

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Mirza dkk. (2020) melakukan penelitian terhadap Peningkatan Keterampilan Pembuatan Olahan Minuman Berbahan Dasar Jahe sebagai Usaha Menguntungkan pada Kelompok PKK Kecamatan Wajak dengan tujuan Meningkatkan kemampuan masyarakat dalam mengolah jahe menjadi berbagai produk dan menyadarkan masyarakat akan peluang wirausaha di bidang tersebut. dengan metode pamarutan dan perendaman serbuk jahe dan didapatkan hasil tersebut, 43% peserta sangat menyukai sirup jahe yang telah diminum dan 57% peserta menyukainya. Kemudahan dalam pembuatan sirup jahe dan mencari bahan campuran sirup jahe, 21% peserta merasa sangat mudah, 71% peserta merasa mudah dan 7% peserta merasa kurang mudah, serta 71% peserta pelatihan percaya sirup jahe memiliki banyak peminat.

Angria. (2011) melakukan penelitian terhadap produksi minuman instan pegagan rasa cassia vera (*centella asiatica*) dengan tujuan untuk menentukan jumlah ekstrak cassia vera yang tepat untuk ditambahkan pada minuman instan pegagan. Kami menyelidiki sifat kimia, fisik, dan sensorik serta menemukan cara untuk menambahkan ekstrak cassia dengan komposisi berbeda dalam beberapa tahap. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jumlah ekstrak cassia vera yang ditambahkan ke dalam bubuk minuman instan pegagan memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap kadar air, aktivitas antioksidan, dan warna, namun tidak berpengaruh terhadap kadar abu, aroma, atau rasa tidak ada pengaruh terhadap kelarutan air.

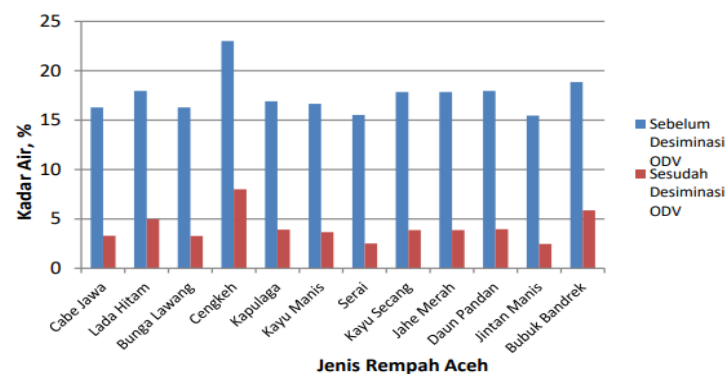
Rif'an dkk. (2017) meneliti sifat fisik, kimia, dan sensorik sup labu kuning instan dengan menggunakan metode pengering vakum, pengering kabinet, pengering oven, dan pengering drum. Hasil penelitiannya adalah sebagai berikut.

1. Ketika sup labu instan dikeringkan dalam pengering drum, kepadatan kayu birch paling tinggi, yaitu 0,58 g/ml, diikuti oleh 0,55 g/ml dalam pengering oven, dan 0,53 g/ml dalam pengering vakum. dan pengering kabinet 0,52 g/ml.
2. Pengeringan dengan menggunakan alat pengering vakum mempunyai nilai rendemen tertinggi sebesar 32,0%. Rendemen terendah diperoleh pada kadar air 19,89% yaitu pada pengering kabinet.
3. Pengeringan dengan pengering oven mempunyai nilai kadar air terbaik (10,70%), tidak jauh berbeda dengan pengering vakum atau pengering drum, dan berbeda nyata dengan pengering kabinet (19,89%).
4. Berdasarkan analisis varian menunjukkan bahwa jenis proses pengeringan tidak berpengaruh nyata terhadap kandungan betakaroten sup labu instan rekonstitusi, dengan p-value sebesar 0,140 ($p > 0,05$). Rata-rata kadar beta-karoten berkisar antara 11,34 hingga 14,93 mg/100 g.
5. Berdasarkan analisis statistik diketahui bahwa jenis proses pengeringan tidak berpengaruh nyata terhadap aktivitas antioksidan sup labu kuning instan dengan nilai p sebesar 0,219 ($p > 0,05$). Rata-rata aktivitas antioksidan berkisar antara 9,38 hingga 11,54%.
6. Jenis peralatan pengeringan mempengaruhi sifat fisik (hasil, kepadatan kayu birch, kadar air) dan sifat sensorik (rasa, aroma, warna, kekentalan) sup labu instan. Namun hasil uji karakterisasi kimia (β -karoten dan antioksidan) tidak berpengaruh. Berdasarkan analisis fisika, kimia dan sensorik, pengeringan sup labu instan yang optimal dicapai pada mesin pengering drum.

Husni dkk. (2014) melakukan penelitian terhadap aktivitas antioksidan spesies *Padina*. Melalui Untuk mengetahui pengaruh suhu dan waktu pengeringan dalam oven pengering terhadap aktivitas antioksidan biji *Padina*, kami bereksperimen dengan suhu dan waktu pengeringan yang berbeda. Penelitian ini dilakukan dengan tahapan pengeringan rumput laut, ekstraksi rumput laut, analisis aktivitas antioksidan, analisis kandungan total senyawa fenolik, dan analisis fitokimia, serta dengan menggunakan metode pengeringan oven pengering, rendemen, kadar air, antioksidan. Penggunaan metode pengeringan oven dapat mempengaruhi rendemen, kadar air, aktivitas antioksidan, dan kadar total fenol *Padina* sp. Pengeringan *Padina* sp. dengan menggunakan oven bersuhu 50 °C

selama 4 jam merupakan perlakuan terbaik untuk mendapatkan kadar total senyawa fenol tertinggi (0,35 mg PGE/mg ekstrak) dan aktivitas antioksidan yang maksimal (IC50 37,68 ppm). Dengan IC50 tersebut, ekstrak *Padina* sp. tergolong antioksidan yang sangat kuat (IC50 < 50 ppm)

Elfiana dkk. (2021) telah melakukan penelitian mengenai penerapan mesin pengering rempah aceh tipe pengeringan vakum untuk produksi bubuk bandrek siap saji dengan tujuan untuk mendiseminasikan mesin pengering rempah Aceh bertipe pengeringan vakum kepada pelaku usaha bubuk bandrek siap saji di Desa Kumbang Kecamatan Syamtalira Aron Kabupaten Aceh Utara dengan metode Oven Drying Vacuum (ODV) alat ini bekerja dengan menguapkan air pada suhu yang rendah yang tentunya berguna untuk memproduksi serbuk dengan kualitas yang tetap terjaga.



Gambar 2. 1 perbandingan kadar air sebelum menggunakan ODV dan sesudah menggunakan ODV (sumber : Elfiana dkk. (2021))

Hasil pengeringan menggunakan mesin oven drying vacuum lebih efektif digunakan karena terlihat dari grafik dapat dijelaskan rata - rata hasil pengeringan menggunakan mesin oven drying vacuum sudah SNI 01-3709-1995 yaitu kadar air maksimum <11%.

Endang Srihari dkk. (2015) Pengeringan bawang putih dilakukan dengan menggunakan proses spray drying. Penelitian ini menggunakan spray dryer sebagai alat untuk mengubah ekstrak bawang putih cair menjadi ekstrak bawang putih bubuk. Maltodekstrin Bubuk Ekstrak Bawang Putih digunakan sebagai bahan pengisi dengan variasi maltodekstrin 0% berwarna kuning-putih.

Sebaliknya produk bubuk bawang putih dengan variasi maltodekstrin 10-50% akan berwarna putih pada suhu udara masuk yang berbeda. Pada pengujian aroma bubuk ekstrak bawang putih dengan kandungan maltodekstrin yang bervariasi, aroma ekstrak bawang putih menjadi semakin kuat dan tercium, namun menurun. Bubuk putih ekstrak bawang merah dengan variasi maltodekstrin 0% mempunyai tekstur kurang baik (menggumpal). Sedangkan varian maltodekstrin 10-50% mempunyai tekstur yang halus pada temperatur suplai udara yang berbeda.

Irfanianta dkk. (2018) Penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahap yaitu identifikasi simplisia buah Mahkota Dewa, penyiapan dan evaluasi ekstrak, pengeringan ekstrak buah Mahkota Dewa menggunakan spray pengering. Berdasarkan hasil penelitian, tablet dengan suhu pengeringan 70°C menghasilkan kekerasan $6,9 \pm 0,52$ kg dan waktu hancur $7,38 \pm 0,21$ menit, tablet dengan suhu pengeringan 90°C menghasilkan kekerasan $7,55 \pm 0,35$ kg dan waktu hancur $7,37 \pm 0,11$ menit, tablet dengan suhu pengeringan 110°C menghasilkan kekerasan $8,33 \pm 0,21$ kg dan waktu hancur $8,49 \pm 0,08$ menit. Adanya variasi suhu pengeringan spray dryer pada suhu 70°C, 90°C dan 110°C dapat memberikan pengaruh terhadap sifat fisik tablet ekstrak buah mahkota dewa (*Phaleria macrocarpa* Boerl.). semakin tinggi suhu pengeringan spray dryer semakin tinggi kekerasan tablet yang dihasilkan sehingga berpengaruh pada waktu hancur tablet. Berdasarkan hasil penelitian, tablet dengan suhu pengeringan 70°C, 80°C, dan 90°C menghasilkan persen penghambatan radikal bebas adalah $6,80 \pm 2,85\%$, $3,68 \pm 0,73\%$, dan $1,84 \pm 0,87\%$. Dari ketiga formula didapatkan bahwa adanya variasi suhu pengeringan spray dryer yaitu pada suhu 70°C, 90°C dan 110°C memberikan pengaruh terhadap aktivitas antioksidan tablet ekstrak buah mahkota dewa (*Phaleria macrocarpa* Boerl.), dimana semakin tinggi suhu pengeringan spray dryer maka semakin rendah aktifitas antioksidannya.

Dian (2019) penelitian ini dilakukan dengan metode foam-mat drying pada susu kedelai instan dengan perlakuan suhu yang berbeda - beda, maka didapatkan hasil penelitian yaitu

*Tabel 2. 1 Perbandingan kadar air dan lama pengeringan pada perlakuan suhu yang berbeda (sumber :
(Dian Purbasari 2019))*

Perlakuan Suhu	Kadar Air Awal (%bb)	Kadar Air Akhir (%bb)	Lama Pengeringan (jam)
50°C	84,62	5,15	12-16
60°C	84,62	4,46	8-10
70°C	84,62	3,05	6-8

Hasil didapatkan dari penelitian dengan metode foam-mat drying adalah pada suhu pengeringan 60°C yaitu kadar air 4,47%, kadar protein 17,34% dan kadar lemak 7,89%. Nilai rendemen tertinggi pada suhu pengeringan 60°C yaitu 16,10%, tingkat kecerahan (L) sebesar 84,2; tingkat kemerahan (a) sebesar 1,3; tingkat kekuningan (b) sebesar 24, serta daya serap air (DSA) sebesar 1,68 mL/g.

Setyaningrum dkk. (2000) melakukan penelitian tentang perancangan fasilitas produksi “Bandrec” untuk mengoptimalkan proses kristalisasi dan meminimalkan residu pada produk. Penelitian ini membahas tentang proses kristalisasi bubuk Bandrek secara manual di UMKM (Usaha Kecil dan Mikro) Ayuk, Dusun Mangun, Limbangan. Proses tersebut menyebabkan kelelahan pekerja dan menghasilkan residu berupa 40 gumpalan kristal besar yang menyerupai permen. Residu yang dihasilkan pada suhu pemasakan 85–90 °C dan kecepatan pengadukan manual 40 rpm kurang efektif dalam menghasilkan 50% residu Bandrek. Taguchi sedang melakukan eksperimen untuk mencapai kondisi ideal guna meminimalkan residu dan mengurangi kerugian secara kuantitatif. Hasil yang diperoleh adalah dengan pemanasan optimal pada suhu 95–100 °C dan kecepatan mesin 80 rpm, rendemen residu Bandrec hanya sebesar 20%, sehingga meningkatkan efisiensi produk sebesar 30%.

Astri dkk. (2021) melakukan penelitian mengenai perancangan alat sejenis spray Dryer untuk proses pengeringan susu bubuk berbahan dasar jagung manis (*Zea Mays saccharata*) dengan menggunakan metode spray Dryer. Tujuan dari

penelitian ini adalah untuk: Prototipe alat pengering semprot berbahan dasar kerucut untuk mengeringkan susu bubuk: Menentukan waktu pengeringan dan laju pengeringan pada alat pengering semprot, menentukan koefisien perpindahan panas, dan memperoleh hasilnya. Proses pengeringan susu bubuk menggunakan spray Dryer menghasilkan susu bubuk dengan kondisi optimal dan memenuhi persyaratan SNI. Suhu pengeringan 150 °C. Lama pengeringan selama 75 menit mampu menurunkan kadar air sebesar 3,04%, dan laju pengeringan sebesar 23,3369 kg/jam.

Mirza dkk. (2021) melakukan penelitian mengenai desain, manufaktur dan uji kinerja mesin pengolah serbuk jahe merah yang bertujuan untuk meningkatkan kapasitas produksi dan meningkatkan perekonomian bagi UMKM dengan metode pengaduk dan pemanas, hasil pemanasan minyak yang ada didalam tangki pemasakan, kemudian panas tersebut menjadi perantara untuk memanaskan cairan jahe yang ada didalam tangki pemasakan dan membutuhkan waktu ± 180 menit dari proses awal pemanasan hingga menjadi serbuk jahe merah. Hasil serbuk Jahe merah yang dihasilkan lebih banyak 30% dibandingkan dengan proses manual.

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Minuman Jahe

Minuman jahe adalah salah satu jenis minuman tradisional yang terbuat dari akar jahe segar yang direbus dengan air. Proses pembuatan minuman ini biasanya melibatkan pemotongan atau pemarkisan jahe agar lebih mudah mengeluarkan sari-sarinya. Setelah itu, air rebusan jahe dapat ditambahkan dengan bahan lain seperti gula, madu, atau perasan jeruk untuk menambah rasa. Sensasi hangat yang ditimbulkan oleh minuman jahe membuatnya sangat populer, terutama saat cuaca dingin atau saat tubuh terasa tidak enak.

Jahe yang menjadi bahan utama dalam minuman ini, mengandung senyawa aktif bernama gingerol, yang memiliki rasa pedas khas. Gingerol inilah yang memberikan sensasi hangat ketika dikonsumsi. Selain itu, gingerol juga memiliki banyak manfaat bagi tubuh, seperti membantu melancarkan peredaran darah, meredakan peradangan, dan meningkatkan daya tahan tubuh. Oleh karena itu, minuman jahe tidak hanya disukai karena rasanya yang khas, tetapi juga karena khasiat kesehatannya.

Minuman jahe telah lama dikenal dalam berbagai tradisi pengobatan, baik sebagai penghangat tubuh maupun sebagai obat alami untuk mengatasi berbagai keluhan ringan, seperti flu, pilek, atau gangguan pencernaan. Jahe dikenal memiliki sifat antimikroba yang dapat membantu mengatasi infeksi ringan, serta memiliki efek menenangkan pada sistem pencernaan. Sebagian orang juga mengonsumsinya untuk meredakan mual atau muntah, terutama saat mabuk perjalanan atau mual kehamilan.



Gambar 2. 2 Minuman Jahe (Sumber : Pribadi)

Dalam pembuatan minuman jahe, biasanya jahe direbus dalam air mendidih untuk mengeluarkan rasa dan manfaat gizinya. Setelah air rebusan jahe siap, dapat ditambahkan gula atau madu untuk memberikan rasa manis yang seimbang dengan rasa pedas dari jahe. Beberapa variasi minuman jahe juga mencampurkan bahan lain seperti daun pandan, serai, atau perasan jeruk nipis untuk menambah aroma segar dan rasa yang lebih kaya.

Minuman jahe juga sangat berguna untuk meningkatkan sistem pencernaan. Jahe diketahui dapat merangsang produksi enzim pencernaan, sehingga memudahkan proses pencernaan makanan. Selain itu, jahe juga dapat membantu mengurangi masalah pencernaan seperti perut kembung atau rasa tidak nyaman setelah makan, menjadikannya pilihan alami yang populer untuk menjaga kesehatan pencernaan.

Manfaat lain dari minuman jahe adalah kemampuannya dalam meredakan rasa nyeri otot atau nyeri sendi. Kandungan antiinflamasi pada jahe dapat membantu mengurangi peradangan dan rasa sakit, membuatnya sering digunakan oleh orang yang memiliki keluhan pada persendian atau otot. Selain itu, jahe juga dapat membantu meningkatkan aliran darah, yang bermanfaat bagi mereka yang membutuhkan perbaikan sirkulasi tubuh.

Secara keseluruhan, minuman jahe bukan hanya minuman yang menyegarkan, tetapi juga kaya akan manfaat kesehatan. Dengan sifatnya yang dapat menghangatkan tubuh, memperbaiki pencernaan, dan mengurangi peradangan, minuman jahe tetap menjadi pilihan alami yang banyak diminati. Baik untuk menjaga kebugaran tubuh maupun untuk mengatasi keluhan ringan, minuman jahe menawarkan berbagai manfaat yang menjadikannya pilihan populer di banyak kalangan.

2.2.2 *Minuman Serbuk*

Minuman serbuk telah menjadi salah satu pilihan populer di kalangan konsumen, terutama karena kepraktisannya. Produk ini dirancang untuk memberikan kemudahan dalam penyajian, di mana konsumen cukup menambahkan air panas atau dingin untuk menikmati minuman yang lezat. Dasar teori mengenai minuman bubuk melibatkan beberapa aspek, mulai dari komposisi,

proses produksi, hingga interaksi sensorik yang memengaruhi preferensi konsumen.

Komposisi minuman bubuk biasanya terdiri dari bahan-bahan dasar seperti gula, bahan pengikat, flavoring, dan terkadang bahan tambahan seperti vitamin atau mineral. Gula berfungsi sebagai pemanis utama, sedangkan flavoring memberikan cita rasa yang diinginkan, mulai dari rasa coklat, kopi, hingga buah-buahan. Bahan pengikat penting untuk menjaga kestabilan campuran dan mencegah penggumpalan, sehingga produk dapat dengan mudah larut saat diseduh. Keseimbangan antara komponen ini sangat penting untuk menghasilkan rasa yang sesuai dengan ekspektasi konsumen.

Proses produksi minuman bubuk melibatkan beberapa tahap penting. Pertama, pemilihan bahan baku yang berkualitas harus dilakukan untuk memastikan cita rasa dan aroma yang optimal. Kemudian, bahan-bahan tersebut melalui proses pengolahan seperti pengeringan, pencampuran, dan penggilingan. Teknik pengeringan, terutama spray drying atau freeze drying, digunakan untuk menghilangkan kadar air dan memperpanjang masa simpan produk. Setelah itu, produk akhir dikemas dengan cara yang aman untuk menjaga kesegaran dan kualitasnya.



Gambar 2. 3 Serbuk Jahe (Sumber : Pribadi)

Aspek yang menjadi faktor kunci dalam pengembangan minuman bubuk. Rasa, aroma, dan penampilan sangat memengaruhi kepuasan konsumen. Penelitian tentang preferensi konsumen sering dilakukan untuk menentukan kombinasi rasa

dan aroma yang paling disukai. Selain itu, analisis sensori dapat membantu dalam penentuan tekstur dan kelarutan produk, yang semuanya berkontribusi pada pengalaman menyeluruh saat mengonsumsi minuman tersebut.

Inovasi terus menjadi bagian penting dalam industri minuman bubuk, baik dalam hal pengembangan rasa baru maupun kemasan yang menarik. Dengan semakin banyaknya pilihan di pasar, produsen perlu melakukan riset dan pengembangan untuk tetap bersaing. Menghadirkan produk yang tidak hanya enak, tetapi juga sehat dan praktis, akan menjadi kunci untuk menarik perhatian konsumen di era modern ini. Seiring dengan tren gaya hidup sehat, minuman bubuk yang mengandung bahan-bahan alami dan rendah gula juga semakin diminati, menciptakan peluang baru di pasar.

2.2.3 *Mesin Pengekstrak cairan menjadi serbuk*

Mesin pengekstrak cairan menjadi serbuk adalah alat yang dirancang khusus untuk mengubah zat cair menjadi, seperti susu, kopi, jahe, atau zat cair lainnya, menjadi serbuk.

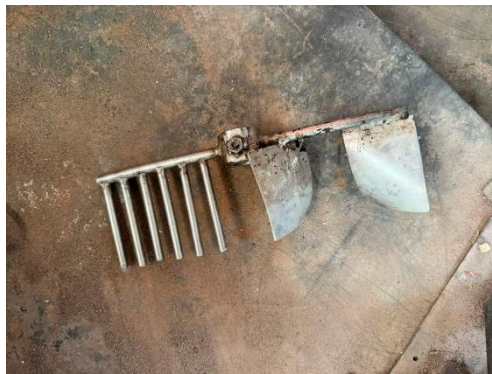
Mesin ini dilengkapi dengan mata pengaduk, vaccum dan heater yang mampu menghasilkan bubuk dengan pengeringan yang maksimal. Penggunaan mesin pengekstrak ini bertujuan untuk meningkatkan efisiensi dalam ketahanan daya simpan dengan memastikan bahwa serbuk mengering dengan merata dan konsisten. Mesin pengekstrak cairan menjadi serbuk memiliki peran penting dalam pengolahan zat cair menjadi bubuk dan juga mendukung produksi serbuk guna menambah daya simpan.

2.2.4 *Macam-macam komponen mesin*

Dalam proses pembuatan suatu mesin harus memperhatikan komponen-komponen yang akan digunakan. Dengan demikian suatu mesin yang dibuat harus memperhatikan faktor keselamatan dan keamanan, baik untuk mesin dan operator yang akan menggunakan mesin tersebut. Dalam pemilihan bahan komponen-komponen tersebut juga harus memperhatikan kekuatan bahan, *safety factor*, dan ketahanan dari berbagai komponen tersebut. Contohnya seperti komponen motor listrik, poros, pulley, rangka, mata pengaduk, heater dan vaccum.

2.2.5 Mata Pengaduk Cairan Menjadi Bubuk

Mata pengaduk cairan menjadi serbuk adalah komponen dari mesin pengekstrak yang berfungsi untuk mengaduk yang awalnya cairan menjadi serbuk dengan kadar air yang diinginkan. mata pengaduk ini terbuat dari bahan stainless dan dirancang sedemikian rupa sehingga dapat dengan efisien mengaduk cairan hingga menjadi serbuk dengan kehalusan yang diinginkan



Gambar 2. 4 Pengaduk (Sumber : Pribadi)

2.2.6 Pompa vacuum

Vacuum pump (pompa vakum) adalah alat yang digunakan untuk mengurangi tekanan udara dalam suatu ruang tertutup sehingga tercipta kondisi vakum, yaitu keadaan dengan sedikit atau bahkan tanpa gas. Prinsip dasar kerja pompa vakum adalah menghilangkan molekul-molekul udara atau gas dari ruang tersebut, yang menyebabkan penurunan tekanan. Proses ini dilakukan dengan cara menarik udara atau gas dari ruang tertutup dan membuangnya ke luar, sehingga ruang tersebut memiliki tekanan lebih rendah dibandingkan dengan atmosfer di sekitarnya.

Pada dasarnya, vacuum pump bekerja dengan menciptakan perbedaan tekanan antara ruang yang dipompa dan lingkungan luar. Dalam proses ini, semakin sedikit gas yang tersisa di dalam ruang, semakin besar tingkat vakum yang tercapai. Alat ini digunakan untuk berbagai aplikasi, seperti di industri pengemasan makanan, pembuatan elektronik, serta dalam penelitian ilmiah yang memerlukan ruang dengan tekanan rendah untuk eksperimen tertentu.

Terdapat beberapa jenis vacuum pump yang memiliki cara kerja berbeda, namun tujuannya tetap sama, yaitu menciptakan kondisi vakum. Pompa

perpindahan positif, misalnya, bekerja dengan cara menarik gas tertentu dan memindahkannya keluar dari ruang vakum. Sementara itu, pompa transfer momentum menggunakan prinsip percepatan gas untuk memindahkannya, dan pompa penjerat mengikat gas ke permukaan tertentu. Berbagai jenis pompa ini memungkinkan pemilihan alat yang tepat sesuai dengan kebutuhan dan tingkat vakum yang diinginkan. Pada penelitian ini menggunakan pompa vacuum dengan spesifikasi hisap max atau dapat membuat tekanan vakum maksimal sebesar 5 Pa yaitu Vacuum pump 0,5 HP 6 CFM.



Gambar 2. 5 Pompa Vacuum (Sumber : Pribadi)

Rumus menghitung tekanan dan gaya pada dinding tabung :

- Rumus perbedaan tekanan

$$\Delta P = P_o - P_i \dots\dots\dots(2.1)$$

ΔP = perbedaan tekanan

P_o = tekanan eksternal

P_i = tekanan internal

- Rumus gaya yang diterima dinding tabung

$$F = \Delta P \times A \dots\dots\dots(2.2)$$

F = Gaya

ΔP = perbedaan tekanan

A = luas penampang

- Tekanan pada dinding tabung

$$\sigma = \frac{F}{A} \dots\dots\dots (2.3)$$

σ = tekanan pada dinding tabung

F = gaya dinding tabung

A = luas penampang

- Tekanan plat stainless steel 304

$$P = \frac{2 \times \sigma_{yield} \times t}{D} \dots\dots\dots (2.4)$$

P = tekanan

σ_{yield} = kekuatan luluh material

t = tinggi tabung

D = diameter tabung

2.2.7 Motor AC

Motor AC merupakan perangkat listrik yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik melalui prinsip elektromagnetik. Motor ini terdiri dari dua komponen utama yaitu stator dan rotor. Ketika arus bolak-balik mengalir melalui lilitan kawat di stator, ia menghasilkan medan magnet yang berputar. Medan magnet ini berinteraksi dengan rotor, menciptakan gaya yang menyebabkan rotor berputar, menghasilkan gerakan mekanik yang dapat digunakan untuk berbagai aplikasi.

Motor AC umumnya dibedakan menjadi dua jenis: motor sinkron dan motor asinkron. Motor asinkron, yang paling umum digunakan dalam kategori ini, beroperasi dengan kecepatan yang sedikit lebih rendah daripada kecepatan sinkron, tergantung pada beban yang diterima. Efisiensi motor AC 0,5 HP sangat penting, terutama dalam aplikasi industri dan rumah tangga, di mana penggunaan energi yang efisien dapat mengurangi biaya operasional. Dengan desain yang baik dan pemilihan material yang tepat, motor AC dapat mencapai kinerja yang optimal,

menjadikannya pilihan yang andal dalam berbagai situasi.

Pada alat ini menggunakan motor AC 0,5 HP sebagai penggerak utama dari mesin pengestrak cairan menjadi serbuk tersebut.



Gambar 2. 6 Motor Listrik (Sumber : Pribadi)

2.2.8 Dasar Perhitungan Motor Listrik

Dasar perhitungan yang digunakan untuk menghitung kecepatan motor listrik untuk mengetahui Daya Watt (Dalam satuan SI) dapat yang berkaitan dengan benda berputar merupakan hasil dari perkalian dari Torsi (T) dan kecepatan sudut (Ω) (“Daya,” 2022), dengan persamaan rumus :

$$P = \frac{W}{t} \dots\dots\dots (2.5)$$

Selain itu, kecepatan sudut pada gerak melingkar dapat kita cari menggunakan persamaan rumus:

$$W = F_{total} \times s$$

Pada sebuah benda berputar frekuensi dapat dicari dengan pembagian jumlah getaran (n) dan waktu (t), dengan persamaan rumus:

$$f = \frac{n}{t} \dots\dots\dots (2.6)$$

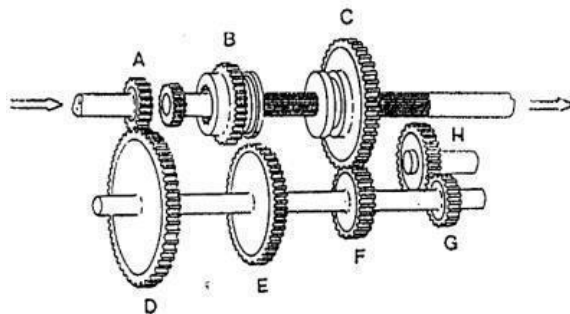
Dengan demikian, rumus yang kita gunakan untuk persamaan menghitung daya, kecepatan, serta torsi pada sebuah motor listrik. Karena berkaitan dengan

putaran permenit (Rpm) waktu bergetar ditentukan 60 detik permenit, oleh karena itu dapat kita gunakan persamaan rumus berikut:

$$P = T x \frac{2\pi n}{60} \dots\dots\dots(2.7)$$

2.2.9 Poros

Poros merupakan salah satu bagian yang terpenting dari setiap mesin. Hampir semua mesin meneruskan tenaga bersama - sama dengan putaran. Peranan utama dalam transmisi seperti itu dipegang oleh poros (*DUNIA MESIN*, t.t.).



Gambar 2. 7 Poros (sumber : <http://ridomanik.blogspot.com/2013/08/perhitungan-diameter-poros-transmisi.html>)

Secara garis besar poros dibedakan menjadi 3 yaitu :

1. Poros spindle

Poros spindle merupakan poros transmisi yang relatif pendek, misalnya pada poros utama mesin perkakas dimana beban utamanya berupa beban puntiran. Selain beban puntiran, poros spindle juga menerima beban lentur (axial load). Poros spindle dapat digunakan secara efektif apabila deformasi yang terjadi pada poros tersebut kecil.

2. Poros gandar

Poros gandar merupakan poros yang dipasang diantara roda-roda kereta barang. Poros gandar tidak menerima beban puntir dan hanya mendapat beban lentur.

3. Poros transmisi

Poros transmisi lebih dikenal dengan sebutan shaft. Shaft akan mengalami beban puntir berulang, beban lentur berganti ataupun kedua-duanya. Pada shaft, daya dapat ditransmisikan melalui gear, belt pulley, sprocket rantai, dll.

Pada mesin pengestrak yang akan dibuat menggunakan poros transmisi dengan jenis bahan poros yang digunakan untuk kontruksi ini yaitu baja karbon dengan standar JIS G 4105 S 30 C dengan kekuatan tarik (σ_B) = 48 kg / mm² (Sularso, 1997).

Tabel 2. 2 Baja karbon untuk poros(Sumber: Sularso, Kiyokatsu Suga. Dasar Perencanaan dan PemilihanElemenMesin.

Standar Dan Macam	Lambang	Perlakuan Panas	Kekuatan Tarik (kg/mm ²)	Keteran gan
Baja Karbon Konstruksi Mesin (JIS G 4501)	S30C	Penormalan	48	
	S35C	“	52	
	S40C	“	55	
	S45C	“	58	
	S50C	“	62	
	S55C	“	66	
Batang baja yang difinis dingin	S35C-D	-	53	Ditrik dingin, digerin da, dibubut , atau gabung an antara hal-hal tersebut
	S45C-D	-	60	
	S55C-D	-	72	

Dibawah ini adalah tabel factor koreksi daya yang akan ditransmisikan sesuai daya yang digunakan adalah sebagai berikut :

Tabel 2. 3 Faktor koreksi daya yang akan ditransmisikan

Daya yang ditransmisikan	<i>fc</i>
Daya rata-rata yang diperlukan	1,2-2,0
Daya maksimum yang diperlukan	0,8-1,2
Daya normal	1,0-1,5

(Sumber: sularso, kiyokatsu suga. Dasar dan pemilihan elemen mesin. Jakarta :pradnya paramitha,1987, Halaman 7)

Pada Sf_1 5,6 adalah harga bahan SF dengan kekuatan yang dijamin, dan 6,0 untuk bahan S-C dengan pengaruh masa ,dan baja paduan maka factor ini disebut Sf_1 . Kemudian untuk Sf_2 apakah poros tersebut akan diberi alur pasak atau dibuat bertangga karna pengaruh konsentrasi tegangan cukup besar. Pengaruh kekasaran permukaan juga harus diperhatikan maka Sf_2 dengan harga sebesar 1,3-3,0 (Sularso, 2008).

Pada penentuan poros juga perlu menghitung daya rencana dengan menggunakan persamaan:

$$pd = P \times fc \dots\dots\dots (2.8)$$

Keterangan:

P= Daya

Fc= faktor koreksi

Berikut ini adalah tabel factor ASME (American Society of Mechanical Engineer) disesuaikan terhadap beban yang digunakan:

Tabel 2. 4 Faktor ASME

Beban yang dikenakan	K_t
Halus	1,0
Sedikit kejutan atau tumbukan	1,0-1,5
Kejutan atau tumbukan besar	1,5-3,0

(Sumber: Sularso, Kiyokatsu Suga. Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin. Jakarta: Pradnyaparamitha, 1978, Halaman 8)

Jika perkiraan akan terjadi pemakaian dengan beban lentur maka dipertimbangkan pemakaian factor C_b dengan harganya antara 1,2 – 2,3. Jika diperkirakan tidak akan terjadi pembebanan lentur maka C_b diambil 1,0.

Dalam penentuan poros, juga perlu menghitung momen bengkok poros dengan menggunakan persamaan:

$$M_b = 1/2 \times L \times F \dots\dots\dots (2.9)$$

Keterangan:

M_b = momen bengkok

L = panjang poros

F = gaya total

Dan untuk menentukan momen rencana dapat digunakan rumus:

$$T = 9,74 \cdot 10^5 \cdot \frac{Pd}{n_{ot}} \dots\dots\dots (2.10)$$

Keterangan:

Pd = Daya rencana (kW)

n_{out} = Putaran poros (rpm)

T = momen rencana (kg.mm)

Tegangan yang diizinkan $\tau\sigma$ (kg/mm²) untuk pemakaian umum pada poros dapat diperoleh dengan berbagai cara. Didalam buku ini $\tau\sigma$ dihitung atas dasar batas kelelahan puntir yang besarnya diambil 40% dari batas kelelahan tarik yang besarnya kira-kira 40% dari kekuatan tarik σB (kg/mm²). Jadi batas kelelahan puntir adalah 18% dari kekuatan tarik σB sesuai dengan standar ASME.

$$\tau\sigma = \frac{\sigma B}{Sf_1 \times Sf_2} \dots\dots\dots (2.11)$$

Keterangan:

$\tau\sigma$ = tegangan geser yang diizinkan (kg/mm²)

σB = kekuatan tarik (kg/mm²)

Sf_1 = Faktor keamanan

Sf_2 = Faktor keamanan

Untuk menghitung diameter poros menggunakan rumus berikut:

$$Ds = \left[\frac{5,1}{T\sigma} \sqrt{(mb \times cb)^2 + (kt \times T)^2} \right]^{1/3} \dots\dots\dots (2.12)$$

Keterangan:

D = diameter poros (mm)

T = momen rencana (kg.mm)

kt = jenis beban yang digunakan (lihat tabel 2.7)

cb = pemakaian beban lentur

($Cb = 1,2 - 2,3$) atau tidak pakai beban lentur ($Cb = 1,0$)

$\tau\sigma$ = tegangan geser yang diizinkan (kg/mm²)

2.2.10 Pulley

Pulley adalah suatu mekanisme yang terdiri dari roda pada poros atau batang dengan alur di antara dan di sekitar kedua ujungnya. Tali, kabel, atau ikat pinggang biasanya digunakan untuk menyalurkan daya di dalam alur pulley. Pulley digunakan untuk mengubah arah gaya yang diberikan, melanjutkan gerak rotasi,

atau memindahkan beban berat. Sistem katrol terdiri dari dua atau lebih katrol yang dihubungkan dengan sebuah sabuk. Sistem ini memungkinkan transmisi tenaga, torsi, dan kecepatan, serta dapat memindahkan benda berat dengan berbagai variasi diameter.



Gambar 2. 8 Pulley (Sumber: Pribadi)

Berikut merupakan ukuran *pulley* seperti tabel dibawah ini, sebagai berikut:

Gambar 2. 9 Tabel ukuran pulley

Penampang sabuk-V	Diameter Nominal (Diameter lingkaran jarak d_p)	$\alpha(^{\circ})$	W^*	L_0	K	K_0	ϵ	F
A	71-100	34	11,95	9,2	4,5	8,0	15,0	10,0
	101-125	36	12,12					
	126 atau lebih	38	12,30					
B	125-160	34	15,86	12,5	5,5	9,5	19,0	12,5
	161-200	36	16,07					
	201 atau lebih	38	16,29					
C	200-250	34	21,18	16,9	7,0	12,0	25,5	17,0
	251-315	36	21,45					
	316 atau lebih	38	21,72					
D	355-450	36	30,77	24,6	9,5	15,5	37,0	24,0
	451 atau lebih	38	31,14					
E	500-630	36	36,95	28,7	12,7	19,3	44,5	29,0
	631 atau lebih	38	37,45					

Adapun penggunaan *pulley* yang ditentukan diameternya yang di izinkan, sebagai berikut:

Tabel 2. 5 Tabel diameter ukuran pulley

Penampang	A	B	C	D	E
Diameter min. yang diizinkan	65	115	175	300	450
Diameter min. yang dianjurkan	95	145	225	350	550

Tipe sabuk sempit	3V	5V	8V
Diameter minimum	67	180	315
Diameter minimum yang dianjurkan	100	224	360

Dan juga ada faktor koreksi K_0 pada penggunaan *pulley*, yang terdapat pada table berikut:

Tabel 2. 6 Tabel faktor koreksi pulley

$\frac{D_p - d_p}{C}$	Sudut Kontak puli kecil $\theta(^{\circ})$	Faktor Koreksi K_{θ}
0,00	180	1,00
0,10	174	0,99
0,20	169	0,97
0,30	163	0,96
0,40	157	0,94
0,50	151	0,93
0,60	145	0,91
0,70	139	0,89
0,80	133	0,87
0,90	127	0,85
1,00	120	0,82
1,10	113	0,80
1,20	106	0,77
1,30	99	0,73
1,40	91	0,70
1,50	83	0,65

Adapun kapasitas daya yang ditransmisikan untuk satu sabuk unggal P0(kW) yang terdapat pada table berikut (Sulasrso K. S.,1994)

Tabel 2. 7 Kapasitas daya yang ditransmisikan untuk sabuk tunggal

Putaran puli kecil (rpm)	Penampang-A								Penampang-B							
	Merek merah		Standar		Harga tambahan karena perbandingan putaran				Merek merah		Standar		Harga tambahan karena perbandingan putaran			
	67mm	100mm	67mm	100mm	1,25-1,34	1,35-1,51	1,52-1,99	2,00-	118mm	150mm	118mm	150mm	1,25-1,34	1,35-1,51	1,52-1,99	2,00-
200	0,15	0,31	0,12	0,26	0,01	0,02	0,02	0,02	0,51	0,77	0,43	0,67	0,04	0,05	0,06	0,07
400	0,26	0,55	0,21	0,48	0,04	0,04	0,04	0,05	0,90	1,38	0,74	1,18	0,09	0,10	0,12	0,13
600	0,35	0,77	0,27	0,67	0,05	0,06	0,07	0,07	1,24	1,93	1,00	1,64	0,13	0,15	0,18	0,20
800	0,44	0,98	0,33	0,84	0,07	0,08	0,09	0,10	1,56	2,43	1,25	2,07	0,18	0,20	0,23	0,26
1000	0,52	1,18	0,39	1,00	0,08	0,10	0,11	0,12	1,85	2,91	1,46	2,46	0,22	0,26	0,30	0,33
1200	0,59	1,37	0,43	1,16	0,10	0,12	0,13	0,15	2,11	3,35	1,65	2,82	0,26	0,31	0,35	0,40
1400	0,66	1,54	0,48	1,31	0,12	0,13	0,15	0,18	2,35	3,75	1,83	3,14	0,31	0,36	0,41	0,46
1600	0,72	1,71	0,51	1,43	0,13	0,15	0,18	0,20	2,67	4,12	1,98	3,42	0,35	0,41	0,47	0,53

Adapun perhitungan dan rumus *pulley* sebagai berikut:

- *Pulley* kecil

$$db = dp - 2 \times K0 \quad (2.13)$$

Keterangan :

db = Diameter dalam (mm)

dp = Diameter jarak bagi (mm)

K0 = Dapat dilihat dari tabel 2.4

$$dk = dp + (2 \times K0) \quad (2.14)$$

Keterangan :

dk = Diameter luar (mm)

dp = Diameter jarak bagi (mm)

K0 = Dapat dilihat dari tabel 2.4

dp merupakan diameter jarak bagi, dapat dilihat pada tabel 2.5 (diambil diameter yang dianjurkan / mm)

- *Pulley* besar

$$Dp = i \times dp \quad (2.15)$$

Keterangan :

Dp = Diameter jarak bagi (mm)

i = Rasio

dp = Diameter jarak bagi pulley kecil (mm)

$$Db = Dp - (2 \times K0) \dots\dots\dots (2.16)$$

Keterangan :

Db = Diameter dalam (mm)

Dp = Diameter jarak bagi (mm)

$K0$ = Dapat dilihat dari tabel 2.4

$$Dk = Dp + (2 \times K0) \dots\dots\dots (2.17)$$

Keterangan :

Dk = Diameter luar (mm)

Dp = Diameter jarak bagi (mm)

$K0$ = Dapat dilihat dari tabel 2.4

Berdasarkan perhitungan yang didapat maka digunakan 2 buah pulley yaitu pulley 3 inchi dan pulley 6 inchi

2.2.11 Sabuk V (Belt)

V-belt adalah sabuk atau belt terbuat dari karet dan mempunyai penampang trapezium. Tenunan, teteron dan semacamnya digunakan sebagai inti sabuk untuk membawa tarikan yang besar. Sabuk V dibelitkan pada alur puli yang berbentuk v pula. Bagian sabuk yang membelit akan mengalami lengkungan sehingga lebar bagian dalamnya akan bertambah besar.

Kecepatan yang tinggi pada motor sering membuat sebuah perancangan transmisi sabuk cukup ideal sebagai penurun kecepatan tingkat pertama. Puli penggerak yang berdiameter lebih kecil dipasang pada poros motor, sedangkan puli berdiameter lebih besar dipasang pada poros yang sejajar dengan poros motor dan berpotensi dengan kecepatan yang lebih rendah. (Sularso A. , 1997)

Beberapa bagian pada transmisi, yaitu:

a. Sabuk (*Belt*)

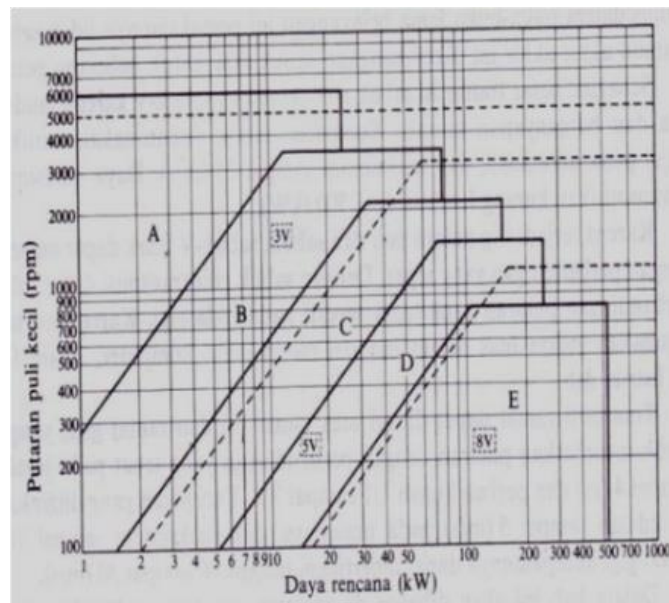
Komponen ini digunakan juga dengan posisi yang melingkar dan melilit pada puli yang terpasang di poros-poros puli sehingga suatu system transmisi tenaga atau daya dan momen puntir dapat berjalan berkesinambungan. Belting ini lebih lazim digunakan pada kecepatan putar yang relatif tinggi. Kecepatan linier sabuk lazimnya berada pada rentang 2500 sampai 6500 *ft/menit* dan menghasilkan gaya tarik yang tidak begitu besar pada sabuk. Belting baiknya bergerak pada kecepatan yang seharusnya, tidak terlalu cepat dan juga tidak boleh terlalu lambat. Pada kecepatan yang terlalu rendah, besar kemungkinan terjadinya slip antar sisi-sisi sabuk dan puli, namun pada kecepatan terlalu tinggi, pengaruh dinamik seperti sentrifugal, kibasan sabuk, maupun getaran yang berlebihan membuat belting tidak terlalu efektif lagi jika dipakai dalam jangka waktu yang lama. Kecepatan idealnya dapat dikatakan sebesar 4000 *ft/menit*. Secara jenisnya sabuk dapat diklasifikasikan dalam 4 tipe, sabuk V, sabuk sinkron sabuk bergigi serta sabuk rata.

b. Sabuk - V

Jarak antara dua buah poros tidak memungkinkan terhubung ke mesin langsung dengan poros pengaduk. Dalam hal ini demikian cara mesin penggerak yang lain diterapkan dimana sebuah sabuk atau rantai dibelitkan sekeliling puli atau sprocket pada poros.

Sabuk atau belt terbuat dari karet dan mempunyai penampang trapezium, tenunan, teteron dan semacamnya digunakan sebagai inti sabuk untuk membawa tarikan yang besar. Sabuk-V atau V-belt adalah salah satu transmisi penghubung yang terbuat dari karet dan mempunyai penampang trapesium. Dalam penggunaannya sabuk-V dibelitkan mengelilingi alur puli yang berbentuk V pula. Bagian sabuk yang membelit pada puli akan mengalami lengkungan sehingga lebar bagian dalamnya akan bertambah besar (Sularso, Kiyokatsu Suga, 2004).

Sabuk-V banyak digunakan karena sabuk-V sangat mudah dalam penanganannya dan murah harganya. Selain itu sabuk-V juga memiliki keunggulan lain di mana sabuk-V akan menghasilkan transmisi daya yang besar pada tegangan yang relatif rendah serta jika dibandingkan dengan transmisi roda gigi dan rantai, sabuk-V bekerja lebih halus dan tak bersuara. Sabuk-V selain juga memiliki keunggulan dibandingkan dengan transmisi-transmisi yang lain, sabuk-V juga memiliki kelemahan di mana sabuk-V dapat memungkinkan untuk terjadinya slip.



Gambar 2. 10 Pemilihan Sabuk

(Sumber : sularso,kiyokatsu suga. Dasar dan pemilihan elemen mesin. Jakarta :pradnya paramitha,1987)

Dalam gambar diberikan berbagai proporsi penampang sabuk-V yang umum dipakai. Atas dasar daya rencana dan putaran poros penggerak, penampang sabuk-V yang sesuai dapat diperoleh dari diagram.(Sularso, Kiyokatsusuga, 2004)

Tabel 2. 8 Panjang sabuk – V standar

Nomor nominal		Nomor nominal		Nomor nominal		Nomor nominal	
(inch)	(mm)	(inch)	(mm)	(inch)	(mm)	(inch)	(mm)
10	254	45	1143	80	2032	115	2921
11	279	46	1168	81	2057	116	2946
12	305	47	1194	82	2083	117	2972
13	330	48	1219	83	2108	118	2997
14	356	49	1245	84	2134	119	3023
15	381	50	1270	85	2159	120	3048
16	406	51	1295	86	2184	121	3073
17	432	52	1321	87	2210	122	3099
18	457	53	1346	88	2235	123	3124
19	483	54	1372	89	2261	124	3150
20	508	55	1397	90	2286	125	3175
21	533	56	1422	91	2311	126	3200
22	559	57	1448	92	2337	127	3226
23	584	58	1473	93	2362	128	3251
24	610	59	1499	94	2388	129	3277
25	635	60	1524	95	2413	130	3302
26	660	61	1549	96	2438	131	3327
27	686	62	1575	97	2464	132	3353
28	711	63	1600	98	2489	133	3378
29	737	64	1626	99	2515	134	3404
30	762	65	1651	100	2540	135	3429
31	787	66	1676	101	2565	136	3454
32	813	67	1702	102	2591	137	3480
33	838	68	1727	103	2616	138	3505
34	864	69	1753	104	2642	139	3531
35	889	70	1778	105	2667	140	3556
36	914	71	1803	106	2692	141	3581
37	940	72	1829	107	2718	142	3607
39	965	73	1854	108	2743	143	3632
39	991	74	1880	109	2769	144	3658
40	1016	75	1905	110	2794	145	3683
41	1041	76	1930	111	2819	146	3708
42	1067	77	1956	112	2845	147	3734
43	1092	78	1981	113	2870	148	3759
44	1118	79	2007	114	2896	149	3785

(Sumber: sularso,kiyokatsu suga. Dasar dan pemilihan elemen mesin. Jakarta :pradnya paramitha,1987, Halaman 168)

Tabel 2. 9 Faktor koreksi

Mesin yang digerakkan		Pengerak					
		Momen puntir puncak > 200%			Momen puntir puncak > 200%		
		Motor arus bolak-balik (momen normal, sangkar, baji, sinkron), motor arus searah (lilitan shunt)			Motor arus bolak-balik (moment tinggi, fasa tunggal, lilitan seri), motor searah (lilitan kompon, lilitan seri), mesin torak, kopling tak tetap		
		Jumlah jam kerja tiap hari			Jumlah jam kerja tiap hari		
		3-5 jam	8-10 jam	16-24 jam	3-5 jam	8-10 jam	16-24 jam
Varian beban sangat kecil	Pengaduk zat cair, kipas angin, blower (sampai 7,5 kW), pompa sentrifugal, konveyor tugas ringan.	1,0	1,1	1,2	1,2	1,3	1,4
Varian beban kecil	Konveyor sabuk (pasir, batu bara), pengaduk, kipas angin (lebih dari 7,5kW), mesin torak, peluncur, mesin perkakas, mesin pencetak.	1,2	1,3	1,4	1,4	1,5	1,6
Varian beban sedang	Konveyor (ember, sekrup), pompa torak, kompresor, pilingan palu, pengocok, roots-blower, mesin tekstil, mesin kayu	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8
Varian beban besar	Penghancur, gilingan bola atau batang, pengangkat, mesin pabrik karet (rol, kalender)	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0

a. Menentukan kecepatan linear sabuk-V

$$v = \frac{\pi \cdot dp_1 \cdot n_1}{60 \cdot 1000} \dots\dots\dots (2.18)$$

Keterangan:

dp_1 = diameter puli penggerak

n_1 = putaran motor penggerak

b. Menentukan Panjang sabuk-V

$$L = 2cr + \frac{\pi}{2}x(Dp + dp) + \frac{(Dp+dp)}{4 \cdot cr} \dots\dots\dots (2.19)$$

Keterangan :

Ls = Panjang sabuk sementara (mm)

Cr = Jarak titik tengah dari pulley kecil ke pulley besar (mm)

π = Phi ($\frac{22}{7}$)

Dp = Diameter jarak bagi pulley besar (mm)

dp = Diameter jarak bagi pulley kecil (mm)

$$\text{Nomor sabuk} = \frac{L}{25,4} \dots\dots\dots (2.20)$$

$$\text{Jarak sumbu poros ideal } (c) = \frac{b + \sqrt{b^2 - 8(Dp - dp)}}{8} \dots\dots\dots (2.21)$$

$$\text{Sudut kontak } (\phi) = 180 - (-57,3)(Dp - dp)c \dots\dots\dots (2.22)$$

Keterangan:

C = jarak antara sumbu kedua poros (mm)

dp_1 = diameter puli penggerak (mm)

dp_2 = diameter puli yang digerakkan (mm)

Tabel 2. 10 Faktor koreksi $K\theta$

(Sumber: Sularso & Suga, 1994)

$\frac{D_p - d_p}{C}$	Sudut kontak puli kecil θ (°)	Faktor Koreksi ($K\theta$)
0,0	180	1,0
0,10	174	0,99
0,20	169	0,97
0,30	163	0,96
0,40	157	0,94
0,50	151	0,93
0,60	145	0,91
0,70	139	0,89
0,80	133	0,87
0,90	127	0,85
1,00	120	0,82
1,10	113	0,8
1,20	106	0,77
1,30	99	0,73
1,40	91	0,70
1,50	83	0,65

Tabel 2. 11 Kapasitas daya yang ditransmisikan untuk satu sabuk tunggal

Putaran puli kecil	Penampang-A								Penampang-B							
	Merek merah		Standar		Harga tambahan karena perbandingan putaran				Merek merah		Standar		Harga tambahan karena perbandingan putaran			
	(rpm)	87mm	100mm	67mm	100mm	1,25-1,34	1,35-1,51	1,52-1,99	2,00-	118mm	150mm	118mm	150mm	1,25-1,34	1,35-1,51	1,52-1,99
200	0,15	0,31	0,12	0,26	0,01	0,02	0,02	0,02	0,51	0,77	0,43	0,67	0,04	0,05	0,06	0,07
400	0,26	0,55	0,21	0,48	0,04	0,04	0,04	0,05	0,90	1,38	0,74	1,18	0,09	0,10	0,12	0,13
600	0,35	0,77	0,27	0,67	0,05	0,06	0,07	0,07	1,24	1,93	1,00	1,64	0,13	0,15	0,18	0,20
800	0,44	0,98	0,33	0,84	0,07	0,08	0,09	0,10	1,56	2,43	1,25	2,07	0,18	0,20	0,23	0,25
1000	0,52	1,15	0,39	1,00	0,08	0,10	0,11	0,12	1,85	2,91	1,46	2,46	0,22	0,26	0,30	0,33
1200	0,59	1,37	0,43	1,16	0,10	0,12	0,13	0,15	2,11	3,35	1,65	2,82	0,26	0,31	0,35	0,40
1400	0,66	1,54	0,48	1,31	0,12	0,13	0,15	0,18	2,35	3,75	1,83	3,14	0,31	0,36	0,41	0,46
1600	0,72	1,71	0,51	1,43	0,13	0,15	0,18	0,20	2,67	4,12	1,98	3,42	0,35	0,41	0,47	0,53

$$N = \frac{Pd}{P_0 \times K\theta} \dots\dots\dots (2.23)$$

Keterangan:

N = Jumlah sabuk

P0 = Dapat dilihat pada tabel 2.10

Kθ = Faktor Koreksi dapat dilihat pada tabel 2.10

Maka dari itu berdasarkan perhitungan yang didapat maka digunakan sabuk dengan NO 17 432 mm.

2.2.12 *Bearing UCF 202*

Bearing dalam Bahasa Indonesia berarti bantalan. Dalam ilmu mekanika bearing adalah sebuah elemen mesin yang berfungsi untuk membatasi gerak relatif antara dua atau lebih komponen mesin agar selalu bergerak pada arah yang diinginkan. Bearing menjaga poros (shaft) agar selalu berputar terhadap sumbu porosnya, atau juga menjaga suatu komponen yang bergerak linier agar selalu berada pada jalurnya (Artikel Teknologi Indonesia, t.t.).

Fungsi dari bantalan yaitu untuk menumpu sebuah poros agar poros dapat berputar tanpa mengalami gesekan yang berlebihan. Bantalan harus cukup kuat untuk memungkinkan poros serta elemen mesin lainnya bekerja dengan baik. Tujuan dari bantaran balock untuk mengurangi gesekan rotasi dan mendukung radial dan aksial beban.



Gambar 2. 11 Bantalan (Sumber: <https://www.aeroengineering.co.id>)

Bantalan dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

Atas dasar gerakan bantalan terhadap poros

- a. Bantalan luncur, pada bantalan ini terjadi gesekan luncur antara poros dan bantalan karena permukaan poros ditumpu oleh permukaan bantalan dengan perantara pelapisan pelumas.
- b. Bantalan gelinding, pada bantalan ini terjadi gesekan gelinding antara bagian yang berputar dengan yang diam melalui elemen seperti bola (*peluru*).

Atas dasar arah beban terhadap poros

- c. Bantalan Radial, arah beban yang ditumpu bantalan ini adalah tegak lurus sumbu poros.
- d. Bantalan Aksial. Arah beban bantalan ini sejajar dengan sumbu poros.
- e. Bantalan gelinding khusus. Bantalan ini dapat menumpu beban yang arahnya sejajar dan tegak lurus sumbu poros.

Berikut tabel factor V,X,Y dan X0,Y0 (Sularso, 1997)

Tabel 2. 12 Faktor V, X, Y dan X0, Y0

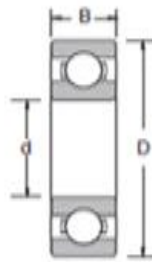
Jenis bantalan		Beban putar pd cincin dalam	Beban putar pada cincin luar	Baris tunggal		Baris ganda				e	Baris tunggal		Baris ganda	
				$F_a/VF_r > e$		$F_a/VF_r \leq e$					$F_a/VF_r > e$			
				V		X	Y	X	Y		X	Y	X ₀	Y ₀
Bantalan bola alur dalam	$F_a/C_0 = 0,014$	1	1,2		2,30				2,30	0,19				
	$= 0,028$				1,99				1,90	0,22				
	$= 0,056$				1,71				1,71	0,26				
	$= 0,084$				1,55				1,55	0,28				
	$= 0,11$			0,56	1,45	1	0	0,56	1,45	0,30	0,6	0,5	0,6	0,5
	$= 0,17$				1,31				1,31	0,34				
	$= 0,28$				1,15				1,15	0,38				
	$= 0,42$				1,04				1,04	0,42				
	$= 0,56$				1,00				1,00	0,44				
	Bantalan bola sudut			$\alpha = 20^\circ$	1	1,2	0,43	1,00	1,09	0,70	1,63	0,57		0,42
$= 25^\circ$		0,41	0,87	0,92			0,67	1,41	0,68		0,38		0,76	
$= 30^\circ$		0,39	0,76	1			0,78	0,63	1,24	0,80	0,5	0,33	1	0,66
$= 35^\circ$		0,37	0,66				0,66	0,60	1,07	0,95		0,29		0,58
$= 40^\circ$		0,35	0,57				0,55	0,57	0,93	1,14		0,26		0,52

Untuk bantalan baris tunggal, bila $F_a/VF_r \leq e$, $X = 1$, $Y = 0$

(Sumber :sularso,kiyokatsusuga. Dasar dan pemilihan elemen mesin.jakarta :pradnya paramitha,1987, Halaman 135)

Bantalan berfungsi sebagai dudukan poros dan untuk mendukung poros akibat gaya tegangan sabuk dan beban yang diberikan terhadap poros.

Tabel 2. 13 Unit nomor bearing bola



Bearing Number	Nominal Bearing Dimensions						Preferred Shoulder Diameters			Basic Load Ratings (lbs)		Limiting Speeds (1000 RPM)		
	d		D		B		r*	Shaft	Housing					
	mm	inch	mm	inch	mm	inch	inch	inch	inch	C ₁₀	C ₉₀	Grease	Oil	lbs
693	3.00	0.1181	8	0.3150	3.00	0.1181	0.006	0.169	0.287	126	40	60.0	67.0	0.001
693ZZVV	3.00	0.1181	8	0.3150	4.00	0.1575	0.006	0.165	0.268	126	40	60.0	67.0	0.002
623	3.00	0.1181	10	0.3937	4.00	0.1575	0.006	0.165	0.346	141	49	50.0	60.0	0.003
684	4.00	0.1575	9	0.3543	2.50	0.0984	0.004	0.205	0.319	143	51	53.0	63.0	0.001
684ZZVV	4.00	0.1575	9	0.3543	4.00	0.1575	0.004	0.189	0.323	143	51	53.0	63.0	0.002
694	4.00	0.1575	11	0.4331	4.00	0.1575	0.006	0.205	0.386	216	77	48.0	56.0	0.003
604	4.00	0.1575	12	0.4724	4.00	0.1575	0.008	0.220	0.409	216	77	48.0	56.0	0.004
624	4.00	0.1575	13	0.5118	5.00	0.1969	0.008	0.220	0.449	293	108	40.0	48.0	0.006
634	4.00	0.1575	16	0.6299	5.00	0.1969	0.012	0.236	0.551	390	151	36.0	43.0	0.015
685	5.00	0.1969	11	0.4331	3.00	0.1181	0.006	0.244	0.390	161	64	45.0	53.0	0.002
685ZZVV	5.00	0.1969	11	0.4331	5.00	0.1969	0.006	0.244	0.386	161	64	45.0	53.0	0.004
695	5.00	0.1969	13	0.5118	4.00	0.1575	0.008	0.260	0.449	243	97	43.0	50.0	0.005
605	5.00	0.1969	14	0.5512	5.00	0.1969	0.008	0.260	0.488	298	115	40.0	50.0	0.007
625	5.00	0.1969	16	0.6299	5.00	0.1969	0.012	0.276	0.551	390	150	36.0	43.0	0.010
635	5.00	0.1969	19	0.7480	6.00	0.2362	0.012	0.276	0.669	526	199	32.0	40.0	0.022
686	6.00	0.2362	13	0.5118	3.50	0.1378	0.006	0.291	0.461	243	99	40.0	50.0	0.004
686ZZVV	6.00	0.2362	13	0.5118	5.00	0.1969	0.006	0.283	0.465	243	99	40.0	50.0	0.005
696	6.00	0.2362	15	0.5906	5.00	0.1969	0.008	0.299	0.528	390	150	40.0	45.0	0.008
606	6.00	0.2362	17	0.6693	6.00	0.2362	0.012	0.315	0.591	509	187	38.0	45.0	0.012
626	6.00	0.2362	19	0.7480	6.00	0.2362	0.012	0.315	0.669	526	199	32.0	40.0	0.021
687	7.00	0.2756	14	0.5512	3.50	0.1378	0.006	0.335	0.500	265	115	40.0	45.0	0.004
687ZZVV	7.00	0.2756	14	0.5512	5.00	0.1969	0.006	0.323	0.504	265	115	40.0	45.0	0.006
697	7.00	0.2756	17	0.6693	5.00	0.1969	0.012	0.354	0.591	362	161	36.0	43.0	0.011
607	7.00	0.2756	19	0.7480	6.00	0.2362	0.012	0.354	0.669	525	198	36.0	43.0	0.015
627	7.00	0.2756	22	0.8661	7.00	0.2756	0.012	0.354	0.787	741	308	30.0	36.0	0.031
608-5	7.90	0.3123	22	0.8661	7.00	0.2756	0.012	0.394	0.787	741	308	34.0	40.0	0.030
698	8.00	0.3150	19	0.7480	6.00	0.2362	0.012	0.394	0.650	503	205	36.0	43.0	0.014
608	8.00	0.3150	22	0.8661	7.00	0.2756	0.012	0.394	0.787	741	308	34.0	40.0	0.030
628	8.00	0.3150	24	0.9449	8.00	0.3150	0.012	0.394	0.669	750	322	28.0	34.0	0.034
638	8.00	0.3150	28	1.1024	9.00	0.3543	0.012	0.394	1.024	1030	443	28.0	34.0	0.057
689	9.00	0.3543	17	0.6693	4.00	0.1575	0.008	0.421	0.598	300	150	36.0	43.0	0.007
689ZZVV	9.00	0.3543	17	0.6693	5.00	0.1969	0.008	0.417	0.606	300	150	36.0	43.0	0.009
609	9.00	0.3543	24	0.9449	7.00	0.2756	0.012	0.433	0.866	750	322	32.0	38.0	0.029
629	9.00	0.3543	26	1.0236	8.00	0.3150	0.024	0.453	0.945	1030	444	28.0	34.0	0.044

2.2.13 Besi siku

Besi siku adalah salah satu jenis profil logam yang berbentuk sudut siku-siku atau huruf "L". Profil ini biasanya terbuat dari baja atau besi dengan ketebalan dan ukuran yang bervariasi, tergantung pada kebutuhan konstruksi. Besi siku banyak digunakan dalam berbagai aplikasi, terutama dalam konstruksi bangunan dan industri, karena bentuknya yang kokoh dan mudah untuk disambungkan dengan komponen lainnya. Bentuk siku pada besi ini memungkinkan distribusi beban yang lebih merata, sehingga sering digunakan untuk memperkuat struktur bangunan atau rangka.

Pembuatan besi siku dilakukan dengan proses pencetakan atau pemanasan logam hingga mencapai bentuk yang diinginkan. Besi siku umumnya memiliki dua sisi yang saling tegak lurus, yang membuatnya sangat berguna dalam membangun kerangka atau rangkaian struktur yang membutuhkan kekuatan lebih, seperti pada pembuatan jembatan, pagar, tiang, atau rak penyimpanan. Selain itu, besi siku juga banyak digunakan pada bidang mekanik untuk membuat kerangka mesin, peralatan, atau produk industri lainnya yang membutuhkan stabilitas dan daya tahan tinggi.

Penggunaan besi siku sangat populer dalam dunia konstruksi karena keunggulannya dalam memberikan dukungan struktural yang kuat tanpa membutuhkan banyak ruang. Sifat besi siku yang tahan lama dan mudah dipasang menjadikannya pilihan utama untuk berbagai proyek, baik di sektor sipil, arsitektur, maupun industri. Dengan berbagai ukuran dan ketebalan yang tersedia, besi siku dapat disesuaikan dengan kebutuhan spesifik untuk memberikan kekuatan dan kestabilan pada berbagai macam struktur.

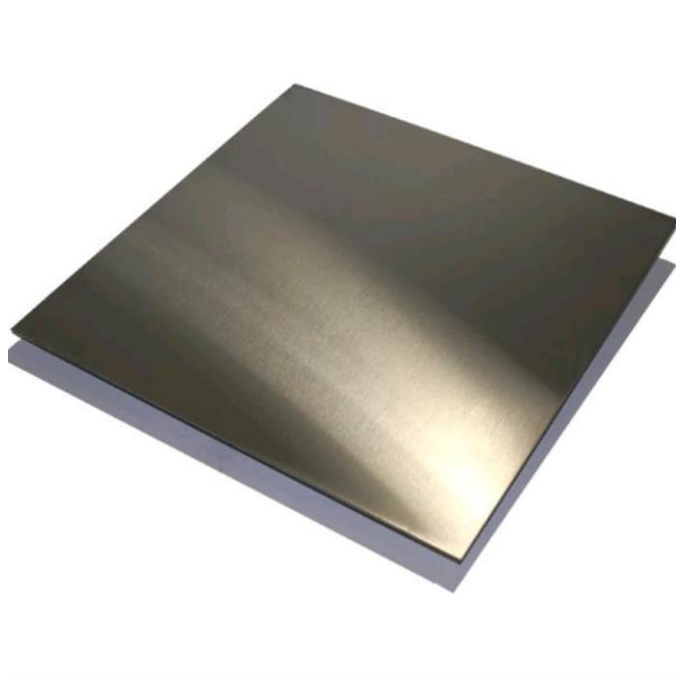
2.2.14 Plat stainless steel 304

Stainless steel 304 merupakan jenis baja tahan karat austenitik yang paling umum digunakan di berbagai industri karena ketahanan terhadap korosi yang sangat baik, kekuatan mekanik yang sangat baik, dan proses pembuatan yang sederhana. Komponen utama baja tahan karat 304 mencakup sekitar 18% kromium (Cr) dan 8% nikel (Ni), sehingga memberikan ketahanan material terhadap oksidasi dan korosi dalam berbagai kondisi lingkungan. Kromium membentuk lapisan oksida pasif yang melindungi permukaan baja dari oksidasi lebih lanjut, sementara nikel meningkatkan stabilitas dan ketahanan terhadap suhu tinggi serta membantu meningkatkan sifat mekanik. 304 Baja tahan karat memiliki struktur austenitik dengan kristal FCC (kubik berpusat muka), menjadikan bahan ini lebih fleksibel dan ulet dibandingkan jenis baja tahan karat lainnya seperti feritik dan martensit.

Hal ini memudahkan pencetakan. Konstruksi ini juga memberikan ketahanan korosi yang sangat baik terhadap asam lemah, larutan garam, atmosfer lembab, dll., sehingga sangat cocok untuk digunakan dalam aplikasi yang terpapar

cuaca. Sifat-sifat tersebut membuat baja tahan karat 304 banyak digunakan dalam industri makanan dan minuman, industri farmasi, dan lingkungan yang memerlukan bahan tahan korosi, seperti pabrik kimia dan pembangkit listrik.

Selain ketahanan terhadap korosi, baja tahan karat 304 juga dikenal karena kekuatan mekaniknya yang unggul dan kemampuan las yang mudah. Kandungan karbon rendah (hingga 0,08%) membuat baja tahan karat 304 sangat tahan terhadap korosi intergranular yang dapat terjadi setelah pengelasan. Karena dapat dibentuk menjadi berbagai bentuk seperti pelat, pipa, dan kabel, maka banyak digunakan dalam pembuatan peralatan industri, struktur arsitektur, suku cadang kendaraan bermotor, dll. Karena sifat-sifat ini, baja tahan karat 304 tetap menjadi pilihan dalam desain dan pembuatan berbagai produk yang memerlukan kombinasi kekuatan, ketahanan terhadap korosi, dan kemudahan perawatan.



Gambar 2. 12 plat stainless steel 304 (sumber : SMS Perkasa)

1. Tegangan izin

Tegangan izin merupakan sebuah tegangan yang tidak boleh dilampaui sebuah sistem struktur, dimanapun letaknya akibat faktor keamanan. Secara umum

tegangan ijin (Gere & Timoshenko, 2000).

$$\sigma_{izin} = \frac{\sigma_y}{n} \dots\dots\dots(2.23)$$

Ket : n = Faktor keamanan

σ_y = Tegangan normal (N/m²)

σ_{izin} = Tegangan ijin (N/m²)

2. Ketebalan tabung

Untuk Ketebalan minimum tangki dihitung menggunakan rumus Persamaan (Subekhi et al., 2024).

$$t = \frac{P \times D}{2\sigma_{izin}} \dots\dots\dots(2.25)$$

Ket : t = Ketebalan dinding tangki (mm)

P = Tekanan gas kerja (Pa)

D = Diameter tangki (mm)

σ_{izin} = Tegangan ijin tangki (Pa).

3. Tekanan yang dapat diterima dinding tabung

$$P = \frac{2 \times \sigma_{yield} \times t}{D} \dots\dots\dots(2.26)$$

Ket : P = Tekanan yang dapat diterima plat AISI 304

σ_{yield} = Tegangan luluh Plat AISI 304

T = Tinggi tabung

D = Diameter tabung

4. Kapasitas Alat

$$Q = \frac{m}{t} \dots\dots\dots(2.27)$$

Keterangan:

Q = Kapasitas alat (kg/jam)

m = Massa (kg)

t = Waktu Proses (jam)

2.2.15 Heater

Heater adalah alat yang digunakan untuk menghasilkan panas atau menghangatkan suatu ruangan atau benda. Biasanya, heater digunakan untuk mengatasi suhu dingin di dalam ruangan, memberikan kenyamanan dalam berbagai kondisi cuaca yang dingin. Heater dapat bekerja dengan berbagai cara, seperti menggunakan energi listrik, gas, atau bahan bakar lainnya.

Ada beberapa jenis heater, antara lain:

1. Heater listrik: Menggunakan listrik untuk menghasilkan panas, seperti pemanas ruangan listrik atau pemanas air listrik.
2. Heater gas: Menggunakan gas, seperti gas alam atau LPG, untuk menghasilkan panas.
3. Heater minyak: Menggunakan minyak sebagai bahan bakar untuk menghasilkan panas.
4. Heater konveksi: Menghasilkan panas dengan mengalirkan udara panas ke seluruh ruangan.
5. Heater radiasi: Menggunakan radiasi inframerah untuk langsung memanaskan objek atau orang di sekitarnya.

Heater sering digunakan di rumah, kantor, atau tempat umum untuk menjaga suhu yang nyaman, terutama pada musim dingin atau di daerah yang memiliki cuaca dingin.

A. Jenis-Jenis Heater Khusus

1. Nozzle Heater

Biasa digunakan untuk memanaskan cairan atau gas yang mengalir melalui nozzle atau saluran sempit. Biasa digunakan di industri yang membutuhkan pemanasan terfokus pada aliran bahan tertentu.

2. Tank Heater

Menggunakan elemen pemanas yang dipasang di dalam tangki untuk memanaskan cairan di dalamnya, seperti air, minyak, atau bahan kimia



Gambar 2. 13 Noozle Heater

1. Rumus mencari energi guna menentukan spesifikasi heater :

$$Q = c \cdot m \cdot \Delta T \quad \Delta t = T_2 - T_1$$

$$c = \frac{Q}{m \cdot \Delta T} \dots \dots \dots (2.28)$$

KET :

Q = Energi (watt) / (J/s)

C = Kalor Jenis (J/KG°C)

ΔT = Selisih temperature (°C)

2.2.16 Perpindahan kalor

Kalor merupakan energi yang ditransfer dari suatu benda ke benda yang lain karena adanya perbedaan temperature. Sedangkan perpindahan panas adalah proses perpindahan energi pada satu daerah ke daerah yang lainnya sebagai akibat dari perbedaan suhu antara kedua daerah tersebut. Untuk mendapatkan jumlah kalor yang dibutuhkan untuk menaikkan temperatur suatu zat dapat dihitung dengan persamaan berikut (Myco hersandi, 2014):

$$Q = C \cdot \Delta T = mc \cdot \Delta T \dots \dots \dots (2.29)$$

Keterangan:

Q = banyak kalor yang diterima (J)

C = kalor jenis ($J/kg^{\circ}C$)

M = massa (kg)

ΔT = perubahan suhu ($^{\circ}C$)

Perpindahan panas atau kalor sendiri juga terbagi atas 2 macam, yaitu sebagai berikut (Wati, 2021):

Perpindahan kalor konveksi

Perpindahan kalor secara konveksi adalah perpindahan kalor yang hanya terjadi pada permukaan bahan dan keadaan sekelilingnya.

Dan pada penelitian ini, diketahui juga kalor jenis dari jahe merah yaitu $51.460 J/kg^{\circ}C$ berdasarkan jurnal dari Sri Zelviani dkk (2020). Dan juga diketahui kalor jenis dari tabung yang terbuat dari bahan AISI 304 yaitu $500 J/kg^{\circ}C$.

2.2.17 Gaya gesek

Gaya gesek adalah gaya yang bekerja karena adanya gesekan antara dua buah permukaan benda. Dan dengan adanya gaya gesek tersebut maka benda yang bergerak memiliki hambatan. Gaya gesek terbagi atas 2 jenis, yaitu (Dr. Zikri Noer, 2021):

- gaya gesek statis, yaitu gaya gesek terhadap benda diam
- gaya gesek kinetis, yaitu gaya gesek yang bekerja pada benda yang sedang bergerak.

Perhitungan yang dilakukan terhadap gaya gesek tersebut yang bisa dijadikan contoh pada penelitian ini yaitu sebagai berikut:

- Gaya gesek pengaduk dan tabung

$$F_1 = w \cdot \mu \dots\dots\dots (2.31)$$

$$w = m \cdot g \dots\dots\dots (2.32)$$

- gaya bahan jahe

$$F_2 = m \cdot g \dots\dots\dots (2.33)$$

Keterangan:

m = massa (kg)

ω = kecepatan pengaduk (m/s)

g = gravitasi (N)

Dan setelah mendapatkan gaya gesek masing-masing, maka selanjutnya barulah dicari gaya total dengan persamaan:

$$F_{total} = F_1 + F_2 \dots\dots\dots (2.34)$$

Keterangan:

F_1 = Gaya pengaduk dengan tabung

F_2 = Gaya bahan jahe

2.2.18 Massa jenis

Massa jenis merupakan nilai yang menunjukkan besarnya perbandingan antara massa benda dengan volume benda tersebut. Massa jenis suatu benda memiliki sifat tetap, meskipun nilai massa atau volume nya di perbesar tetapi nilai massa jenis tetap. Massa jenis suatu benda biasanya sudah diketahui dan tetapi ada juga yang tidak diketahui. Dan untuk massa jenis benda yang tidak diketahui bisa dicari atau dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut (Nugrahani Primary Putri, 2019)

$$\rho = \frac{m}{v}$$

Keterangan:

m = massa (Kg)

v = volume (m^3)

$$V = m / \rho \dots\dots\dots (2.35)$$

Keterangan:

V = Volume (m^3)

m = Massa (kg)

ρ = Massa jenis (kg/m^3)

2.2.19 Kecepatan Pengaduk

$$v = r \times \omega \rightarrow \omega = \frac{2.\pi.n}{60} \dots\dots\dots (2.36)$$

Keterangan:

v = kecepatan peengaduk

r = jari – jari pengaduk

ω = kecepatan sudut

n = kecepatan putar poros

2.2.20 Alat Ukur Multimeter

Multimeter adalah alat ukur listrik yang digunakan untuk mengukur beberapa besaran listrik dalam satu perangkat, seperti tegangan (volt), arus listrik (ampere), dan hambatan (ohm). Selain itu, beberapa jenis multimeter juga dapat digunakan untuk menguji kontinuitas rangkaian, dioda, transistor, serta mengukur frekuensi dan kapasitansi (Maasud rana, 2016).



Gambar 2. 14 Multimeter (sumber : Pribadi)

2.2.21 Thermocouple

Thermocouple berfungsi berdasarkan prinsip efek termolistrik, yang pertama kali dijelaskan oleh Thomas Johann Seebeck pada abad ke-19. Efek ini menyatakan bahwa ketika dua konduktor berbeda material disambungkan dan berada pada suhu yang berbeda, maka akan terbentuk beda potensial atau tegangan listrik di antara kedua titik sambungan tersebut. Tegangan ini sebanding dengan perbedaan suhu antara titik pengukuran dan titik referensi. Thermocouple banyak digunakan untuk

mengukur suhu karena kemampuannya bekerja dalam rentang suhu yang luas, dari suhu sangat rendah hingga sangat tinggi, serta konstruksinya yang sederhana dan harga yang relatif terjangkau. Tegangan yang dihasilkan oleh thermocouple diukur dan dikonversi untuk menentukan suhu, yang kemudian dicocokkan dengan nilai yang sesuai menggunakan tabel kalibrasi untuk jenis thermocouple tertentu.

Berbagai jenis thermocouple dibuat dengan menggabungkan dua logam yang berbeda, yang masing-masing memiliki karakteristik tegangan yang unik terhadap suhu. Beberapa jenis thermocouple yang paling umum digunakan antara lain: (1) Type K (Tembaga-Alumunium), yang sangat populer karena rentang pengukurannya yang luas, dari -200°C hingga 1372°C , dan relatif tahan terhadap oksidasi. (2) Type J (Besi-Kuningan), yang memiliki rentang suhu lebih kecil, dari -40°C hingga 750°C , dan sering digunakan dalam aplikasi suhu rendah. (3) Type T (Tembaga-Konstanta), ideal untuk pengukuran suhu rendah dalam rentang -200°C hingga 350°C , dan sering dipakai dalam pengukuran kriogenik. (4) Type S (Platinum-Rhodium), yang sangat akurat dan stabil, digunakan dalam pengukuran suhu tinggi, hingga 1600°C , dan sering ditemukan dalam aplikasi laboratorium atau industri yang membutuhkan presisi tinggi. Setiap jenis thermocouple memiliki keunggulan dan kelemahan tertentu tergantung pada kebutuhan aplikasi, seperti rentang suhu, keakuratan, dan ketahanan terhadap kondisi lingkungan.



Gambar 2. 15 Thermocouple (sumber : Pribadi)

2.2.22 Vacuum gauge

Vacuum gauge adalah alat yang digunakan untuk mengukur tekanan dalam

ruang hampa atau vakum, dan dasar teori kerjanya bergantung pada prinsip fisika yang menghubungkan perubahan sifat fisik gas dengan tekanan. Salah satu konsep dasar adalah bahwa tekanan gas dalam ruang vakum memengaruhi interaksi gas dengan permukaan atau elemen sensor dalam alat pengukur. Ada beberapa fenomena fisik yang dapat dimanfaatkan untuk mengukur tekanan vakum, seperti perubahan konduktivitas termal, perubahan gaya, atau pembentukan ion. Pada prinsipnya, alat ini mengukur pengaruh perubahan sifat gas (misalnya, perubahan energi kinetik partikel gas yang berdampak pada perpindahan panas, kecepatan ionisasi, atau gaya mekanik) terhadap suatu sistem yang terhubung dengan pengukur tekanan.

Ada berbagai jenis vacuum gauge yang masing-masing memiliki prinsip kerja dan rentang pengukuran yang berbeda, antara lain: (1) Manometer Mekanik, yang mengukur tekanan dengan menggunakan elemen mekanik seperti pegas atau piringan yang terpengaruh oleh tekanan gas dalam ruang vakum. Alat ini cocok untuk mengukur tekanan dalam vakum kasar hingga menengah. (2) Thermocouple Gauge, yang mengukur tekanan dengan memanfaatkan perubahan suhu yang dihasilkan oleh perpindahan panas antara dua elemen logam yang berbeda. Pada tekanan rendah, gas menjadi lebih buruk dalam menghantarkan panas, yang mengubah suhu elemen sensor dan dapat diukur untuk menentukan tekanan. (3) Ion Gauge, yang digunakan untuk mengukur tekanan dalam vakum tinggi atau ultrahigh vacuum (UHV), bekerja dengan memanaskan katoda untuk menghasilkan elektron yang kemudian berinteraksi dengan molekul gas, menghasilkan ion yang dapat dihitung untuk menentukan tekanan gas. Setiap jenis vacuum gauge ini memiliki aplikasi yang spesifik tergantung pada tingkat vakum yang ingin diukur, baik itu vakum kasar, menengah, atau tinggi.



Gambar 2. 16 Vacuum gauge (sumber : Pribadi)

2.2.23 ISO 2768-1

Standar Internasional ISO 2768-1 (1989) mengatur tentang toleransi umum untuk dimensi linier dan sudut tanpa adanya indikasi toleransi individu pada gambar teknik. Standar ini membagi tingkat ketelitian fabrikasi menjadi 4 kelas kualifikasi, yaitu: • f (fine/halus) • m (medium/sedang) • c (coarse/kasar) • v (very coarse/sangat kasar) Pada perancangan dan fabrikasi perlengkapan permesinan berskala semiindustri serta pengerjaan konstruksi plat, kelas toleransi yang paling ideal dan umum digunakan sebagai acuan kelayakan adalah Kelas m (Medium). Nilai penyimpangan izin untuk dimensi linier seperti diameter luar, diameter dalam, panjang, lebar, dan tinggi ditentukan berdasarkan rentang nominal ukuran dasar komponen seperti yang tertera pada Tabel 2.14 di bawah ini.

Rentang Ukuran Nominal (mm)	Kelas f (fine) (mm)	Kelas m (medium) (mm)	Kelas c (coarse) (mm)	Kelas v very coarse) (mm)
0,5 s.d. 3	$\pm 0,05$	$\pm 0,1$	$\pm 0,2$	-
Diatas 3 s.d. 6	$\pm 0,05$	$\pm 0,1$	$\pm 0,3$	$\pm 0,5$
Diatas 6 s.d. 30	$\pm 0,1$	$\pm 0,2$	$\pm 0,5$	$\pm 1,0$
Diatas 30s.d 120	$\pm 0,15$	$\pm 0,3$	$\pm 0,8$	$\pm 1,5$
Diatas 120 s.d. 400	$\pm 0,2$	$\pm 0,5$	$\pm 1,2$	$\pm 2,5$
Diatas 400 s.d. 1000	$\pm 0,3$	$\pm 0,8$	$\pm 2,0$	$\pm 4,0$
Diatas 1000 s.d. 2000	$\pm 0,5$	$\pm 1,2$	$\pm 3,0$	$\pm 6,0$
Diatas 2000 s.d. 4000	$\pm 0,8$	$\pm 2,0$	$\pm 4,0$	$\pm 8,0$

Tabel 2. 14 Nilai Toleransi Dimensi Linier untuk ISO 2768-1

Penerapan kaidah metrologi industri ini berfungsi sebagai instrumen kendali mutu (quality control) untuk mengklasifikasikan apakah suatu produk hasil manufaktur berada pada status diterima (Accept) atau ditolak (Reject).