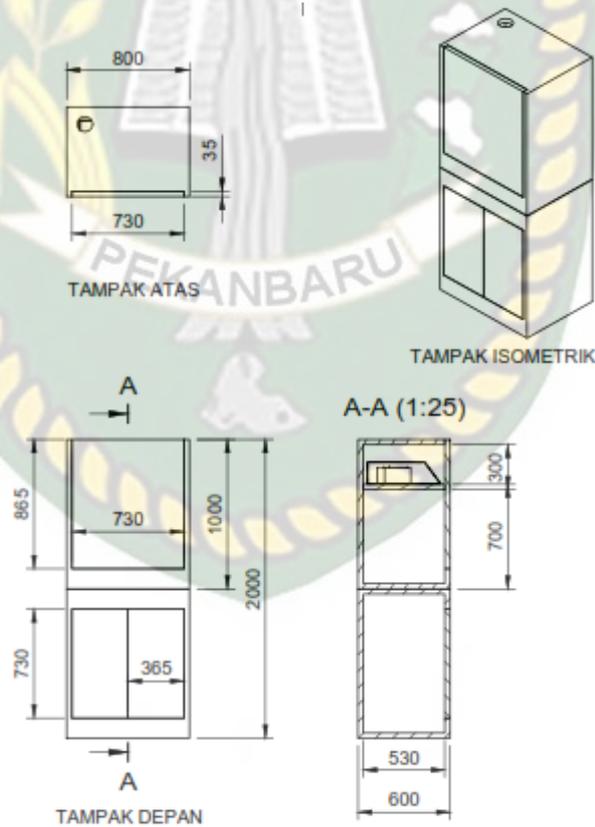
Perhitungan perancangan pada lemari asam dengan mencari volume ruang dan beban maksimum ditanggung oleh lemari asam.

4.5.1 Mencari volume ruang

$$V = P \times L \times T \dots\dots\dots(\text{pers 4.5})$$

Keterangan:

- V = Volume (cm³)
- P = Panjang (cm)
- L = Lebar (cm)
- T = Tinggi (cm)



Gambar 4.5. Lemari Asam (*fume hood*)

Untuk mencari volume ruang dapat dihitung:

$$V = 730 \text{ cm} \times 530 \text{ cm} \times 700 \text{ cm}$$

$$= 0.73 \times 0.53 \times 0.7$$

$$= 0.27083 \text{ m}^3$$

$$\text{Massa Jenis Udara} = 1.215 \text{ Kg.m}^3$$

$$\text{Massa jenis udara dalam ruang lemari asam} = 1.215 \times 0.27083 \text{ m}^3$$

$$= 0.33 \text{ Kg.m}^3$$

4.5.2 Beban Maksimum

$$\sum MA = 0$$

Dengan keterangan:

- Panjang : 73 cm
- F (Gaya) : 4 Kg

Untuk mencari beban maksimum dapat dihitung:

$$\sum MA = 0$$

$$-RA \times 73 + 4 \text{ kg} \times 732 = 0$$

$$-73 RA + 4 \times 732 = 0$$

$$-73 RA = - 2922$$

$$= 146$$

$$+73 RA = 14673$$

$$= 2 \text{ kg}$$

Beban yang diterima oleh pada tiap-tiap rangka pada lemari asam (*fume hood*) adalah 2 kg

$$\text{Kekuatan tarik pada kaca arkilic} = 8 \text{ Nmm}^2$$

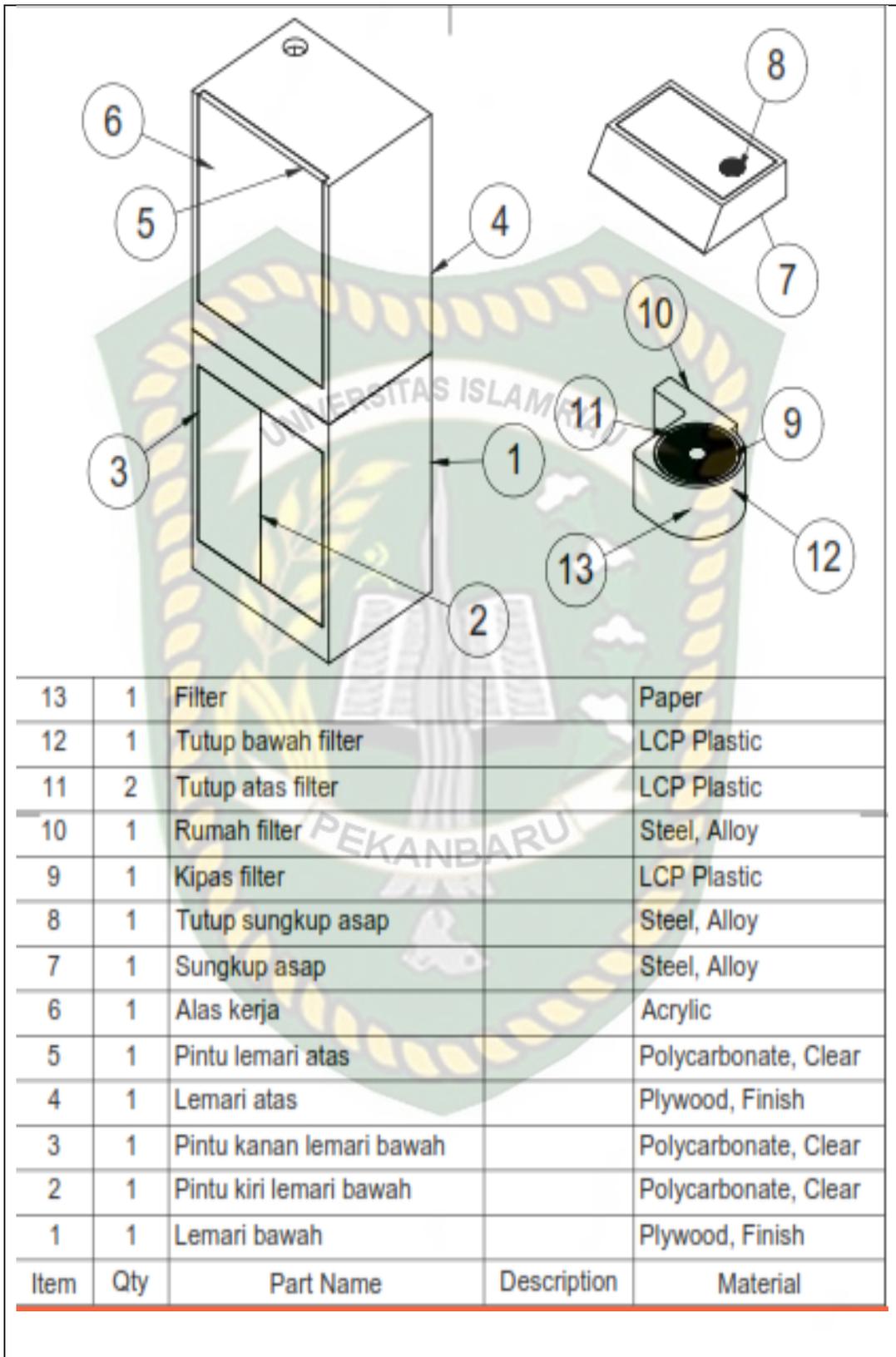
$$= 0.816 \text{ Kgmm}^2$$

$$1 \text{ Newton} = 0.102 \text{ Kg}$$

$$\text{Beban maksimum kaca arkilic} = 0.816:0.1:0.1$$

$$= 81.6 \text{ Kgcm}^2$$

Maka hasil yang didapat pada lemari asam (*Fume Hood*) dengan perhitungan yang didapat maka perhitungan pada lemari asam (*Fume Hood*) dapat dilihat pada tabel Maka model perancangan lemari asam.



Gambar 4.5. Lemari Asam (*fume hood*) dengan ukuran (80 x 60 x 200 cm³)

Tabel Hasil Perhitungan lemari asam (*fume hood*)

NO	PERHITUNGAN	HASIL
1	Tekanan Udara	1.562 Watt
2	Daya Poros	69,3Watt
3	Head Blower	1,667M
4	Putaran Spesifik	3.81,395.1/Menit
5	Efisiensi	2.7 %
6	Volumen Ruang dan Massa Jenis Ruang	0,27083 m ³ , 0.33 Kgm ³
7	Beban Maksimum	81.6 Kgcm ²

4.6 Termometer Digital

Di dalam lemari asam (*fume hood*) terdapat sebuah ruang kerja untuk mengukur suhu ruang kerja maka di gunakan lah termometer digital untuk mengukur suhu tersebut. Seperti pada gambar 4.2.



Gambar 4.6. Termometer Digital

Untuk mengukur suhu lemari asam (*fume hood*) keadaan hisapan dan keluar. Hasil yang di dapat suhu udara dalam lemari asam pada ketika lemari asam dengan keadaan hisapan dan keadaan keluar pada tabel 4.2.

Tabel Suhu ruang kerja di dalam lemari asam (*fume hood*) dengan keadaan hidup (*on*) dan suhu ruang dengan keadaan mati (*off*).

Suhu ruang dengan keadaan hisap	Suhu ruang dengan keadaan keluar
31.4°C	38.7°C

Di dalam lemari asam (*fume hood*) terdapat sebuah kipas atau *exhaust fan* untuk mengukur kecepatan putaran pada baling-baling kipas ruang kerja maka di gunakan lah termometer digital untuk mengukur suhu tersebut.

Untuk mengukur putaran kecepatan pada kipas lemari asam (*fume hood*) dengan keadaan hidup untuk mengukur putaran kecepatan pada kipas pada baling-baling kipas harus di berikan tanda sebuah titik putih supaya ketika tachometer di hidupkan di arahkan ke sebuah titik tersebut maka dapat lah hasilnya 1770 rpm atau 1800 rpm.

4.7 Perhitungan Blower

Sebelum melakukan perhitungan blower kita harus mencari tekanan udara yang ingin diketahui (Δp) jenis udara di dalam lemari asam Untuk mencari nilai dari Δp (Tekanan Udara) pada lemari asam dapat menggunakan rumus Bernoulli. Dimana rumus Bernoulli sebagai berikut:

Tabel Suhu ruang kerja lemari asam (*fume hood*) dengan keadaan hidup (*on*) dan suhu ruang dengan keadaan mati (*off*).

Suhu ruang dengan keadaan hisap	Suhu ruang dengan keadaan keluar
31.4°C	38.7°C

Untuk mendapatkan massa jenis udara dapat dilihat pada tabel dari buku Yunus chengel edisi 5



TABLE A-15

Properties of air at 1 atm pressure

Temp. <i>T</i> , °C	Density ρ , kg/m ³	Specific Heat c_p , J/kg·K	Thermal Conductivity k , W/m·K	Thermal Diffusivity α , m ² /s	Dynamic Viscosity μ , kg/m·s	Kinematic Viscosity ν , m ² /s	Prandtl Number Pr
-150	2.866	983	0.01171	4.158×10^{-6}	8.636×10^{-5}	3.013×10^{-5}	0.7246
-100	2.038	966	0.01582	8.036×10^{-6}	1.189×10^{-4}	5.837×10^{-6}	0.7263
-50	1.582	999	0.01979	1.252×10^{-5}	1.474×10^{-4}	9.319×10^{-6}	0.7440
-40	1.514	1002	0.02057	1.356×10^{-5}	1.527×10^{-4}	1.008×10^{-5}	0.7436
-30	1.451	1004	0.02134	1.465×10^{-5}	1.579×10^{-4}	1.087×10^{-5}	0.7425
-20	1.394	1005	0.02211	1.578×10^{-5}	1.630×10^{-4}	1.169×10^{-5}	0.7408
-10	1.341	1006	0.02288	1.696×10^{-5}	1.680×10^{-4}	1.252×10^{-5}	0.7387
0	1.292	1006	0.02364	1.818×10^{-5}	1.729×10^{-4}	1.338×10^{-5}	0.7362
5	1.269	1006	0.02401	1.880×10^{-5}	1.764×10^{-4}	1.382×10^{-5}	0.7350
10	1.246	1006	0.02439	1.944×10^{-5}	1.778×10^{-4}	1.426×10^{-5}	0.7336
15	1.225	1007	0.02476	2.009×10^{-5}	1.802×10^{-4}	1.470×10^{-5}	0.7323
20	1.204	1007	0.02514	2.074×10^{-5}	1.825×10^{-4}	1.516×10^{-5}	0.7309
25	1.184	1007	0.02551	2.141×10^{-5}	1.849×10^{-4}	1.562×10^{-5}	0.7296
30	1.164	1007	0.02588	2.208×10^{-5}	1.872×10^{-4}	1.608×10^{-5}	0.7282
35	1.145	1007	0.02625	2.277×10^{-5}	1.895×10^{-4}	1.655×10^{-5}	0.7268
40	1.127	1007	0.02662	2.346×10^{-5}	1.918×10^{-4}	1.702×10^{-5}	0.7255
45	1.109	1007	0.02699	2.416×10^{-5}	1.941×10^{-4}	1.750×10^{-5}	0.7241
50	1.092	1007	0.02735	2.487×10^{-5}	1.963×10^{-4}	1.798×10^{-5}	0.7228
60	1.059	1007	0.02808	2.632×10^{-5}	2.008×10^{-4}	1.896×10^{-5}	0.7202
70	1.028	1007	0.02881	2.780×10^{-5}	2.052×10^{-4}	1.995×10^{-5}	0.7177
80	0.9994	1008	0.02953	2.931×10^{-5}	2.096×10^{-4}	2.097×10^{-5}	0.7154
90	0.9718	1008	0.03024	3.086×10^{-5}	2.139×10^{-4}	2.201×10^{-5}	0.7132
100	0.9458	1009	0.03095	3.243×10^{-5}	2.181×10^{-4}	2.306×10^{-5}	0.7111
120	0.8977	1011	0.03235	3.565×10^{-5}	2.264×10^{-4}	2.522×10^{-5}	0.7073
140	0.8542	1013	0.03374	3.898×10^{-5}	2.346×10^{-4}	2.745×10^{-5}	0.7041
160	0.8148	1016	0.03511	4.241×10^{-5}	2.420×10^{-4}	2.975×10^{-5}	0.7014
180	0.7788	1019	0.03646	4.593×10^{-5}	2.504×10^{-4}	3.212×10^{-5}	0.6992
200	0.7459	1023	0.03779	4.954×10^{-5}	2.577×10^{-4}	3.455×10^{-5}	0.6974
250	0.6746	1033	0.04104	5.890×10^{-5}	2.760×10^{-4}	4.091×10^{-5}	0.6946
300	0.6158	1044	0.04418	6.871×10^{-5}	2.934×10^{-4}	4.765×10^{-5}	0.6935
350	0.5664	1056	0.04721	7.892×10^{-5}	3.101×10^{-4}	5.475×10^{-5}	0.6937
400	0.5243	1069	0.05015	8.951×10^{-5}	3.261×10^{-4}	6.219×10^{-5}	0.6948
450	0.4880	1081	0.05298	1.004×10^{-4}	3.415×10^{-4}	6.997×10^{-5}	0.6965
500	0.4565	1093	0.05572	1.117×10^{-4}	3.563×10^{-4}	7.806×10^{-5}	0.6986
600	0.4042	1115	0.06093	1.352×10^{-4}	3.846×10^{-4}	9.515×10^{-5}	0.7037
700	0.3627	1135	0.06581	1.598×10^{-4}	4.111×10^{-4}	1.133×10^{-4}	0.7092
800	0.3289	1153	0.07037	1.855×10^{-4}	4.362×10^{-4}	1.326×10^{-4}	0.7149
900	0.3008	1169	0.07465	2.122×10^{-4}	4.600×10^{-4}	1.529×10^{-4}	0.7206
1000	0.2772	1184	0.07868	2.398×10^{-4}	4.826×10^{-4}	1.741×10^{-4}	0.7260
1500	0.1990	1234	0.09599	3.908×10^{-4}	5.817×10^{-4}	2.922×10^{-4}	0.7478
2000	0.1553	1264	0.11113	5.664×10^{-4}	6.630×10^{-4}	4.270×10^{-4}	0.7539

Note: For ideal gases, the properties c_p , k , μ , and Pr are independent of pressure. The properties ρ , ν , and α at a pressure P (in atm) other than 1 atm are determined

Tabel 4.7 tabel A-15 Yunus Chengel edisi 5

Kemudian di interpolasi maka dapat lah hasil untuk 1 dan 2 dengan nilai:

$$\frac{x-x_1}{x_2-x_1} = \frac{y-y_1}{y_2-y_1}$$

Dimana: $X = 31.4 \text{ } ^\circ\text{C}$ $y_1 = 1.159 \text{ Kgm}^3$

$X_1 = 30 \text{ } ^\circ\text{C}$ $y_2 = 1.132 \text{ Kgm}^3$

$X_2 = 35 \text{ } ^\circ\text{C}$

Jadi: $\frac{31.4-30}{35-30} = \frac{y-1.164}{1.145-1.164}$

$$1.45 = \frac{y-1.164}{-0.019}$$

$$-0.027 = 5y - 5.82$$

$$5y = 5.793$$

$$y = 1.159 \text{ Kgm}^3$$

Untuk mencari tekanan udara yang ingin diketahui (Δp) dan massa jenis udara di dalam lemari asam dengan menggunakan rumus bernoulli.

$$P_1 + 12 \cdot \rho \cdot v_1^2 + \rho \cdot g \cdot h_1 = P_2 + 12 \cdot \rho \cdot v_2^2 + \rho \cdot g \cdot h_2$$

$$= 101325 \text{ kgm.s}^2 + 12 \cdot 1.159 \text{ kgm}^3 \cdot 3.3 \text{ ms}^2 + 1.159 \text{ kgm}^3 \cdot 9.81 \text{ ms}^2 \cdot 0 \text{ m}$$

$$= P_2 + 12 \cdot 1.132 \text{ kgm}^3 \cdot 6.5 \text{ ms}^2 + 1.132 \text{ kgm}^3 \cdot 9.81 \text{ ms}^2 \cdot 0.15 \text{ m}$$

$$= 101325 \text{ kgm.s}^2 + 6.311 \text{ kgm.s}^2 + 0 \text{ kgm.s}^2$$

$$= P_2 + 23.914 \text{ kgm.s}^2 + 1.666 \text{ kgm.s}^2$$

$$= 107.636 \text{ kgm.s}^2 = P_2 + 25.580 \text{ kgm.s}^2$$

$$P_2 = 107.636 \text{ kgm.s}^2 - 25.580 \text{ kgm.s}^2$$

$$P_2 = 82.056 \text{ kgm.s}^2$$

$$\text{Jadi: } \Delta p = 107.636 \text{ kgm.s}^2 - 25.580 \text{ kgm.s}^2$$

$$= 192,684 \text{ kgm.s}^2$$

$$\Delta p = 192,684 \text{ kgm.s}^2$$

Untuk mengetahui jenis blower yang di gunakan dapat dihitung dengan seperti dibawah ini:

Parameter yang diketahui:

- Q = Kapasitas Maksimum = $5,83 \text{ m}^3/\text{min} = 0,097 \text{ m}^3/\text{s}$
- Δp = Tekanan Udara = $192,684 \text{ N/m}^2$
- n = Putaran = 1800 rpm
- g = Gravitasi = $9,8 \text{ m/s}^2$

Massa jenis udara dalam Zat-Zat kimia = 1.215 Kg/m^3

4.8 Menghitung Head Blower

Mencari *head* blower:

$$H = \Delta p \cdot g \dots\dots\dots (\text{Ref. Turbin Pompa dan Kompresor, hal 340})$$

Keterangan:

- Δp : Tekanan Udara (N/m^2)
- g : Gravitasi (m/s^2)

Massa Jenis Udara Dalam Lemari Asam (*Fume Hood*) (kg/m³)

Maka: $H = \Delta p / \rho \cdot g = 19.8681.215 / (9.8) = 1.619 \text{ m}$

4.9 Menghitung Putaran Spesifik

Menentukan putaran spesifik:

$n_q = n \cdot Q H^{3/4} \dots \dots \dots$ (Ref. Turbin Pompa dan Kompresor, hal 341)

Keterangan:

- n = Putaran Spesifik (Rpm)
- Q = Kapasitas Maksimum (m³/s)
- H = Head Blower (m)
- n_q = Putaran Spesifik (1/ Menit)

Maka:

$$\begin{aligned} n_q &= n \cdot Q H^{3/4} \\ &= 1800 \cdot 0.097 \text{ m}^3/\text{s} (1.619)^{3/4} \\ &= 1800 \cdot 0.3111.435 \\ &= 390.105 \text{ 1/Menit} \end{aligned}$$

Dengan demikian diperoleh bilangan cepat

$c = N_s 157.8 \dots \dots \dots$ (Ref. Turbin Pompa dan Kompresor, hal 339)

$c = 390.105 \cdot 157.8$

$= 2.47$

Kelebihan perancangan lemari asam dengan rancangan yang lain adalah:

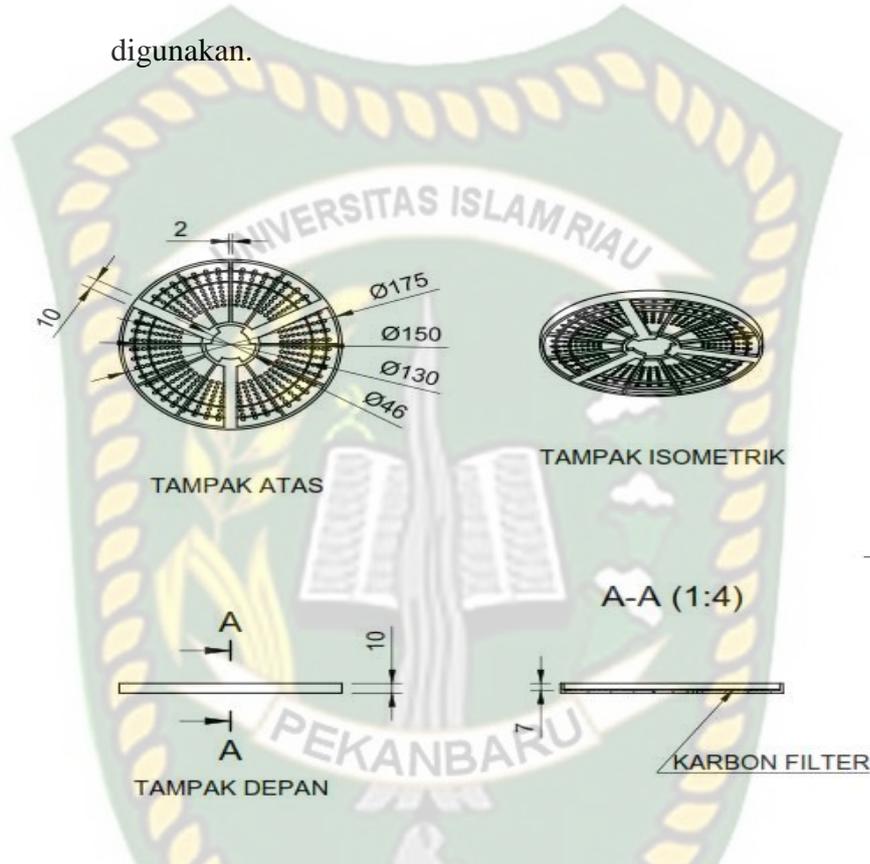
1. Mudah dibawa kemana saja
2. Ukuran kecil dan bisa disesuaikan dengan ruangan
3. Lebih ekonomis
4. Tahan korosi
5. Tahan panas dan tidak mudah terbakar pada bagian ruang kerja
6. Tidak penghantar listrik (sehingga tidak terjadi konsleting apabila ada arus pendek jika terkena air)

Pemeliharaan sungkup (*Exhaust Fan Hood*) dirancang secara khusus untuk pemakaian jangka waktu panjang sehingga tidak memerlukan perawatan yang rumit. Namun, ada beberapa hal yang dianjurkan untuk merawat sungkup asap (*Fan Hood*) agar kualitasnya tetap terjaga.

1. Membersihkan Kabinet.
2. Cara membersihkan aluminium
 - Dalam kondisi penggunaan normal, rendam filter aluminium setiap 10 hingga 15 hari dalam air sabun hangat selama 1 jam bersihkan dengan sikat lembut, lalu keringkan filter hingga benar-benar kering lalu pasang kembali.
 - Filter aluminium dapat dibersihkan dengan mesin pencuci piring (*dishwasher*).
 - Jangan membengkokkan filter pada saat mencucinya.

3. Karbon Filter

- Filter karbon harus diganti minimal setiap 4 bulan atau jika filter karbon tidak dapat lagi menyerap aroma dari draft.
- Filter karbon tidak dapat dicuci, jadi gantilah setelah selesai digunakan.



Gambar 4.8 Karbon Filter

Tabel Harga-harga pompa pada blower

(Ref. Turbin Pompa dan Kompresor, hal 339)

Bentuk Roda	Bilangan Putar	Putaran Spesifik nq
Roda Radial	0,06 – 0,32	10 – 50 1/menit
Roda Diagonal	0,25 – 1,00	40 – 160 1/menit
Roda Aksial	0,80 – 2,50	125 – 400 1/menit

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengembangan lemari asam dengan 3 speed kecepatan menggunakan system otomatis dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Pengembangan lemari asam dari system manual menjadi lemari asam otomatis dengan menggunakan limit switch sebagai pemutus dan penyambung rangkaian pada lemari asam dimana pintu yang sebagai pemicu untuk menekan kontak.lemari asam diberi pengaman untuk mengantisipasi jika terjadi beban lebih atau arus pendek.
2. Dapat pada penambahan rangkaian Arduino Exhaust fan Limit switch dengan 3 variasi putaran 1 putaran 2 maka kecepatan exhaust fan putaran 3 meningkat.

5.2 Saran

Berdasarkan penulisan diatas ada beberapa saran yang diperoleh antara lain:

1. Lemari asam dapat dikembangkan dengan berbagai teknologi yang baru.
2. Menggunakan aturan penggunaan lemari asam agar tidak berbahaya bagi pengguna lemari asam.system kerja lemari asam manual menjadi otomatis.

DAFTAR PUSTAKA

Alimin M Umniqorina 2016. Pengaruh Presentase Massa gypsum dan serat terhadap kuat tekan dan lentur papan semen- Gypsum berserat eceng gondok Universitas Andalas, Padang Indonesia.

Benari H Manurung 2012. Sistem Pemeliharaan dan Cara kerja peralatan blower dipabrik mini plan PTKI-Medan Institut Universitas Sumatra Utara, Medan Indonesia.

Church.A 1986. Pompa dan Blower Sentrifugal. Penerbit Erlangga Jakarta.

Ganley 2012. Miniature Circuit Breaker. United State Patent No: US8 766 749 B2.

I Wayan W Jakaria, Mulyono 2015. Rancangan bangun sytem interlock pada pengoperasian fume hood untuk mencega kontaminasi silang, Pusat teknologi radioisotope dan radiofarmak, puspitek serpong tangkerang selatan Indonesia.

Riny Sulistyowati Dedi Perancangan Sistem Prototype Sistem Kontrol dan Monitoring Pembatas Daya Listrik Mikrokontroler, Fakultas Teknologi Industri ITATS.

Ridwan 2004 Manajemen Pengelolah Laboratorium untuk riset dan pelayanan akademik mahasiswa dan manajemen sumber daya manusia untuk pengelolah laboratorium. Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullh Jakarta Indonesia.

Robert, Brandt 1995. Fume Hood Air Flow Control System. Hannover Center, Wilmington.

Yuwono 2008. Kajian Peningkatan Hisapan Udara Buang Laboratorium Fasilitas Elemen Bahan Bakar Nuklir.

