

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Penelitian oleh Setyaningrum dkk. (2000) tentang rancang bangun alat produksi 'Bandrek' untuk mengoptimalkan proses kristalisasi dan meminimalkan adanya residu pada produk. Penelitian ini berisi tentang proses pengkristalan serbuk bandrek manual pada UMKM (Usaha Menengah Kecil dan Mikro) Ayuk di dusun Mangun, Limbangan, mengakibatkan kelelahan pekerja dan menghasilkan residu sebanyak 40% berupa gumpalan kristal besar menyerupai permen. Residu dihasilkan pada kondisi suhu pemasakan 85-90°C dan kecepatan aduk 40 rpm dengan tenaga manusia kurang efektif menghasilkan 50% residu bandrek. Berdasarkan permasalahan tersebut peneliti merancang alat pengkristal bandrek menggunakan desain eksperimen Taguchi untuk mencapai kondisi ideal guna meminimalkan residu dan mengurangi kerugian secara kuantitatif. Hasil yang diperoleh yaitu pada pemanasan optimum di 95-100°C dengan putaran dengan mesin sebesar 80 rpm diperoleh hasil residu bandrek lebih kecil yaitu sebesar 20% sehingga efisiensi produk naik sebesar 30%.

Minuman serbuk jamu instan mengacu pada jenis produk makanan yang telah diproses menjadi bentuk bubuk, sehingga mudah larut dalam air. Produk makanan ini memiliki ciri khas kepraktisan dalam hal kemudahan penyajian serta masa simpannya yang lebih lama Silvy dkk. (2020). Empon-empon dapat digunakan untuk membuat minuman instan yang dapat digunakan untuk terapi serta untuk berbagai prnyakit maupun hanya sebagai penyegar atau sebagai penambah energi Majiding dkk. (2021). Jamu atau minuman instan memiliki durasi simpan yang lebih lama dibandingkan dengan yang segar. Kemudahan dalam mendapatkan bahan-bahan dasar memungkinkan masyarakat umum untuk membuat minuman instan, termasuk yang berkhasiat sebagai obat. Kesempatan ini menghadirkan kebutuhan bagi masyarakat untuk mendapatkan informasi tentang berbagai penggunaan empon-empon, buah-buahan dan bahan lainnya

Pengeringan adalah teknik umum dalam pengawetan makanan yang merupakan aspek yang sangat penting dari pengolahan makanan dan dapat digunakan untuk menghasilkan bentuk produk baru Mechlouch. dkk. 2012 dan Sachin dkk. (2010). Metode pengeringan menggunakan bantuan sinar matahari lebih ekonomis dibanding dengan pengering lainnya, akan tetapi memiliki banyak kekurangan diantaranya kondisi cuaca dan iklim tidak menentu dan suhu tidak bisa kontrol. Selain itu banyak polusi udara karena dalam keadaan ruang terbuka sering terjadi kontaminasi berupa debu, kotoran atau serangga Muchtadi (1989).

Menurut Airlangga (2016) Metode pengeringan buatan lebih paraktis, efisien dan menghasilkan mutu yang baik. Pengeringan sup labu kuning instan pada penelitian ini menggunakan pengering buatan yaitu cabinet dryer, vacum dryer, oven dan drum dryer, diharapkan pemanfaatan alat ini dapat meningkatkan nilai jual labu kuning lokal dengan cara diversifikasi menjadi sup labu kuning instan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh jenis alat pengering vacuum dryer, cabinet dryer, oven dryer, dan drum dryer terhadap karakteristik fisik, kimia dan organoleptik sup labu kuning.

Hasil dari perancangan mesin spray drying yang diteliti oleh Alfian Luthfi. (2020) dalam skripsinya yang berjudul “perancangan pengering larutan maltodekstrin menggunakan spray dryer dengan debit aliran 2 liter per jam” ini telah di uji coba menggunakan sampel larutan kaldu ayam, serta dapat berfungsi dengan baik. Dimulai dari proses pengeringan yang dikontrol menggunakan modul sensor max6675 yang dibaca suhunya melalui sensor termokopel type K dengan hasil perancangan memberikan waktu pengeringan total 0,635 detik serta jarak pengeringan 2,5meter untuk co current flow.

Anisa Kemala Dewi, dan Loekman Satibi. (2015) Produk bubuk santan kelapa yang dihasilkan merupakan hasil variasi Tinlet pada alat Spray Dryer dengan dilakukan pada 5 titik, yaitu 110o C, 120o C, 130o C, 140o C, dan 150o C. Umpan yang dimasukkan pada alat memiliki volume yang sama dalam 500 mL, yaitu skim santan kelapa yang sudah dipisahkan dari krim kental kelapa yang mengandung lemak dan minyak. Kemudian ditambahkan pula bahan tambahan dengan takaran yang sama yaitu maltodekstrin 10% dan natrium kaseinat 3%.

No.	Tinlet (°C)	Waktu Pengeringan (s)
1	110	866
2	120	866
3	130	898
4	140	806
5	150	602

Tabel 2. 1 Tabel Inlet

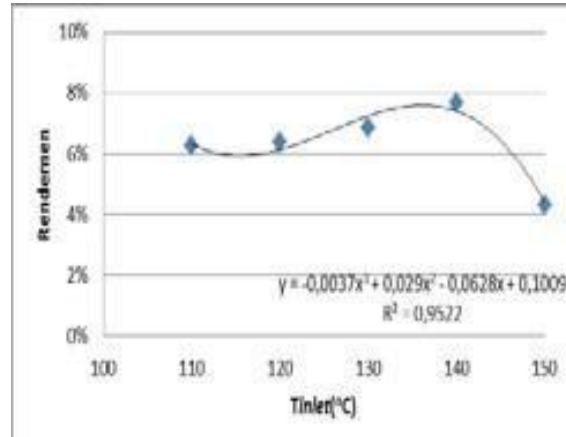
Tabel 3. Sumber : (Anisa Kemala Dewi , Loekman Satibi 2010)

Hasil Waktu Pengeringan dari Proses Spray Drying Santan 500ml dengan Maltodekstrin 10% dan Natrium Kaseinat 3% Tabel 3 menunjukkan bahwa pencapaian yang terbaik pada suhu 140o C dengan waktu yang dibutuhkan 806 detik (13 menit 26 detik). Pada suhu 150o C waktu pengeringan juga sangat cepat yaitu 602 detik (10 menit 2 detik).

Pada pengeringan di suhu awal suhu 110° C dan 120° C memiliki pencapaian waktu pengeringan yang lama yaitu 866 detik (14 menit 26 detik). Semakin tinggi suhu udara pengeringan, maka lebih cepat pengambilan uap dari bahan sehingga proses pengeringan lebih cepat. Hasil penelitian ini diperkuat dengan pernyataan Estiasih dkk. (2009) bahwa perbedaan suhu antara medium pemanasan dengan bahan semakin cepat pindah panas ke bahan dan semakin cepat pula penguapan air dari bahan. Dengan begitu dapat diketahui bahwa bila semakin tinggi suhu yang dipakai waktu pengeringan bahan akan semakin cepat, Pengaruh Tinlet Terhadap Rendemen Santan Kelapa Bubuk.

Hasil Rendemen Santan Kelapa Bubuk Proses Spray Drying Santan 500ml dengan Maltodekstrin 10% dan Natrium kaseinat 3% Nilai rendemen pada proses pengeringan tergantung pada banyaknya produk yang dihasilkan dan dari table 4 temperatur inlet berpengaruh terhadap rendemen yang dihasilkan. Pada proses pengeringan, air bebas yang ada dipermukaan bahan dapat dengan mudah diuapkan sehingga rendemen yang diperoleh cukup kecil (M Kumalla, dkk. 2013). Pengaruh dari rendemen terhadap Tinlet dapat dilihat pada grafik di gambar 3. No. Tinlet (o C) Rendemen 1 110 6,27% 2 120 6,39% 3 130 6,85% 4 140 7,66% 5 150 4,32%

No. Tinlet (° C) Waktu Pengeringan (s) 1 110 866 2 120 866 3 130 898 4 140 806
5 150 602 KONVERSI Volume 4 No1 April 2015 ISSN 2252-7311 30 Dengan meningkatnya suhu pengeringan, rendemen yang diperoleh semakin tinggi.



Gambar 2. 1 Grafik Inlet Sumber : (Anisa Kemala Dewi , Loekman Satibi 2010)

Grafik Rendemen Santan Kelapa Bubuk pada penelitian ini menunjukkan bahwa pada saat suhu pengeringan 140° C rendemen yang diperoleh paling tinggi sebesar 7,66%. Namun tidak pada saat suhu pengeringan 150° C rendemen yang diperoleh paling rendah yaitu 4,32% dikarenakan sample terlalu lama penyimpanan untuk dikeringkan ke spray dryer sehingga saat dilakukan pengeringan banyak produk yang melekat di drying chamber. Sedangkan pada saat suhu pengeringan 110° C rendemen yang diperoleh cukup rendah hanya sebesar 6,27%. Berdasarkan grafik Pengaruh suhu terlihat dengan semakin tinggi suhu maka bahan menjadi lebih kering dan tidak banyak menempel pada dinding ruang pengering sehingga akan dapat terpisah dengan mudah dan masuk ke cyclone (M Kumalla, dkk. 2013).

2.2 Landasan Teori.

2.2.1 Definisi Jahe Herbal

Teori Herbal Jahe merupakan konsepsi yang mencakup kombinasi antara tradisi medis dengan pengetahuan ilmiah modern yang berpusat pada pemakaian akar jahe (*Zingiber officinale*) sebagai bahan utama dalam pembuatan jamu. Jahe menjadi terkenal sebagai rempah yang memiliki banyak manfaat bagi kesehatan manusia, seperti sifat anti-inflamasi, antioksidan, dan antimikroba. Jika berbicara

tentang pembuatan jamu, jahe bukan hanya sebagai bahan penambah rasa, namun juga sebagai bahan terapi yang berguna bagi kesehatan.

Pembuatan jamu jahe herbal melibatkan beberapa tahapan yang penting untuk memastikan khasiatnya. Proses dimulai dengan pemilihan rimpang jahe segar yang berkualitas tinggi, karena kualitas bahan baku sangat mempengaruhi efektivitas jamu. Setelah dibersihkan, jahe biasanya dipotong atau dihancurkan untuk meningkatkan luas permukaan, yang memungkinkan senyawa bioaktif lebih mudah diekstrak. Metode ekstraksi umum yang digunakan adalah perebusan dalam air, di mana jahe direbus untuk melarutkan senyawa aktif, atau pencampuran dengan bahan lain seperti kunyit, madu, atau rempah-rempah untuk meningkatkan rasa dan manfaatnya.

Salah satu keunggulan jamu jahe adalah kemampuannya untuk meredakan berbagai keluhan kesehatan. Jahe telah lama digunakan dalam tradisi pengobatan untuk mengatasi masalah pencernaan, mual, dan kembung, serta sebagai obat alami untuk meredakan nyeri otot dan sendi. Selain itu, jahe juga dikenal dapat meningkatkan sirkulasi darah dan memperkuat sistem kekebalan tubuh. Dengan konsumsi yang teratur, jamu jahe herbal dapat berkontribusi pada peningkatan kesehatan secara keseluruhan dan pencegahan penyakit.

Dalam beberapa tahun terakhir, minat terhadap jamu jahe herbal semakin meningkat seiring dengan perubahan gaya hidup dan kesadaran akan kesehatan. Banyak orang kini mencari alternatif alami untuk pengobatan konvensional, dan jamu jahe menjadi pilihan yang populer karena dianggap lebih aman dan alami. Penelitian ilmiah juga mulai mendukung penggunaan jahe dalam jamu, menunjukkan efek positifnya pada kesehatan. Ini mendorong pengembangan produk jamu yang lebih terstandarisasi, sehingga memberikan jaminan kualitas dan keamanan bagi konsumen.

Meskipun jamu jahe herbal umumnya dianggap aman untuk konsumsi, penting untuk memperhatikan dosis yang tepat dan potensi interaksi dengan obat-obatan lain. Konsultasi dengan profesional kesehatan sangat disarankan, terutama bagi mereka yang memiliki kondisi kesehatan tertentu atau sedang mengonsumsi

obat-obatan. Dengan pendekatan yang hati-hati dan informasi yang tepat, jamu jahe herbal dapat menjadi pilihan efektif dalam mendukung kesehatan dan meningkatkan kualitas hidup, sekaligus melestarikan warisan budaya yang kaya dalam pengobatan tradisional.

Minuman Serbuk Instan Produk pangan instan didefinisikan sebagai produk dalam bentuk konsentrat atau terpekatkan dengan penghilangan air sehingga mudah ditambah air (dingin atau panas) dan mudah larut. Minuman serbuk instan merupakan salah satu produk pangan berbentuk butiran. Proses konsumsi minuman serbuk instan harus didahului dengan penyeduhan air panas atau air dingin. Keunggulan minuman instan ini lebih praktis, baik dari segi kemasan maupun penyajiannya serta dapat memperlambat umur simpan karena dalam bentuk serbuk. Produk minuman serbuk dipilih karena sesuai dengan pola hidup masyarakat yang cenderung memilih produk instan dan siap saji.

2.2.2 Definisi Jahe Serbuk

Serbuk jahe merupakan produk yang dibuat melalui proses penumbukan dari rimpang jahe. Jahe merupakan bumbu yang terkenal bukan hanya karena bisa menambah rasa pedas pada makanan, tetapi juga karena memiliki banyak sekali manfaat kesehatan yang telah lama digunakan sejak ribuan tahun yang lalu dalam dunia perawatan kesehatan tradisional. Penumbukan jahe menjadi serbuk bukan hanya menjaga khasiat alami tersebut tetapi juga membuatnya menjadi produk yang lebih praktis untuk dipakai.

Bubuk jahe menggunakan rimpang jahe segar berkualitas tinggi dengan proses produksi. Selain itu, lebih baik mencuci jahe sebelum digunakan untuk menghilangkan debu dan kotoran lainnya. Selanjutnya, kupas jahe dan potong menjadi potongan kecil agar lebih mudah dikeringkan. Selain itu, proses pengeringan sangat penting karena kelembapan yang ada dapat memicu pertumbuhan jamur dan menurunkan kualitas. Metode pengeringan: Keringkan menggunakan oven, jemur di udara, atau dijemur di bawah sinar matahari.

Ada banyak kegunaan jahe bubuk dalam kehidupan sehari-hari. Jahe bubuk adalah rempah yang digunakan untuk memberi cita rasa pada masakan dan

memberikan aroma yang khas pada hidangan tersebut. Selain itu, jahe bubuk dapat diminum dalam bentuk minuman, seperti teh jahe, atau dicampur dengan zat lain untuk meningkatkan kesehatan. Yang pertama, dan mungkin manfaat terpenting jahe bubuk dibandingkan bentuk segarnya adalah: jahe bubuk bertahan lebih lama di rak daripada jahe segar (lebih efektif dalam mempertahankan rasa dan panas) selain itu, jahe bubuk jauh lebih mudah disimpan dan diukur, karena tidak setibin saat mengukur atau menyiapkan jahe mentah/segar tersebut.

Manfaat kesehatan dari jahe serbuk sangat beragam. Jahe dikenal memiliki sifat anti-inflamasi dan antioksidan, yang dapat membantu meredakan peradangan, mengurangi nyeri otot dan sendi, serta meningkatkan sistem kekebalan tubuh. Selain itu, jahe serbuk juga bermanfaat untuk pencernaan, membantu mengatasi masalah seperti mual, perut kembung, dan gangguan pencernaan. Beberapa penelitian juga menunjukkan bahwa konsumsi jahe secara teratur dapat membantu mengurangi risiko penyakit kronis, seperti diabetes dan penyakit jantung.

Meskipun jahe serbuk umumnya dianggap aman untuk dikonsumsi, penting untuk memperhatikan dosis yang tepat. Mengonsumsi jahe dalam jumlah yang berlebihan dapat menyebabkan efek samping, seperti iritasi lambung atau gangguan pencernaan. Sebaiknya, orang yang memiliki kondisi medis tertentu atau sedang mengonsumsi obat-obatan berkonsultasi dengan profesional kesehatan sebelum menambahkan jahe serbuk ke dalam pola makan mereka. Dengan pemahaman yang baik tentang manfaat dan penggunaan jahe serbuk, individu dapat memanfaatkan potensi kesehatan yang ditawarkan oleh rempah yang kaya khasiat ini.

2.2.3 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, pully, sabuk-V, rangka, mata pamarut dan bantalan.

2.2.4 Vacuum Pump

Vacuum Pump adalah peralatan yang digunakan untuk mengeluarkan udara atau gas dari ruang tertutup atau sistem, sehingga menghasilkan ruangan vakum (dengan tekanan lebih rendah daripada atmosfer). Ruangan vakum dapat digunakan pada beberapa aplikasi, baik dalam industri maupun di laboratorium. Tujuan utama menggunakan vacuum pump adalah untuk mengeluarkan atau menarik udara atau gas dari ruangan tersebut, yang sering kali diperlukan dalam proses pengolahan bahan, pengujian sistem, dan lain sebagainya. Kelebihan utama penggunaan vacuum pump adalah kinerjanya dalam menghasilkan ruang dengan tekanan lebih rendah.



Gambar 2. 2 *Vacuum Pump* Sumber : (Pribadi)

2.2.5 Motor Listrik

Motor listrik adalah alat untuk mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Alat yang berfungsi sebaliknya, mengubah energi mekanik menjadi energi listrik disebut generator atau dinamo. Motor listrik dapat ditemukan pada peralatan rumah tangga seperti kipas angin, mesin cuci, pompa air, penyedot debu, dan masih banyak lagi. Motor listrik yang umum digunakan di dunia Industri adalah motor listrik asinkron, dengan dua standar global yakni IEC dan NEMA. Motor asinkron IEC berbasis metrik (milimeter), sedangkan motor listrik NEMA berbasis

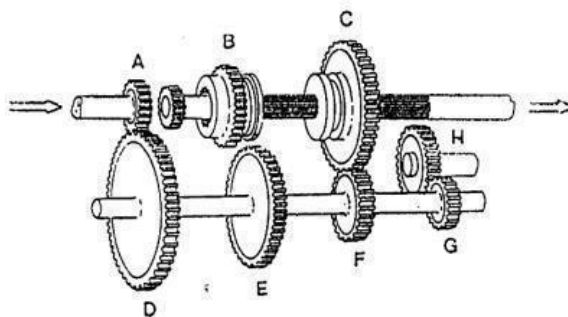
imperial (inch), dalam aplikasi ada satuan daya dalam horsepower (hp) maupun kiloWatt (kW). Pada alat ini menggunakan motor listrik sebagai penggerak utama dari mesin pemarkut limbah organik tersebut (“Motor listrik,” 2022).



Gambar 2. 3 Motor Listrik Sumber : (Pribadi)

2.2.6 Poros

Poros adalah salah satu komponen yang sangat penting dari setiap permesinan. Hampir semua mesin meneruskan suatu tenaga dengan menggunakan putaran, peranan transmisi yang sangat penting ini dipegang oleh poros. Poros untuk meneruskan daya diklasifikasikan menjadi poros transmisi (line shaft), spindle, gander (axle), poros (shaft) dan poros luwes (Sularso, 1994).



Gambar 2. 4 Motor Listrik Sumber :

(<http://ridomanik.blogspot.com/2013/08/perhitungan-diameter-poros-transmisi.html>)

2.2.7 Pulley

Puli merupakan sebuah mekanisme yang terdiri dari roda pada sebuah poros atau batang yang memiliki alur diantara dua pinggiran dan sekelilingnya. Sebuah tali, kabel, atau sabuk biasanya digunakan pada alur puli untuk memindahkan daya.

Puli digunakan untuk mengubah arah gaya yang digunakan, meneruskan gerak rotasi, atau memindahkan beban yang berat. System puli (*pulley*) dengan sabuk (*belt*) terdiri dua atau lebih puli yang dihubungkan dengan menggunakan sabuk. Sistem ini memungkinkan untuk memindahkan daya, torsi dan kecepatan, serta dapat memindahkan beban yang berat dengan variasi diameter yang berbeda.



Gambar 2. 5 Pulley : (Pribadi)

2.2.8 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)



Gambar 2. 6 V Belt : (Pribadi)

2.2.9 *Bearing*

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.).

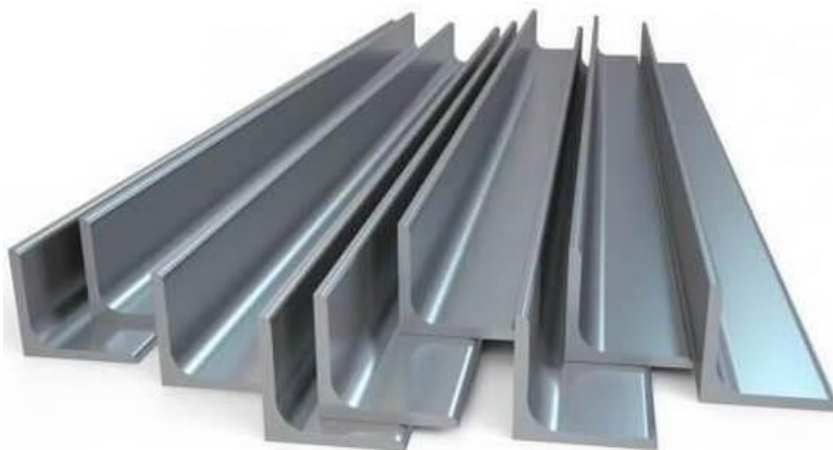
Fungsi dari bantalan yaitu untuk menumpu sebuah poros agar poros dapat berputar tanpa mengalami gesekan yang berlebihan. Bantalan harus cukup kuat untuk memungkinkan poros serta elemen mesin lainnya bekerja dengan baik. Tujuan dari bantalan balock untuk mengurangi gesekan rotasi dan mendukung radial dan aksial beban. Pada Proses Pembuatan Alat Dryer Extractor, akan Menggunakan Bearing UCF 205 sebagai Bearingnya dengan ukuran Diameter Lubang 22 mm



Gambar 2. 7 Bearing (Sumber: <https://koyo.jtekt.co.jp/en/2019/06/column01-01.html>)

2.2.10 Besi Siku

Adapun macam-macam besi konstruksi adalah salah satu jenis besi beton yang digunakan untuk konstruksi bangunan. Disebut besi hollow karena sesuai dengan namanya, besi ini berbentuk batangan berongga. Dengan penampang berbentuk segi empat, besi hollow juga disebut pipa kotak.



Gambar 2. 8 Besi Siku (Sumber: <https://e-katalog.lkpp.go.id/katalog/produk/detail/71894405?lang=id&type=general>)

2.2.11 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 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. 9 plat stainless steel 304

2.2.12 Multimeter

Multimeter merupakan alat pengukuran listrik yang berfungsi untuk mengukur lebih dari satu besaran listrik pada satu unit, yaitu volt, ampere, dan ohm. Selain itu, beberapa model multimeter juga bisa digunakan untuk menguji kontinuitas koneksi, dioda, transistor, frekuensi, dan kapasitansi (Maasud rana, 2016).



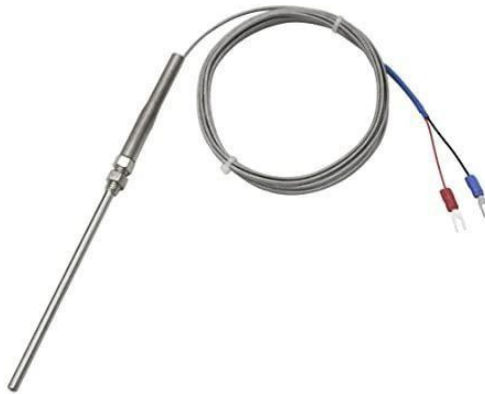
Gambar 2. 10 Multimeter Sumber: (Pribadi)

2.2.13 Thermocouple

Thermocouple adalah perangkat pengukur suhu yang menggunakan prinsip efek Seebeck, dimana terbentuknya arus listrik dikarenakan hubungan antara dua kawat logam yang berbeda di dua tempat yang mempunyai suhu yang berbeda pula.

Sistem ini akan menghasilkan suatu tanda tegangan yang dapat digunakan untuk mendeteksi suhu pada titik hubungan. Thermocouple adalah dua logam yang dihubungkan pada satu tempat yang disebut "hot junction" (titik pengukuran suhu), sedangkan ujung yang lainnya adalah pada suhu yang tetap, yang disebut "cold junction" atau "reference junction". Tegangan yang dihasilkan proporsional dengan selisih suhu dari kedua junction tersebut, dan dapat diukur untuk mendapatkan suhu dari hot junction.

Thermocouple telah menjadi salah satu perangkat pengukuran suhu yang sering dipakai dalam aplikasi-industri maupun ilmiah karena bisa mengukur suhu dari sangat dingin sampai sangat panas, tergantung pada jenis logam yang dipilih. Beberapa jenis thermocouple yang sering dipakai adalah Type K (Chromel-Alumel), Type J (Iron-Constantan), dan Type T (Copper-Constantan), dengan sifat serta jangkauan yang berbeda. Meskipun thermocouple ini bersifat responsif dan cukup murah, keakuratannya tidak tinggi dibandingkan dengan perangkat



Gambar 2. 11 Thermocouple

2.2.14 Vacuum Gauge

Vacuum gauge merupakan instrumen ukur yang digunakan untuk mengetahui tekanan yang ada di ruang hampa udara atau dalam sistem vakum. Ukuran tekanan dalam situasi seperti ini sangatlah penting karena penting bagi banyak aplikasi, mulai dari penelitian ilmiah sampai dengan proses industri, dimana lingkungan dengan tekanan rendah sangatlah dibutuhkan, contohnya produksi

semikonduktor atau vakuum coating. Vacuum gauge menggunakan berbagai prinsip pengukuran tekanan, yakni pengukuran perubahan resistansi elektrik, efek tekanan pada komponen mekanis, serta perubahan gaya yang dialami oleh permukaan sensor akibat benturan molekul gas tersebut. Banyak sekali tipe vacuum gauge yang digunakan, mulai dari mechanical vacuum gauge, thermocouple vacuum gauge sampai ionization vacuum gauge yang mempunyai prinsip kerja dan skala ukur tekanan yang berbeda-beda.



Gambar 2. 12 *Vacuum gauge* Sumber: (Pribadi)

2.2.15 *Regresi dan Koefisien Determinasi*

Regresi merupakan salah satu metode analisis statistik yang digunakan untuk mengetahui hubungan antara dua atau lebih variabel, sekaligus membentuk suatu model matematis yang dapat digunakan untuk memprediksi nilai suatu variabel berdasarkan variabel lainnya. Dalam penelitian teknik, analisis regresi sering dimanfaatkan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh variabel bebas (independent variable) terhadap variabel terikat (dependent variable). Sebagai contoh, pada penelitian mesin Dryer Extractor, regresi dapat digunakan untuk mengetahui hubungan antara suhu yang ditampilkan pada panel kontrol (display) dengan suhu aktual yang diukur menggunakan thermocouple. Hasil analisis regresi akan menghasilkan sebuah persamaan garis yang menunjukkan kecenderungan hubungan kedua variabel tersebut.

Apabila nilai variabel bebas meningkat dan diikuti oleh peningkatan variabel terikat, maka garis regresi akan memiliki kemiringan positif. Sebaliknya,

apabila peningkatan variabel bebas menyebabkan penurunan variabel terikat, maka garis regresi akan memiliki kemiringan negatif.

Pada analisis regresi linier sederhana, hubungan antara dua variabel dinyatakan dalam bentuk persamaan garis lurus:

$$Y = a + bX$$

Dengan keterangan bahwa **Y** merupakan variabel terikat (dependent variable), **X** merupakan variabel bebas (independent variable), **a** adalah konstanta atau titik potong garis regresi terhadap sumbu Y ketika nilai X sama dengan nol, sedangkan **b** adalah koefisien regresi atau kemiringan garis yang menunjukkan besarnya perubahan nilai Y untuk setiap perubahan satu satuan nilai X. Persamaan tersebut diperoleh melalui metode kuadrat terkecil, yaitu metode yang menghasilkan garis terbaik dengan jumlah kuadrat kesalahan (error) yang paling kecil antara nilai hasil pengamatan dengan nilai hasil prediksi.

Untuk mempermudah memahami hubungan regresi linier dan garis terbaik, berikut visualisasinya.

Selain menghasilkan persamaan regresi, analisis regresi juga menghasilkan koefisien korelasi (**R**) dan koefisien determinasi (**R²**). Koefisien korelasi digunakan untuk menunjukkan arah dan kekuatan hubungan antara dua variabel. Nilai **R** berada pada rentang -1 sampai +1. Nilai **R** yang mendekati +1 menunjukkan hubungan positif yang sangat kuat, artinya apabila nilai variabel bebas meningkat maka variabel terikat juga meningkat. Nilai **R** yang mendekati -1 menunjukkan hubungan negatif yang sangat kuat, sedangkan nilai **R** yang mendekati 0 menunjukkan bahwa hubungan linear antara kedua variabel sangat lemah atau bahkan tidak ada.

Koefisien determinasi (**R²**) merupakan kuadrat dari koefisien korelasi pada regresi linier sederhana. Nilai **R²** digunakan untuk menunjukkan seberapa besar kemampuan model regresi dalam menjelaskan variasi data. Dengan kata lain, koefisien determinasi menggambarkan persentase perubahan variabel terikat yang dapat dijelaskan oleh variabel bebas melalui model regresi yang digunakan. Nilai

R^2 berada pada rentang 0 sampai 1 atau dapat dinyatakan dalam bentuk persentase 0% sampai 100%. Semakin mendekati angka 1 atau 100%, maka model regresi semakin baik dalam menjelaskan hubungan kedua variabel.

Sebagai contoh, apabila hasil analisis diperoleh nilai $R = 0,9696$, maka hubungan antara suhu display dan suhu aktual termasuk kategori sangat kuat dan positif. Selanjutnya diperoleh nilai $R^2 = 0,9401$, yang berarti sekitar 94,01% perubahan suhu aktual dapat dijelaskan oleh suhu display. Sementara itu, sebesar 5,99% sisanya dipengaruhi oleh faktor lain, seperti toleransi sensor, kesalahan pembacaan alat ukur, kondisi lingkungan, maupun faktor eksperimental lainnya.

- **Cara Menghitung Regresi Secara Manual**

Persamaan regresi linier sederhana diperoleh menggunakan rumus:

$$Y = a + bX$$

dengan nilai koefisien regresi (**b**) dihitung menggunakan persamaan:

$$b = \frac{n\sum XY - \sum X \sum Y}{n\sum X^2 - (\sum X)^2}$$

Sedangkan nilai konstanta (**a**) dihitung menggunakan persamaan:

$$a = \frac{\sum Y - b\sum X}{n}$$

Keterangan:

- **X** = variabel bebas
- **Y** = variabel terikat
- **n** = jumlah data
- **$\sum XY$** = jumlah hasil perkalian X dan Y
- **$\sum X^2$** = jumlah kuadrat X

Setelah nilai **a** dan **b** diperoleh, maka persamaan regresi dapat dituliskan dalam bentuk:

$$Y = a + bX$$

- **Cara Menghitung Nilai Korelasi (R)**

Nilai koefisien korelasi Pearson dihitung menggunakan rumus:

$$R = \frac{n\sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{(n\sum X^2 - (\sum X)^2)(n\sum Y^2 - (\sum Y)^2)}}$$

Interpretasi nilai R yang umum digunakan adalah sebagai berikut:

Nilai R Interpretasi

0,00–0,19 Sangat lemah

0,20–0,39 Lemah

0,40–0,59 Sedang

0,60–0,79 Kuat

0,80–1,00 Sangat kuat

- **Cara Menghitung Koefisien Determinasi (R²)**

Koefisien determinasi diperoleh dengan mengkuadratkan nilai korelasi.

$$R^2 = (R)^2$$

Apabila ingin dinyatakan dalam bentuk persentase, digunakan persamaan:

$$\text{Koefisien Determinasi (\%)} = R^2 \times 100\%$$

Sebagai contoh:

- **Nilai R = 0,9696**

Maka:

$$R^2 = (0,9696)^2 = 0,9401$$

Dalam bentuk persentase:

$$0,9401 \times 100\% = 94,01\%$$

Artinya, 94,01% variasi data dapat dijelaskan oleh model regresi, sedangkan 5,99% dipengaruhi oleh faktor lain di luar model.