

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1. Tinjauan Pustaka

Tinjauan pustaka adalah kumpulan jurnal atau penelitian terdahulu yang berkaitan dengan penelitian yang akan dilakukan. Pengumpulan tinjauan pustaka dilakukan dengan mengumpulkan dan meninjau berbagai jurnal atau penelitian terdahulu yang berkaitan dengan permasalahan kualitas susu dan pemodelan. Hal ini digunakan untuk memberi referensi kepada peneliti dalam melakukan proses penelitian. Hasil ringkasan tinjauan pustaka dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Prasetyo, dkk (2021) melakukan penelitian kepada produksi kelapa sawit di PT. Perkebunan Nusantara I menggunakan metode regresi linear berganda. Penelitian ini dilakukan guna meramalkan dan meningkatkan perencanaan produksi kelapa sawit di masa yang akan datang. Dengan menggunakan variabel *predictor* berupa bulan, curah hujan, umur luas lahan, jumlah pokok, jumlah tandan, dan rerata berat. Dengan variabel terikat berupa hasil produksi kelapa sawit. Pada penelitian ini Prasetyo dkk. menggunakan data training sebesar 20% dari data. Hasil menunjukkan persamaan regresi linear yang didapat adalah $Y = -415337,95 + 1073,82208X_1 + 3736,68741X_2 + -15306,629X_3 + -621,89932X_4 + 11,7449262X_5 + 7,47948459X_6 + 33441,5621X_7$. Dari persamaan tersebut mendapatkan hasil *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) sebesar 14,28%.

Katempa, dkk (2017), melakukan penelitian pada Perkebunan Kopi di Kabupaten Manggarai, Nusa Tenggara Timur. Katempa dan Djoh melakukan penelitian ini karena permintaan pasar yang sedang meningkat dan sudah melakukan ekspor ke negara lain, namun produksi kopi cenderung menurun akibat dari faktor alam dan sistem yang digunakan. Dengan menggunakan variabel *predictor* tahun (x) atau periode pada masa lalu dan variabel terikat yaitu hasil produksi kopi (y). Penelitian ini menggunakan data predictor tahun 2011 hingga tahun 2015, dan akan mencari *forecasting* pada periode selanjutnya. Penelitian dilakukan menggunakan bantuan software *matlab* dan mendapatkan hasil pada tahun 2016 hingga 2018. Setelah melakukan penelitian, Katempa dan Djoh melakukan uji *Mean Square Error* (MSE) dan MAPE dan mendapatkan hasil sebesar 43,111% hingga 26,944% dan 20,001% hingga 12,500%.

Ceng Sri, dkk. (2021) melakukan penelitian pada produksi jagung di Desa Kayu Gadang, Sumatera Barat. Penelitian dilakukan menggunakan analisis regresi linear berganda dengan variabel prediktor berupa luas lahan, jarak lahan ke sumber air, panjang jarak tanam, lebar jarak tanam, dan jumlah pupuk selanjutnya. Variabel terikat yang digunakan adalah jumlah produksi di Desa Kayu Gadang. Pada analisis ini, mendapatkan persamaan linear $y = 6.71 + 0.000561 X_1 + 0.0116 X_2 + 0.00153 X_3 + 0.00026 X_4 + 0.0160 X_5$.

Karlina, dkk. (2023) melakukan penelitian pada peternakan ayam pedaging di PT. PX menggunakan linear berganda. Penelitian ini digunakan untuk melakukan estimasi hasil panen ayam pedaging yang nantinya dapat menentukan jumlah bibit yang diperlukan untuk memenuhi permintaan pasar. Variabel prediktor yang digunakan adalah pakan ayam, berat ayam, dan umur ayam dan variabel terikat yang digunakan adalah populasi ayam. Dari variabel tersebut, mendapatkan regresi linear $Y = 12212,01418 + 1,725752575 * X_1 + 0,136487104 * X_2 + 25,38721836 * X_3$ dan mendapatkan hasil MAPE dan RMSE dengan keakuratan baik.

Saragih (2020) melakukan penelitian memprediksi jumlah produksi kelapa sawit menggunakan metode regresi linear berganda pada perkebunan kelapa sawit milik PT. Padasa Enam Utama. Penelitian ini dilakukan dikarenakan ketidaktahuan asisten kebun dalam memprediksi hasil produksi dimasa yang akan datang, karena pengolahan data yang dilakukan masih menggunakan cara manual. Variabel prediktor yang digunakan adalah luas lahan, jumlah pokok panen, pupuk, jumlah pemanen, dan jumlah panen hasil produksi. Setelah melakukan analisis, MAPE yang dihasilkan adalah 12,408%.

Menurut Ciptady, dkk. (2022), suatu perusahaan yang bergerak pada bidang produksi kopi perlu untuk selalu mementingkan kualitas kopi agar dapat bersaing dengan berbagai kompetitor perusahaan lainnya. Untuk dapat menentukan kualitas kopi yang baik, perusahaan menggunakan analisa serta persepsi personal secara manual. Hal tersebut mengakibatkan perusahaan tidak dapat memenuhi permintaan pasar yang membutuhkan proses yang akurat dengan cepat. Maka dari itu, diperlukan sistem dengan bantuan teknologi untuk mengatasi permasalahan tersebut. Sistem tersebut berupa prediksi terkait penentuan kualitas biji kopi yang digunakan. Pada penelitian ini, digunakan data dari Coffee Quality Institute agar meningkatkan kualitas kopi dengan menggunakan algoritma

Random Forest. Algoritma tersebut dapat memprediksi kualitas kopi menjadi beberapa kategori, yaitu Below Standard, Exchange, Premium, dan Specialty Grade. Prediksi tersebut memiliki keakuratan sebesar 79%, yang dapat ditingkatkan menambah variabel yang relevan serta penyetelan parameter Random Forest (Ciptady, dkk., 2022)

Penelitian yang dilakukan oleh Pang, dkk. (2012) dilakukan dengan tujuan untuk mengembangkan metode objektif dalam menilai kualitas dari teh hitam Dianhong. Penelitian dilakukan dengan mengorelasikan properti aroma dengan data instrumen berdasarkan analisis regresi linear berganda. Hasil dari penelitian ini adalah ditemukan 39 senyawa yang dapat mempengaruhi aroma teh Dianhong. Model regresi linear berganda yang telah dikembangkan dapat menunjukkan kolerasi dari atribut sensori dengan komposisi kimia dari teh Dianhong dengan nilai R^2 yang telah disesuaikan lebih dari 0,95 untuk sebagian besar atribut, kecuali pada atribut resinous ($R^2 = 0,834$). Hal tersebut dapat membantu penilaian kualitas teh dengan objektif.

Menurut Rahmah, dkk. (2017), pada suatu perusa diperlukan pengendalian kualitas yang bertujuan untuk memastikan seluruh proses produksi berjalan dalam batas kendali. Selain itu, pengendalian kualitas juga diperlukan untuk meminimalisir terjadinya kerusakan produk yang dapat menyebabkan kerugian perusahaan. Penelitian dilakukan pada PT. Ultra Peternakan Bandung Selatan (UPBS) yang merupakan industri pangan yang memproduksi susu. Permasalahan yang terjadi pada perusahaan tersebut adalah jumlah produksi susu yang belum mencukupi kebutuhan konsumen PT. Ultrajaya Milk Industry dan memiliki tingkat kerusakan cukup tinggi sebesar 33,1%. Permasalahan tersebut berkaitan dengan kualitas susu yang dihasilkan banyak yang belum memenuhi standar baku yang ditetapkan. Pada penelitian ini, digunakan *tools* berupa *check sheet*, *pareto diagram*, *histogram*, diagram sebab-akibat, dan peta kendali P. Sedangkan metode yang digunakan adalah metode studi kasus dengan menggunakan wawancara dan observasi sebagai metode pengumpulan data. Hasil analisis dengan menggunakan *tools* menunjukkan bahwa kerusakan terbesar terjadi karena kurangnya kadar lemak (R1) sebesar 82,62%, yang disebabkan oleh pakan dan faktor lingkungan seperti iklim dan udara yang ditunjukkan pada diagram analisis sebab-akibat. Sedangkan, pada peta kendali P, ditunjukkan bahwa kualitas produk susu masih dalam batas kendali yang ditentukan. Namun demikian, PT. Ultra Peternakan Bandung Selatan (UPBS) masih belum dapat

Industri pengolahan susu memiliki peran penting dalam penyediaan fasilitas untuk kecukupan gizi masyarakat. Namun, konsumsi susu di Indonesia masih cukup rendah, dengan rata-rata hanya 7-8 liter per kapita per tahun, jauh lebih rendah dibandingkan dengan negara-negara ASEAN lain yang mencapai lebih dari 20 liter per kapita per tahun. Produksi susu olahan pada tahun 2012 mencapai 556.000 ton (setara dengan 1,79 juta ton susu), dengan produk pengolahan berupa susu bubuk, susu kental manis, dan susu evaporasi (UHT/Pasteurisasi/Sterilisasi). Saat ini, industri susu menengah dan kecil yang umumnya memproduksi susu berbasis penggunaan susu segar lokal mulai tumbuh. Namun, untuk memproduksi secara optimal, industri pengolahan susu harus mengimpor sekitar 70 persen bahan baku yang dibutuhkan. Untuk memenuhi kebutuhan susu masyarakat dengan harga yang terjangkau, harus ada dukungan dari sektor-sektor utama terkait usaha peternakan sapi perah di negara tersebut. Oleh karena itu, usaha peternakan sapi perah di negara tersebut perlu mendapatkan perhatian intensif agar dapat secara bertahap memenuhi kebutuhan bahan baku industri susu di dalam negeri. Penelitian ini adalah pemodelan kebijakan sistem dinamis untuk mengevaluasi dan memberikan rekomendasi untuk skenario kebijakan baru untuk industri pengolahan susu. Perkiraan kebutuhan konsumen PT. Ultrajaya Milk Industry.

Penelitian oleh Sukma (2014) dilakukan pada PT. Nandhi Murni Baru yang merupakan suatu perusahaan yang bergerak pada produksi susu dengan skala menengah. Permasalahan yang terjadi pada perusahaan tersebut adalah produktivitas yang tidak optimal dan kualitas produk yang belum dapat bersaing dengan pesaing lokal lainnya. Menurut Sukma (2014), perusahaan perlu memperbaiki sektor yang krusial agar dapat meningkatkan kinerja dan daya saing. Pada penelitian ini, dikembangkan model yang mencakup berbagai sistem yang saling berkaitan, seperti peningkatan kualitas, produktivitas, beban biaya, investasi, pendapatan perusahaan, dan persaingan pasar. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa PT. Nandhi Murni Baru perlu meningkatkan investasi pada teknologi dan fasilitas produksi.

Tabel 2. 1. Ringkasan Tinjauan Pustaka

No.	Peneliti	Judul	Objek Penelitian	Permasalahan	Metode	Hasil penelitian
1.	Adhiva, dkk (2020)	Prediksi Produksi Kelapa Sawit Menggunakan Metode Regresi Linier Berganda	PT. Perkebunan Nusantara I	PT. Perkebunan Nusantara I adalah salah satu perusahaan Kelapa Sawit BUMN terbesar dan membutuhkan model <i>Machine learning</i> untuk memprediksi hasil produksi di masa depan	Regresi Linear Berganda	PT. Perkebunan Nusantara I berhasil melakukan pengembangan dalam memprediksi jumlah produksi kelapa sawit dengan metode Regresi Linear Berganda dengan hasil <i>Mean Absolute Percentage Error</i> (MEAN) sebesar 14,28%
2.	Katamba and Djoh (2017)	Prediksi Tingkat Produksi Kopi Menggunakan Regresi Linear	Perkebunan Kopi di Kabupaten Manggarai, Nusa Tenggara Timur	Meningkatnya permintaan dari konsumen, menyebabkan para petani harus memenuhi kebutuhan konsumennya. Namun terdapat faktor alam dan sistem yang digunakan.	Regresi Linear	Prediksi produksi kopi menghasilkan <i>Mean Mean Absolute Percentage Error</i> (MAPE) sebesar 20,001%

Tabel 2.1. Lanjutan

No.	Peneliti	Judul	Objek Penelitian	Permasalahan	Metode	Hasil penelitian
3.	Yunita, dkk (2021)	Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Produksi Jagung di Desa Kayu Gadang Menggunakan Analisis Regresi Linier Berganda	Perkebunan jagung di Desa Kayu Gadang, Sumatera Barat	Hasil produksi jagung kurang produktif karena kurangnya pengetahuan masyarakat pada faktor yang mempengaruhi produksi jagung.	Regresi Linear Berganda	Faktor yang mempengaruhi produksi jagung di Desa Kayu Gadang diantaranya adalah luas lahan, jarak lahan ke sumber air, panjang jarak tanam, dan pupuk. Hasil dari penelitian ini adalah model regresi linear sebagai berikut. $\ln y = 6.61 + 0.000561 X_1 + 0.0117 X_2 + 0.00152 x_3 + 0.0160 X_5$
4.	Andia, dkk (2024)	Estimasi Hasil Panen Ayam Pedaging Menggunakan Algoritma Regresi Linear Berganda	Peternakan PT. PX	Permintaan ayam pedaging yang selalu meningkat menyebabkan peternak bingung dalam menentukan jumlah bibit yang harus disiapkan.	Regresi Linear Berganda	Terdapat variabel dependen yaitu populasi ayam dan variabel independen yaitu pakan ayam, berat ayam, dan umur ayam dengan hasil MAPE dan <i>Root Mean Square Error (RMSE)</i> yang memuaskan
5.	Saragih (2021)	Penerapan Data Mining Untuk Memprediksi Jumlah Produksi Kelapa Sawit Menggunakan Metode Regresi Linear Berganda	Perkebunan kelapa sawit di PT. Padasa Enam Utama	Jumlah hasil panen produksi di PT. Padasa Enam Utama tidak diketahui apakah meningkat atau menurun	Regresi Linear Berganda	Hasil belum memuaskan dengan MAPE sebesar 12,308%. Dapat menggunakan metode lain seperti Fuzzy Time Series.

Tabel 2.1. Lanjutan

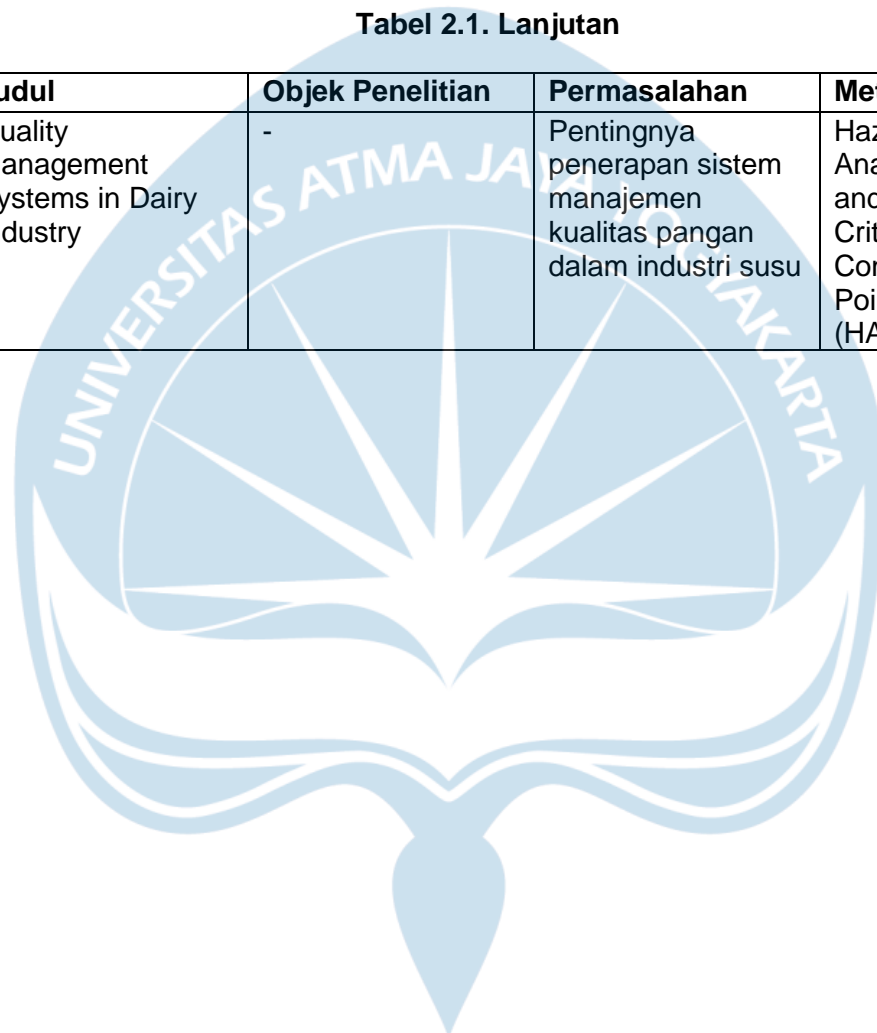
No.	Peneliti	Judul	Objek Penelitian	Permasalahan	Metode	Hasil penelitian
4.	Ciptady, dkk (2022)	Prediksi Kualitas Kopi Dengan Algoritma Random Forest Melalui Pendekatan Data Science	-	Perusahaan yang bergerak dibidang produksi kopi, selalu mementingkan kualitas kopi untuk menghasilkan produk yang dapat bersaing dengan kompetitor lainnya.	Random Forest	Hasil menunjukkan akurasi algoritma random forest dalam memprediksi kualitas kopi sebesar 79%
5.	Pang, dkk (2012)	Development of regression model to differentiate quality of black tea (Dianhong): correlate aroma properties with instrumental data using multiple linear regression analysis	-	Melakukan pengembangan terhadap tingkatan level teh hitam.	Regresi Linear Berganda	Hasil penelitian menunjukkan berhasil terhadap aroma dan memiliki RSME seluruhnya <0,18

Tabel 2.1. Lanjutan

No.	Peneliti	Judul	Objek Penelitian	Permasalahan	Metode	Hasil penelitian
6.	Rahmah dan Pawitan (2018)	Aplikasi Statistical Process Control (SPC) Dalam Pengendalian Kualitas Produk Susu di PT. Ultra Peternakan Bandung Selatan	PT. Ultra Peternakan, Bandung Selatan	Pengendalian Kualitas Produksi Susu	Statistical Process Control	Persentase kerusakan setiap produksi mencapai 33,1%
7.	Ramadhan (2014)	Pemodelan Sistem Industri Pengolahan Susu Kud Nandhi Murni	Kud Nandhi Murni	produktivitas yang tidak optimal dan kualitas produk yang belum dapat bersaing dengan pesaing lokal lainnya.		PT. Nandhi Murni Baru perlu meningkatkan investasi pada teknologi dan fasilitas produksi
8.	Yuliyarto, dkk (2014)	Analisis Quality Control Pada Produksi Susu Sapi di CV Cita Nasional Getasan Tahun 2014	CV Cita Nasional	Adanya kerusakan selama proses produksi	Statistical Quality Control dan Statistical Process Control	Masalah utama kerusakan ada pada kemasan yang bocor dan pada masalah distribusi, sehingga CV. Cita Nasional perlu fokus pada perbaikan Quality Control

Tabel 2.1. Lanjutan

No.	Peneliti	Judul	Objek Penelitian	Permasalahan	Metode	Hasil penelitian
9.	Ozlem dan Gulsunoglu (2012)	Quality Management Systems in Dairy Industry	-	Pentingnya penerapan sistem manajemen kualitas pangan dalam industri susu	Hazzard Analysis and Critical Control Points (HACCP)	Pentingnya menerapkan sistem keamanan dan jaminan kualitas pangan, serta penerapan HACCP yang dimodifikasi dapat menghasilkan produk-produk berkualitas

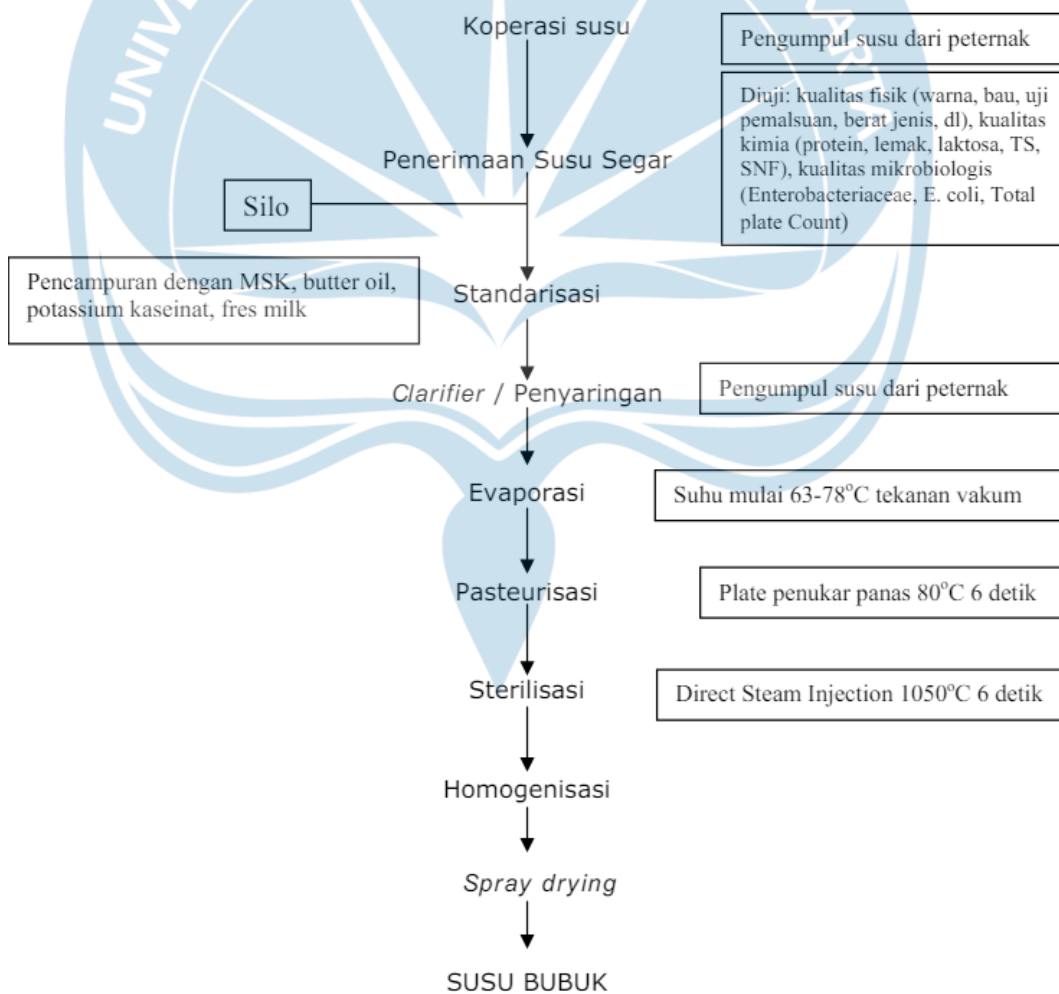


2.2. Dasar Teori

Salah satu hal terpenting dari sebuah bisnis adalah proses operasi yang perlu dilakukan sesuai dengan standar yang ada, sehingga menghasilkan hasil akhir yang memuaskan sesuai dengan standar kualitas yang ada. Banyaknya variasi produk dan variasi mesin yang digunakan di industri, menyebabkan perbedaan hasil dari masing-masing mesin. Maka dari itu, diperlukan sebuah analisis untuk dapat memperkirakan hasil produksi dengan proses produksinya.

2.2.1. Proses Produksi Susu

Proses produksi susu atau biasa disebut dengan teknologi susu adalah sebuah proses pengolahan susu segar menjadi susu olahan dengan berbagai macam variasi. Pada Gambar 2.1, dapat dilihat proses umum pengolahan susu mulai dari susu segar hingga menjadi bubuk susu.



Gambar 2. 1. Proses Produksi Susu (Eniza, 2004)

Proses pertama yang dilakukan setelah menerima susu dari pengumpul susu adalah standarisasi. Standarisasi adalah pencampuran susu dengan zat-zat tertentu seperti MSK, Butter Oil, Potassium Kaseinat, dan lainnya sesuai dengan standar susu yang akan dibuat. Selanjutnya adalah tahap penyaringan, tahap penyaringan adalah tahap untuk memisahkan debu-debu, pasir, bulu, dan lainnya agar dapat terpisah dari susu.

Tahap selanjutnya adalah evaporasi, tahap ini adalah memvakum susu dengan suhu antara 63-87 derajat celcius, hal ini digunakan untuk mengurangi kadar air yang berada dalam susu untuk mempersiapkan sebelum masuk ke *spray drying*. Selanjutnya adalah pasteurisasi dan sterilisasi, hal ini digunakan untuk mengurangi bakteri jahat atau patogen yang ada pada kandungan susu.

Tahap setelahnya adalah Homogenisasi, tahap homogenisasi adalah tahap untuk menyeragamkan seluruh kandungan pada susu dengan memecah material-material dalam susu dalam tekanan besar dengan celah sempit. Setelah melakukan homogenisasi, tahap selanjutnya adalah *spray drying*. Tahap ini adalah tahap untuk menjadikan cairan susu yang sudah di homogenisasi menjadi bubuk. Tahap ini menggunakan suhu dan tekanan yang sangat tinggi.

2.2.2. Peramalan

Peramalan adalah proses pemanfaatan data untuk memperkirakan sebuah kejadian dimasa yang akan datang dan dapat melakukan tindakan atau pencegahan untuk sesuatu yang terjadi. Terdapat berbagai jenis peramalan yang digunakan. Diantaranya adalah regresi linear, regresi linear berganda, *exponential smoothing*, *moving average*, *weighted moving average*, dan masih banyak lagi.

Sudah sangat banyak dilakukan penelitian untuk melakukan prediksi kualitas produksi yang dilakukan menggunakan pendekatan data, seperti melakukannya dengan metode *forecasting*, *deep neural network*, *Machine learning* dan masih banyak lagi.

Regresi linear adalah analisis yang dilakukan untuk melihat korelasi/hubungan antar variabel. Syarat untuk melakukan regresi linear adalah sampel yang diambil secara acak, dan nilai terdistribusi normal. Sedangkan, regresi linear berganda adalah regresi linear yang menggunakan lebih dari 1 variabel independen, sehingga akan lebih dari satu yang mempengaruhi variabel dependen.

Peramalan *Exponential smoothing* adalah suatu teknik peramalan rata-rata bergerak yang menimbang data masa lalu sehingga data paling akhir memiliki

bobot paling besar. Metode ini membutuhkan periode waktu dalam penggunaannya. Sedangkan *moving average* adalah metode peramalan dari data masa lampau, yang dirata-ratakan dengan total jumlah data yang ada. Metode ini lebih tepat apabila digunakan dalam data yang memiliki kurun waktu.

2.2.3. Food Quality

Kualitas adalah salah satu parameter terpenting dalam dunia teknik maupun non teknik. Menurut Tjiptono (2000) kualitas diartikan sebagai gambaran dari sebuah produk dari berbagai sisi dan sudut pandang, untuk memenuhi keinginan *customer*. Baik buruknya sebuah produk akan dinilai dari kualitas produk tersebut. Pengertian kualitas menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) adalah tingkat baik buruknya sesuatu, atau biasa disebut juga dengan mutu. Sehingga kualitas adalah faktor terpenting yang harus dijaga dan selalu ditingkatkan oleh perusahaan manapun.

Kualitas pada susu dapat diukur dari banyak parameter, baik itu rasa, warna bubuk susu, warna susu, dan masih banyak lagi. Pada saat ini penulis akan berfokus pada tiga hal yaitu *Foam*, *White flakes number (WFN)*, dan *Reconstitution*.

Foam atau busa adalah parameter susu yang biasa digunakan di berbagai perusahaan susu di dunia. *Foam* akan dinilai dari tinggi busa yang muncul saat susu di kocok selama beberapa detik. *White flakes number (WFN)* adalah parameter kualitas susu yang menunjukkan bintik bintik putih pada susu. Cara untuk mengukur parameter ini adalah dengan membuat susu bubuk lalu disaring menggunakan penyaring berukuran mikro. *Reconstitution* adalah salah satu parameter yang dapat menentukan sulit/mudahnya bubuk susu larut dalam air. Pengukuran ini dapat dilakukan dengan cara melakukan penyaringan bubuk susu dengan penyaring berukuran makro.

Setiap perusahaan memiliki standar sendiri untuk mengukur parameter-parameter sifat fisik bubuk susu yang menjadi salah satu kualitas susu. Pada PT. ABC. Parameter *foam* memiliki nilai baik maksimal 30, *WFN* memiliki nilai baik minimal 170, dan *Reconstitution* memiliki nilai maksimal 3.

2.2.4. Regresi

Menurut Kurniawan (2008) Regresi adalah metode yang digunakan untuk menunjukkan hubungan antara variabel respon dengan variabel prediktor. Menurut Montgomery (2012) Analisis regresi adalah teknik statistika yang digunakan untuk

menginvestigasi dan memodelkan hubungan antar variabel, dan penggunaannya dapat digunakan di berbagai bidang seperti teknik, fisika, ekonomi, dan lainnya. Analisis regresi memiliki beberapa kegunaan, diantaranya adalah.

- a. Deskripsi suatu fenomena
- b. Mengontrol
- c. Memprediksi

Terdapat beberapa tahap yang perlu dilakukan untuk memastikan data dapat digunakan menggunakan analisis regresi. Hal ini dapat dilakukan dengan melakukan beberapa pengujian yaitu.

- a. Uji Normalitas
- b. Uji Linearitas
- c. Uji multikolinearitas
- d. Uji heteroskedastisitas
- e. Uji autokorelasi (khusus untuk data time series)

Secara umum terdapat dua jenis analisis regresi yaitu analisis regresi linear dan analisis regresi nonlinear Sofita, (2015). Analisis regresi linear adalah suatu analisis yang mempelajari keterkaitan satu variabel terikat dan variabel bebas. Regresi linear dapat membentuk hubungan antara variabel ikat dan variabel bebas secara linear. Berbeda dengan regresi linear, analisis regresi non linear adalah analisis yang dilakukan untuk mencari hubungan non linear antar variabel terikat dan variabel bebas.

Berikut adalah jenis regresi linear.

- a. Regresi Linear Sederhana

Analisis regresi linear sederhana adalah analisis regresi yang paling biasa dilakukan, analisis ini adalah analisis berdasarkan variabel prediktor, terdapat satu variabel prediktor dan satu variabel respon. Berikut adalah model umum dari regresi linear sederhana.

$$y = a + bx \quad (2.1)$$

y = Variabel Respon

a = konstanta (intersep)

b = konstanta regresi

x = Variabel Prediktor

- b. Regresi Linear Berganda

Analisis regresi linear berganda adalah analisis regresi yang paling biasa dilakukan, analisis ini adalah analisis berdasarkan variabel prediktor, terdapat dua atau lebih variabel prediktor dan satu variabel respon. Berikut adalah bentuk model umum dari regresi linear berganda.

$$y = a + b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_nx_n \quad (2.2)$$

y = Variabel Respon

a = konstanta (intersep)

b_n = konstanta regresi

x_n = Variabel Prediktor

Berikut adalah jenis regresi non linear

1. Regresi Parabola

Regresi parabola pada umumnya digunakan untuk variabel bebas dalam bentuk waktu. Regresi Parabola adalah regresi dengan polinum pangkat dua. Berikut adalah persamaan dari regresi parabola.

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1X + \beta_2X^2 + \varepsilon_i \quad (2.3)$$

Y_i = Variabel Reseptor

β_n = Koefisien regresi

X = Variabel Prediktor

X^2 = Nilai Kuadrat Variabel Prediktor

ε_i = Nilai eror

2. Regresi Parabola Kubik

Regresi parabola kubik adalah regresi yang mirip dengan regresi parabola, dan dapat digunakan dalam bentuk waktu. Namun regresi parabola kubik adalah regresi dengan polinum hingga pangkat tiga. Berikut adalah persamaan regresi parabola kubik.

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1X + \beta_2X^2 + \beta_3X^3 + \varepsilon_i \quad (2.4)$$

Y_i = Variabel Reseptor

β_n = Koefisien regresi

X = Variabel Prediktor

X^n = Nilai Pangkat Variabel Prediktor

ε_i = Nilai eror

3. Regresi Polinum Pangkat k ($k \geq 2$)

Regresi polinum pangkat $k \geq 2$ adalah regresi yang sama dengan regresi parabola dan parabola kubik. Regresi ini biasa digunakan dalam bentuk *time series* dan memiliki pangkat lebih dari dua. Berikut adalah persamaan umum dari regresi polinum pangkat $k \geq 2$.

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X + \beta_2 X^2 + \beta_3 X^3 + \dots + \beta_k X^k + \varepsilon_i \quad (2.5)$$

Y_i = Variabel Respon

β_n = Koefisien regresi

X^n = Nilai Pangkat Variabel Prediktor

ε_i = Nilai eror

4. Regresi Eksponensial

Regresi eksponensial adalah regresi yang variabel terikatnya terdistribusi eksponensial. Model regresi ini banyak digunakan dan memiliki peranan penting dalam berbagai bidang. Berikut adalah persamaan regresi eksponensial.

$$Y_i = \beta_0 e^{\beta_1 X_i} \cdot \varepsilon_i \quad (2.6)$$

Y_i = Variabel Respon

β_n = Koefisien regresi (intersep)

$e^{\beta_1 X_i}$ = Fungsi Eksponensial

ε_i = Nilai eror

5. Regresi Geometrik

Regresi geometri adalah regresi yang menghubungkan antar variabel independen dan variabel dependen yang hubungannya tidak linear dan membentuk geometris tertentu. Berikut adalah persamaan dari regresi geometrik.

$$Y_i = \beta_0 + X^{\beta_1} \quad (2.7)$$

Y_i = Variabel Respon

β_n = Koefisien regresi (intersep)

X = Variabel Prediktor

6. Regresi Logistik

Regresi logistik adalah salah satu metode regresi non linear yang dimana variabel responnya bersifat kategorik, dan variabel penjelasnya bersifat kategorik dan kontinu. Berikut adalah persamaan dari regresi logistik.

$$Y_i = \frac{1}{\beta_0 \beta_1^X} \quad (2.8)$$

Y_i = Variabel Respon

β_0 = Koefisien regresi (intersep)

β_1 = koefisien regresi

x = Variabel Prediktor

7. Regresi Hiperbola

Regresi hiperbola adalah regresi yang menghubungkan antar variabel independen dan dependen yang membentuk kurva hiperbolik. Berikut adalah persamaan regresi hiperbola.

$$Y_i = \frac{\beta_0}{\beta_1 X} \quad (2.9)$$

Y_i = Variabel Respon

β_0 = Koefisien regresi (intersep)

β_1 = koefisien regresi

x = Variabel Prediktor

2.2.5 Akurasi Peramalan

Dalam melakukan sebuah peramalan, tentu saja harus ada pengukuran performansi. Terdapat 3 jenis akurasi yang normal dilakukan yaitu *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE), *Mean Squared Error* (MSE), dan *Mean Absolute Deviation* (MAD). Akurasi peramalan ini akan menunjukkan tingkat kepercayaan kita terhadap peramalan yang akan digunakan di masing-masing data.

MAPE adalah error yang menggunakan kesalahan pada tiap periode pada peramalan lalu dibagi dengan dengan nilai observasi aktual. Menurut Novita, Dkk. (2022), untuk mengukur ketetapan kualitas sebuah metode peramalan model regresi dapat menggunakan *Mean Absolute Percentage Error*., MAPE dapat dihitung dengan rumus

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{P_t - A_t}{P_t} \right| \times 100\% \quad (2.10)$$

Pada Gambar 2.2, dapat diketahui *range* untuk menentukan nilai MAPE.

No	Range MAPE	Deskripsi
1	< 10 %	Kemampuan Peramalan Sangat Baik
2	10 – 20 %	Kemampuan Model Peramalan Baik
3	20 – 50 %	Kemampuan Model Peramalan Layak
4	>50 %	Kemampuan Model Peramalan Buruk

Gambar 2. 2. Range Nilai MAPE

MAD adalah metode untuk menghitung rata rata kesalahan mutlak. Berikut adalah rumus dari MAD.

$$MAD = \frac{\sum |y_i - \hat{y}_i|}{n} \quad (2.11)$$

MSE adalah rata rata kesalahan kuadrat antara nilai aktual dengan nilai peramalan. Berikut adalah rumus dari MSE.

$$MSE = \frac{\sum_{t=1}^n (A_t - F_t)^2}{n} \quad (2.12)$$

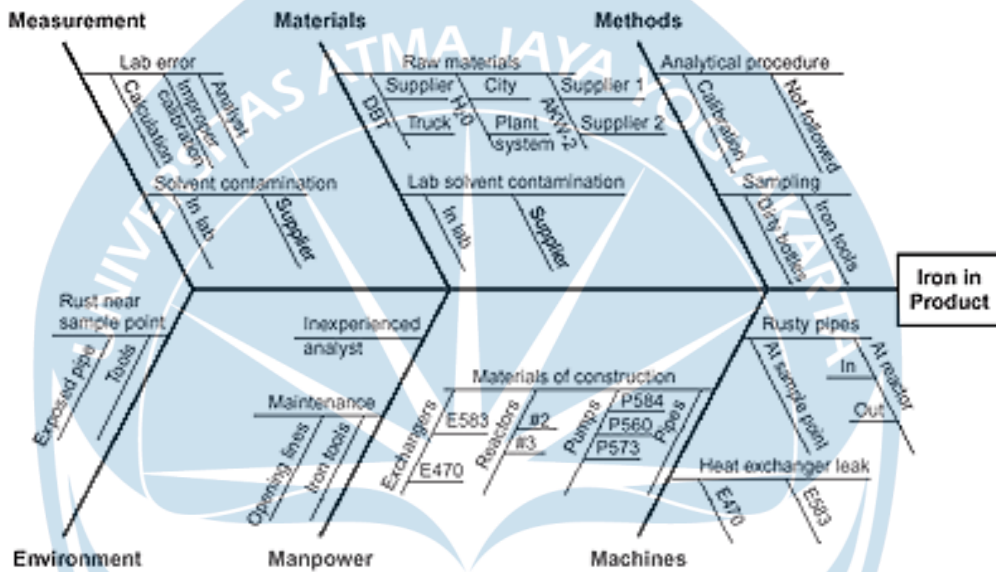
Dalam penerapannya, nilai MSE yang baik adalah yang relatif kecil. Semakin kecil nilai MSE, semakin baik keakuratannya dalam memprediksi bilangan numerik. Nilai MSE juga dapat didapat menggunakan nilai residual, hal ini dikarenakan adanya persamaan .

$$RSE = \sqrt{MSE} \quad (2.13)$$



2.2.6. Fishbone Diagram

Fishbone diagram adalah salah satu *tools* untuk mencari akar masalah dari suatu masalah yang ada. Diagram *Fishbone* adalah sebuah metode yang digunakan untuk memecahkan sebuah masalah dengan analisis sebab akibat dari sebuah keadaan, dan divisualisasikan dalam bentuk tulang ikan (Fajaranie, 2022). Biasanya *Fishbone* diagram akan mencari akar masalah berdasarkan 4M yaitu *Man, Machine, Method, Material* dan akan dicari akar masalahnya. Contoh dari *Fishbone* diagram dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3. Penjelasan *Fishbone* Diagram


Melalui *fishbone diagram*, dapat dicari akar akar masalah yang mungkin menyebabkan timbulnya satu masalah tersebut.

2.2.7. Interrelationship Diagram




Interrelationship diagram adalah sebuah alat untuk menemukan masalah yang memiliki kompleksitas yang tinggi (Kusnadi, 2012). Alat ini digunakan untuk membantu hubungan antar masalah yang berhubungan sebab-akibat. Simbol-simbol yang digunakan dari *Interrelationship* digaram padat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2. Simbol *Interrelationship* Diagram

Simbol	Arti
--------	------

	Isu
---	-----

Tabel 2.2. Lanjutan

Simbol	Arti
	Sebab
	Akar Masalah
	Hubungan sebab-akibat

