

## **BAB II**

### **DASAR TEORI**

#### **1.1 Tinjauan Pustaka**

Menurut Ritonga dan Purwaningsih (2018) metode *support vector machine* (SVM) merupakan metode klasifikasi yang lebih baik dari metode konvensional karena menggunakan metode klasifikasi *supervised learning*. Metode SVM adalah algoritma yang dalam prosesnya menggunakan pendataan *non-linear* untuk merubah data perekaman asli menuju ruang dimensi yang lebih tinggi. Dalam penelitiannya dilakukan percobaan untuk memperoleh model klasifikasi pada kualitas hasil dari pengelasan SMAW pada dunia industri. Penelitian ini menggunakan data dari penelitian sebelumnya yang didapat dari bulan Maret 2018 hingga bulan Mei 2018. Hasil dari penelitian ini menunjukkan akurasi sebesar 96,2% yang didapatkan menggunakan *kernel* fungsi kuadrat pada hasil pengujian model, dan akurasi sebesar 98% yang ditunjukkan pada pengujian dari data uji.

Penelitian mengenai identifikasi keausan bantalan menggunakan metode *support vektor machine* (SVM) dilakukan Adi dan Suwarmin (2017) dengan meneliti 4 kasus berbeda. Dari keempat kasus yang diteliti menunjukkan hasil model pada bantalan *koyo outer race* dengan *inner race* yang mengalami keausan menunjukkan data *Ball Pass Frequency Outer Race* (BPFO) yang muncul jumlahnya sedikit dan tidak mengumpul. Data tersebut menandakan bantalan pada *outer race* tidak menunjukkan gejala keausan. Data normal dengan warna merah gelap timbul sedikit yang menunjukkan bantalan pada kondisi ini baiknya diganti karena mendekati batas pemakaian. Selain itu didapatkan juga hasil bahwa, metode terbaik untuk mendeteksi keausan pada bantalan dari beberapa metode SVM yang digunakan adalah *Fine Gaussian* SVM. Karena memiliki tingkat akurasi yang tinggi sebesar 83% dengan nilai  $K\text{-fold} = 10$ . Data baru yang dideteksi didapatkan hasil keakuratan 91.9% pada klasifikasi koyo aus *inner race* dan 95% pada *outer race*, keakuratan 94.2% pada klasifikasi Timken aus *outer race*, dan keakuratan 93.5% pada klasifikasi Timken cacat lokal *outer race*.

Penelitian dengan SVM juga dilakukan oleh Fathurrohman dkk, (2019) untuk melakukan diagnosis kesalahan pada bantalan bola dengan Empat jenis kondisi yaitu bantalan normal, bantalan cacat lintasan dalam, bantalan cacat pada bola, dan bantalan cacat lintasan luar. Data diukur berdasarkan sinyal getaran dengan akuisisi data menggunakan *sampling rate* 20 kHz pada kecepatan 1400 RPM. Parameter statistik yang digunakan adalah *Variance*, *RMS*, Standar Deviasi, *Crest Factor*, *Skewness*, *Shape Factor*, *Kurtosis*, *Log Energy Entropy* dan *Sure Entropy*. Hasil penelitian menunjukkan fungsi kernel terbaik adalah RBF dengan parameter  $C = 1$ . Akurasi model pelatihan dengan kernel tersebut adalah 98,93% dan keakuratan data pengujian adalah 97,5%.

Penelitian lain juga dilakukan oleh Gunawan dkk, (2014) yang bertujuan untuk mengembangkan sistem klasifikasi 4 jenis kayu yang dipasarkan di Indonesia menggunakan metode *support vector machine* (SVM) yang berbasis citra. Penelitian ini menggunakan teknik ekstraksi ciri yaitu *two-dimensional principal component analysis* (2D-PCA). Dari 120 kali percobaan yang dilakukan dengan 96 data citra, 4 jenis kayu tersebut menunjukkan keakuratan 95.83% pada *kernel polynomial*.

Dibidang Pendidikan, *support vector machine* (SVM) juga dapat digunakan untuk akreditasi data SD di Magelang dengan konsep *hyperplane search* yang dapat mengklompokkan data sesuai kelas. Dari 337 data yang diajukan didapatkan keakuratan 100% dengan fungsi *kernel gaussian radial basic function* (RBF). Sedangkan pada fungsi *kernel Polynomial* didapatkan keakuratan sebesar 98,81%. Pada percobaan lain dengan 82 data *testing* didapatkan keakuratan klasifikasi sebesar 93,9% dengan *kernel Gaussian* RBF dan akurasi sebesar 92,68% pada fungsi *kernel polynomial* (Octaviani dkk, 2014).

Menggunakan konsep metode *support vector machine* (SVM) yaitu mencari fungsi pemisah optimal untuk mengklompokkan dua jenis data dari dua tingkatan berbeda. Dilakukan percobaan analisa kemampuan metode SVM untuk melakukan diagnosa penyakit Hepatitis. Analisis kemampuan metode dilakukan dengan pengujian data uji menggunakan kedua *kernel* dari data *training* yaitu 100 data positif dan 100 data negatif. Hasil dari percobaan tersebut adalah, pada fungsi

*kernel linier* didapatkan persentase benar 68-83% dan pada fungsi *kernel* RBF sebesar 70-96%. Dari data tersebut disimpulkan bahwa metode SVM dapat melakukan diagnosa penyakit hepatitis karena menunjukkan keakuratan yang cukup tinggi terutama pada fungsi *kernel* RBF (Munawarah dkk, 2016).

Didunia bisnis SVM juga digunakan pada penelitian yang dilakukan Sucipto dan Zyen (2017) untuk meningkatkan akurasi prediksi nilai tukar mata uang asing dalam bisnis forex (*Foreign Exchange*) dengan metode *support vector machine* (SVM). Data yang digunakan adalah data nilai tukar yang didapat dari PT. Cab Masa Depan Untung Terbaik Surabaya menggunakan data terbaru dari mata uang Euro ke Dolar AS. Data diambil permenit mulai pukul 09.51 pada tanggal 12 Mei 2016 hingga pukul 12: 30 pada tanggal 13 Mei 2016 berjumlah 1689 dataset. Dataset yang diambil didapatkan akurasi prediksi sebesar 97,86%.

Parameter statistik yang digunakan pada domain waktu untuk klasifikasi berdasarkan beberapa penelitian sebelumnya dapat dilihat pada Tabel 2.1.

**Tabel 2.1** Parameter Statistik Domain Waktu

<b>Tahun</b>	<b>Author (s)</b>	<b>Objek</b>	<b>Metode</b>	<b>Parameter Statistik</b>
				<i>Mean, Median, Standard Deviation, Standard</i>
2010	Sakhtivel, dkk	Pompa Sentrifugal	SVM	<i>Error, Variance, Skewness, Kurtosis, SUM, Range, Minimum, Maximum</i>
2010	Perdana, dkk	Jantung	Wavelet	<i>SNR dan SINAD</i>
2015	Mahendra, dkk	Kayu	Ekstraksi ciri statistik	<i>mean, skewness, variance, kurtosis, dan entropy</i>

2015	Luo, dkk	Pompa Sentrifugal	Analisis Statistik	<i>RMS, Crest Factor, Peak, PDF</i>
2019	Fathurrohman, dkk	Bantalan Bola	SVM	<i>RMS, Standard Deviation, Variance, Crest-Factor, Shape-Factor, Kurtosis, Skewness, Entropy</i>

Berdasarkan tinjauan beberapa penelitian, metode *support vektor machine* dapat digunakan diberbagai bidang. Parameter statistik dari domain waktu dapat digunakan untuk membantu dalam proses klasifikasi pada suatu objek. Tingkat akurasi yang menggambarkan performa dari proses klasifikasi tersebut ditentukan berdasarkan parameter statistik dan optimalisasi algoritma lainnya.

## 1.2 *Fan* atau Kipas

*Fan* atau kipas adalah alat mekanik yang berguna untuk membuat aliran fluida yang biasanya berupa gas. Prinsip kerja dari *fan* adalah mengalirkan fluida dengan memanfaatkan putaran dari *propeller* (baling-baling) yang bergerak karena proses perubahan energi listrik menjadi energi gerak putar. Dengan putaran tersebut, udara di belakang *propeller* akan terhisap dan akan menimbulkan gaya dorong ke depan, yang menimbulkan aliran fluida.

### 1.2.1 *Axial Fan*

*Axial fan* adalah *fan* yang memanfaatkan gaya putar poros untuk membuat aliran udara. Sesuai dengan namanya, *axial fan* menghasilkan aliran fluida gas yang arahnya searah dengan poros kerja *fan* tersebut. *Fan* ini berputar dengan poros utama dan *propeller* yang dirangkai tegak lurus dengan diameter poros luar. *Axial fan* berfungsi untuk membuat aliran udara yang tinggi dan bertekanan rendah yang digunakan dalam sistem ventilasi. Prinsip kerja *axial fan* seperti impeler pada pesawat, dimana *Blades fan* menekan udara dan menimbulkan gaya angkat aerodinamis. *Fan* ini adalah tipe *fan* yang paling banyak digunakan di kehidupan

sehari-hari. Hal tersebut karena desainya tidak terlalu rumit serta harga yang lebih ekonomis apabila dibandingkan dengan *fan* jenis sentrifugal. *Fan* ini dapat menghasilkan aliran udara yang besar. *Fan* ini dapat digunakan untuk alat pendingin diberbagai keperluan. Di dunia industri *fan* jenis ini digunakan untuk menghasilkan aliran udara yang nyaman maupun membantu dalam proses industri. *Fan* ini digunakan dalam proses industri karena murah, bentuknya yang kompak dan ringan. *Axial fan* dapat dilihat pada Gambar 2.1.



**Gambar 2.1** *Axial Fan*

### 1.2.2 *Centrifugal Fan*

*Centrifugal fan* menggunakan prinsip gaya sentrifugal untuk membuat aliran fluida gas. *Fan* jenis ini bekerja dengan menaikkan kecepatan aliran udara menggunakan putaran impeler. Prinsip kerja dari *fan* jenis ini seperti pada pompa sentrifugal, udara masuk dari sisi inlet yang berada dipusat putaran *centrifugal fan* tersebut, kemudian terdorong menjauh dari poros *fan* akibat adanya gaya sentrifugal yang ditimbulkan dari putaran sudu-sudu *centrifugal fan*. Kecepatan dinaikkan hingga mencapai ujung *blades* yang kemudian dapat menimbulkan tekanan. *Centrifugal fan* dapat membuat tekanan tinggi dan baik digunakan saat keadaan operasi yang berat, seperti sistem dengan temperatur tinggi, aliran udara yang

lembab maupun kotor, dan penanganan material. *Fan* jenis sentrifugal pada debit aliran yang sama, menghasilkan tekanan udara outlet atau aliran udara yang lebih besar daripada dengan *fan* jenis aksial. Sisi inlet *centrifugal fan* dapat didesain dengan satu inlet atau dengan dua inlet. Perbedaan desain inlet tersebut disesuaikan dengan kebutuhan debit aliran fluida yang ingin dihasilkan. Penggunaan double inlet menghasilkan debit aliran yang lebih besar daripada dengan menggunakan single inlet. *Centrifugal fan* dapat dilihat pada Gambar 2.2.



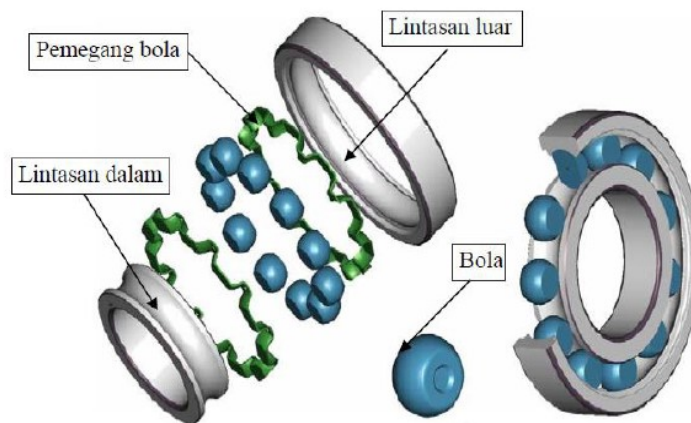
**Gambar 2.2** Centrifugal Fan (axair-fans.co.uk)

### 1.3 Bantalan

Bantalan adalah salah satu komponen mesin yang berfungsi sebagai tumpuan poros atau beban berputar dalam suatu mesin. Bantalan merupakan komponen terpenting dalam mendukung gerak poros dan berperan besar pada kinerja suatu mesin. Bantalan berfungsi sebagai pendukung gerak relatif pada komponen mesin.

### 1.3.1 Bantalan Gelinding

Bantalan gelinding adalah salah satu komponen yang berguna untuk menopang beban suatu poros supaya tidak terjadi perpindahan posisi. Bantalan memiliki elemen putar dan elemen diam yang berada antara rumah bantalan dan poros. Bantalan gelinding (Rolling bearing) merupakan jenis bantalan yang dapat mendukung gerak relatif radial dalam sumbu geraknya. Bagian dari bantalan diantaranya adalah bola, pemisah jarak antar bola atau pemegang bola, lintasan dalam (*inner race*), dan lintasan luar (*outer race*) seperti terdapat dalam Gambar 2.3.



**Gambar 2.3** Bagian Bantalan (Susilo, 2008)

### 1.3.2 Bantalan Bola Self Aligning Double Row

Bantalan bola *self aligning double row* tergolong jenis bantalan gelinding dimana terjadi gaya gesek dari elemen berputar dengan elemen diam dari komponen gelinding berupa bola. Bantalan gelinding dapat meminimalisir gaya gesek dari dua buah elemen gerak dengan memakai *rolling*. Bantalan ini berbeda dengan jenis bantalan bola yang lain. Bantalan jenis ini memiliki dua baris bola yang memiliki alur masing-masing pada cincin bagian dalamnya. Cincin pada bantalan ini dapat bergerak sesuai dengan posisinya. Bantalan bola *self aligning double row* dapat dilihat pada Gambar 2.4.



**Gambar 2.4** Bantalan Bola *Self Aligning Double Row* (yobearing.com)

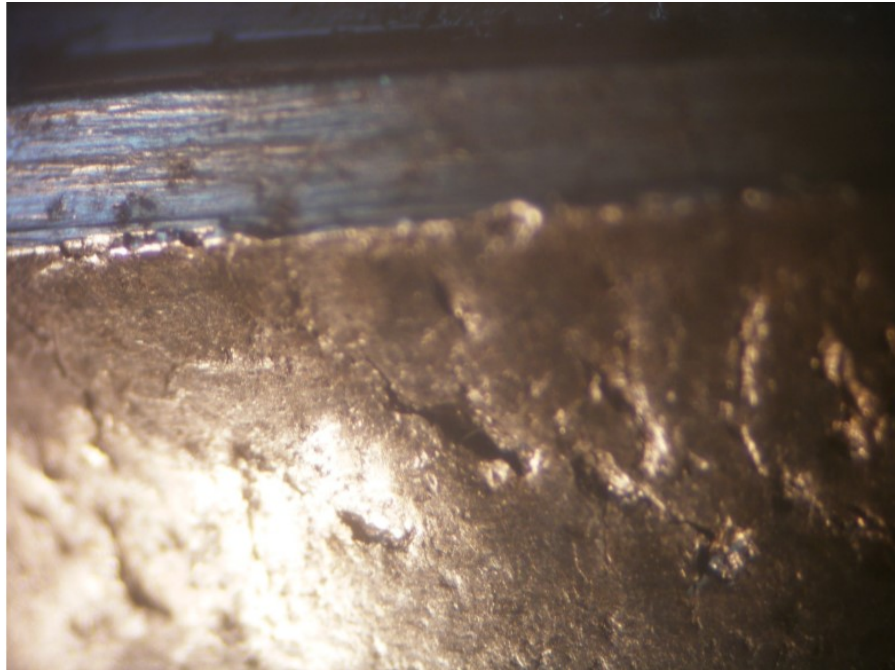
### 1.3.3 Jenis-Jenis Kerusakan Bantalan

Terdapat beberapa kerusakan yang terjadi pada bantalan yang dapat mengurangi kinerja dari bantalan. Kerusakan terjadi diakibatkan oleh adanya beban berlebih, kontaminasi material asing, pemasangan yang kurang tepat, keausan, retaknya bantalan, pemberian pelumas yang tidak sesuai, kerusakan saat pembuatan komponen, dan perbedaan diameter bola (Suhardjono, 2004). Terdapat beberapa kerusakan elemen bantalan sebagai berikut.

#### 1.3.3.1 Cacat Lintasan Dalam (*Inner Race*)

Cacat lintasan dalam dapat diakibatkan karena adanya aus maupun kerusakan kecil yang membesar saat proses kerja pada permukaan. Cacat lintasan dalam menimbulkan gaya eksitasi sebanyak dua kali. Gaya eksitasi pertama ditimbulkan dari putaran pada lintasan dalam. Sedangkan yang kedua terjadi pada cacat lintasan dalam karena adanya benturan maupun gesekan dari putaran bola dan pemisah bola. (Apriansyah dkk, 2017). Contoh cacat bantalan lintasan dalam dapat dilihat pada Gambar 2.5.

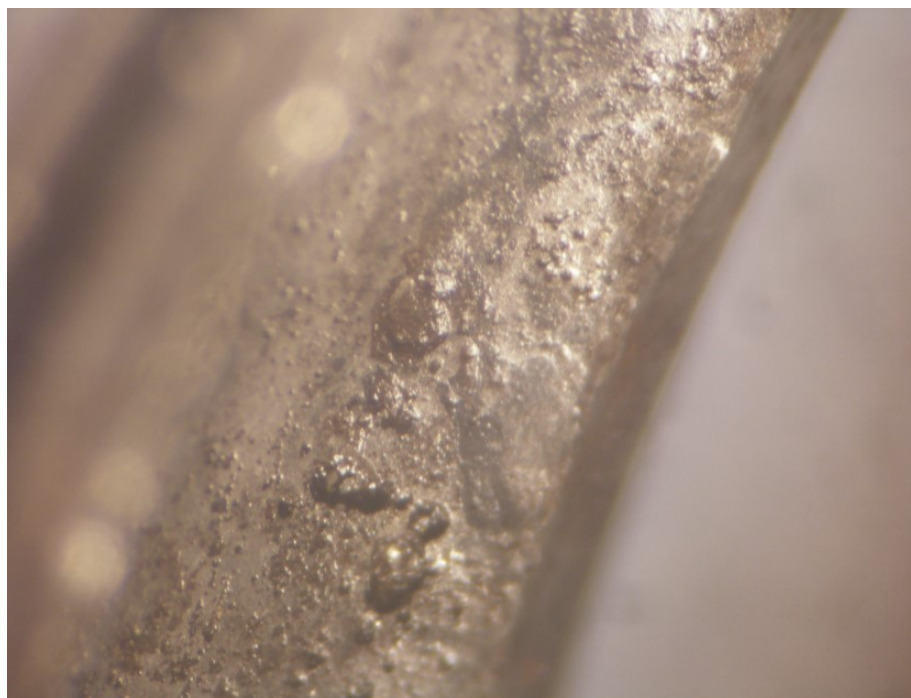




**Gambar 2.5** Cacat Lintasan Dalam (Susilo, 2008)

#### *1.3.3.2 Cacat Lintasan Luar (Outer Race)*

Cacat lintasan luar dapat terjadi karena adanya kerusakan kecil yang membesar maupun kurangnya pelumasan yang menyebabkan keausan. Kerusakan pada outer race cenderung akan memberi dampak secara cepat pada kondisi elemen



inner race (Adi dan Suwarmin, 2017). Cacat lintasan luar hanya menimbulkan gaya eksitasi karena adanya benturan maupun gesekan dari elemen bola dan pemisah bola (Apriansyah dkk, 2017). Contoh cacat bantalan lintasan luar dapat dilihat pada Gambar 2.6

**Gambar 2.6** Cacat Lintasan Luar

#### *1.3.3.3 Cacat pada Bola (Rolling Element)*

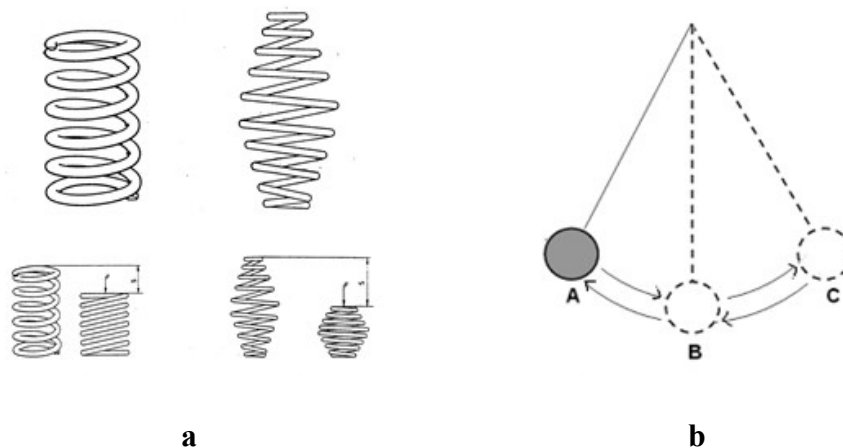
Cacat pada bola diakibatkan karena kerusakan kecil yang membesar karena pemakaian secara terus-menerus. Cacat pada bola menimbulkan gaya eksitasi yang terjadi hanya dari cacat bola yang berbenturan maupun bergesekan dengan pemisah bola itu sendiri (Apriansyah dkk, 2017). Contoh cacat pada bola dapat dilihat pada Gambar 2.7.



**Gambar 2.7** Cacat pada Bola (Susilo, 2008)

#### 1.4 Getaran

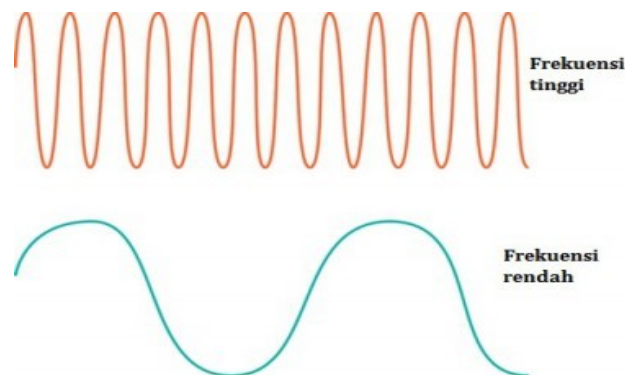
Getaran merupakan gerak bolak-balik yang terjadi di sekitar titik kesetimbangan, dimana tingkat getarannya dipengaruhi oleh besarnya energi yang diterima. Sekali gerak bolak-balik melalui titik setimbang merupakan satu frekuensi getaran. Kesetimbangan yang dimaksud adalah keadaan benda dalam posisi diam karena tidak adanya gaya yang bekerja. Getaran muncul karena adanya transfer gaya siklik melalui komponen mesin yang terhubung, dimana komponen tersebut saling beraksi yang energinya didesipasi melalui struktur dalam bentuk getaran (Suhardjono, 2004). Beberapa masalah yang sering menimbulkan getaran pada mesin *rotary* antara lain ketidakseimbangan elemen rotasi, ketidaklurusan pada kopling dan bearing, eksentrisitas, cacat pada bantalan antifriksi, kerusakan pada bantalan sleeve, kelonggaran mekanik, buruknya sabuk penggerak, kerusakan roda gigi, masalah listrik, resonansi, gaya aerodinamika, gaya reciprocating, dan gesekan (Eddy dkk, 2014). Kita dapat menjumpai beberapa contoh getaran disekitar kita antara lain ; petikan senar gitar, pegas yang diberi beban seperti pada Gambar 2.8 (a), dan benda yang digantung kemudian diberi gaya seperti yang terlihat pada Gambar 2.8 (b).



**Gambar 2.8 (a)** Pegas yang Diberi Beban. **(b)** Benda yang Digantung dan Diberi Gaya.

### 1.4.1 Frekuensi

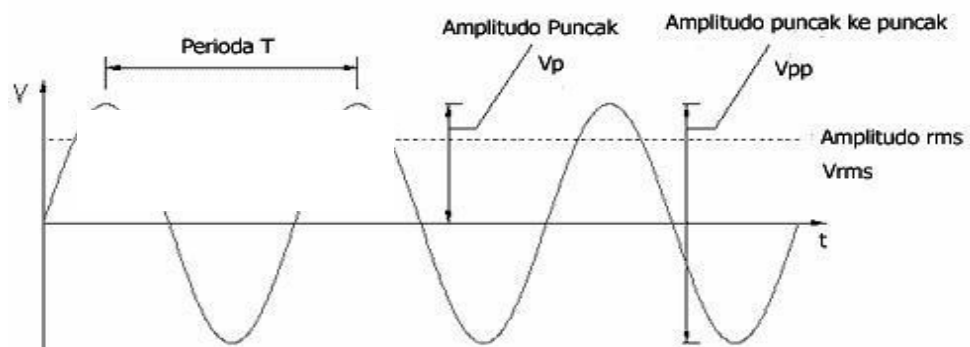
Frekuensi adalah jumlah gerak bolak-balik yang muncul setiap satu detik. Frekuensi dapat diperoleh dengan membagi jumlah getaran dengan jumlah detik waktu yang dinyatakan dalam satuan *hertz* (Hz). Dalam ilmu Fisika, Frekuensi diartikan sebagai banyaknya getaran yang muncul perdetik. Sedangkan menurut ilmu Elektronika, Frekuensi adalah banyaknya gelombang listrik yang muncul perdetik. Satuan dari Frekuensi adalah *Hz* atau kepanjangannya adalah *Hertz*. Istilah *Hertz* diadopsi dari nama ilmuwan Jerman yang sudah berkontribusi banyak dibidang elektromagnetisme yaitu *Heinrich Rudolf Hertz*. Semakin tinggi frekuensi getaran tersebut maka gelombangnya akan semakin rapat dan banyak seperti pada Gambar 2.9.



**Gambar 2.9** Frekuensi

### 1.4.2 Amplitudo

Amplitudo adalah puncak tertinggi suatu getaran dari titik kesetimbangan. Amplitudo merupakan besaran skalar yang non-negatif dari tingkat osilasi gelombang. Amplitudo juga dapat diartikan sebagai simpangan/jarak terjauh dari posisi kesetimbangan pada gelombang sinusoide yang dipelajari dalam ilmu

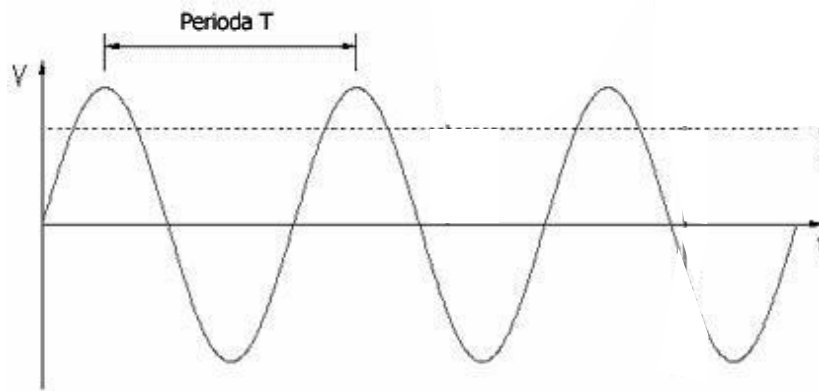


matematika - geometrika dan fisika. Amplitudo dapat dilihat seperti pada Gambar 2.10

**Gambar 2.10** Amplitudo

### 1.4.3 Periode

Periode getaran adalah selang waktu yang digunakan suatu objek bergerak untuk membuat satu kali getaran. Periode dapat diketahui dengan membagi angka satu dengan jumlah frekuensi yang ditimbulkan yang dinyatakan dalam satuan detik/sekon. Periode dapat dilihat seperti pada Gambar 2.11.



**Gambar 2.11** Periode

Periode dapat juga diketahui dengan membagi waktu getaran dengan jumlah getaran seperti pada Persamaan 2.1.

$$T = \frac{t}{n} \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana,

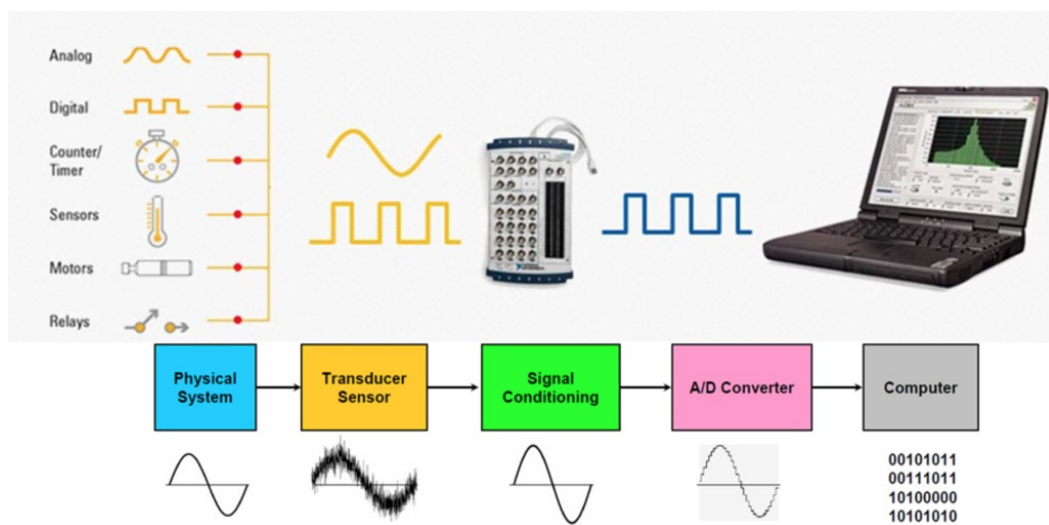
T = periode getaran satuan dalam sekon (s)

t = waktu getaran satuan dalam sekon (s)

n = jumlah getaran

#### 1.4.4 Akuisisi Data

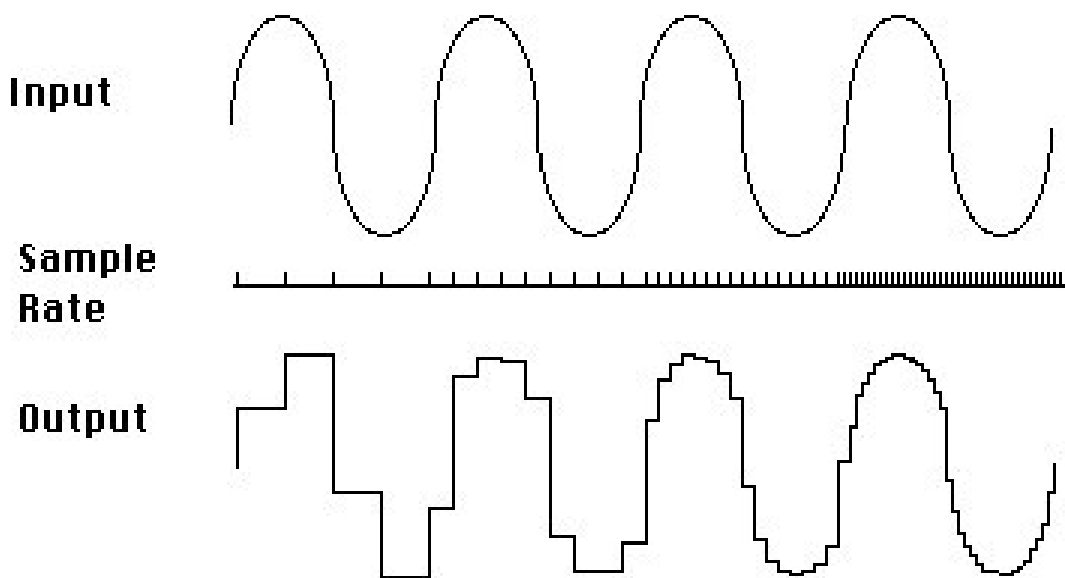
Sistem akuisisi data adalah suatu sistem yang berguna untuk merekam, mengumpulkan, dan menyiapkan data, untuk mendapatkan data yang diinginkan. Metode dan jenis yang dipilih biasanya berguna untuk memudahkan setiap tahapan yang dilakukan dalam keseluruhan proses. Akuisisi juga dapat didefinisikan sebagai salah satu cara untuk mendapat informasi mengenai proses. Parameter dalam proses tersebut seperti suhu, getaran, temperatur, tekanan, atau aliran yang dengan sensor informasi tersebut akan diubah menjadi sinyal listrik. Proses akuisisi data digambarkan seperti terdapat dalam Gambar 2.12.



**Gambar 2.12** Proses Akuisisi Data (testingindonesia.com)

### 1.4.5 Sampling Rate

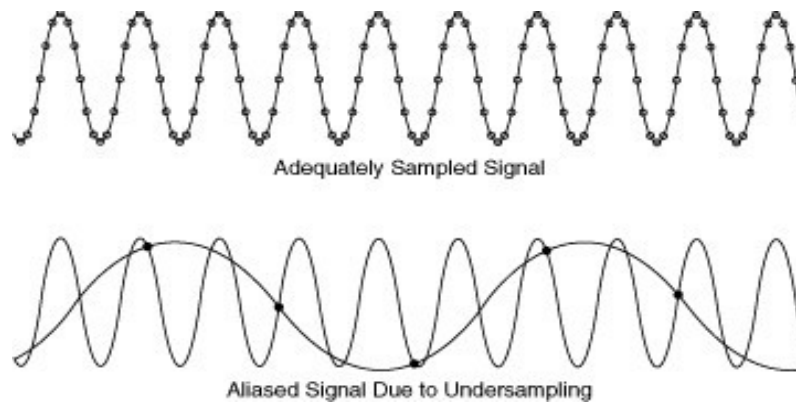
Sample rate merupakan jumlah data yang diambil dalam satuan hertz (Hz) dari sampel yang diterima setiap detik secara kontinyu. Semakin tinggi sample rate yang digunakan untuk pengambilan data, maka akan lebih baik juga kualitas dari data yang diperoleh. Sample rate yang digunakan juga berpengaruh pada ukuran data yang di simpan. Semakin tinggi sample ratenya maka semakin besar juga ukuran file yang harus disimpan. Gambaran dari sampling rate dapat dilihat pada Gambar 2.13.



**Gambar 2.13** Sampling Rate

### 1.4.6 Aliasing

Aliasing adalah fenomena munculnya gelombang frekuensi yang rendah karena undersampling. Aliasing diakibatkan oleh penggunaan interval sampling yang sangat tinggi (kasar) yang membuat pergeseran frekuensi gelombang seismik yang tinggi menjadi lebih rendah. Secara teori, jika frekuensi yang diterima lebih dari setengah dari tingkat sampling yang dipilih maka nilai vibarasi tidak ada dan tidak dapat mewakili gelombang yang direkam. Gambaran dari fenomena aliasing dapat dilihat pada Gambar 2.14.



**Gambar 2.14** Aliasing

Aliasing merupakan kesalahan yang tidak boleh terjadi pada proses perekaman data kontinyu. Metode yang dapat digunakan untuk mencegah adanya fenomena ini adalah filter anti-aliasing. Prinsip kerja dari filter ini adalah dengan menghapus plot frekuensi tinggi yang terjadi pada saat proses sampling. Metode filter anti-aliasing dilakukan sebelum proses merubah sinyal analog menjadi sinyal digital agar berjalan dengan lancar.

### 1.5 Machine Learning

*Machine learning* merupakan ilmu yang meliputi perancangan dan pengembangan algoritma untuk memungkinkan suatu program komputer yang dapat belajar dan berkembang berdasarkan pada data empiris. *Machine Learning* memerlukan data untuk membuat suatu model. Model tersebut digunakan dalam sistem kerja pada mesin, supaya dapat belajar memproses pekerjaan yang diberikan. *Machine learning* merupakan ilmu dari kecerdasan buatan yang bertujuan untuk membuat komputer atau mesin dapat bekerja sendiri dengan mengacu pada data yang sudah ada. Dengan menggunakan data yang sudah ada maka dapat dibuat suatu program atau algoritma supaya mesin dapat mengambil langkah sendiri berdasarkan dari program atau algoritma yang sudah dibuat. *Machine learning* dapat memudahkan suatu pekerjaan yang berkaitan dengan pemrosesan data yang sangat banyak. Menurut Sukendi dkk (2015) *Machine Learning*, memiliki tiga bidang ilmu yang dikembangkan salah satunya adalah support vector machine.



## 1.6 Pencocokan Pola (*Pattern Recognition*)

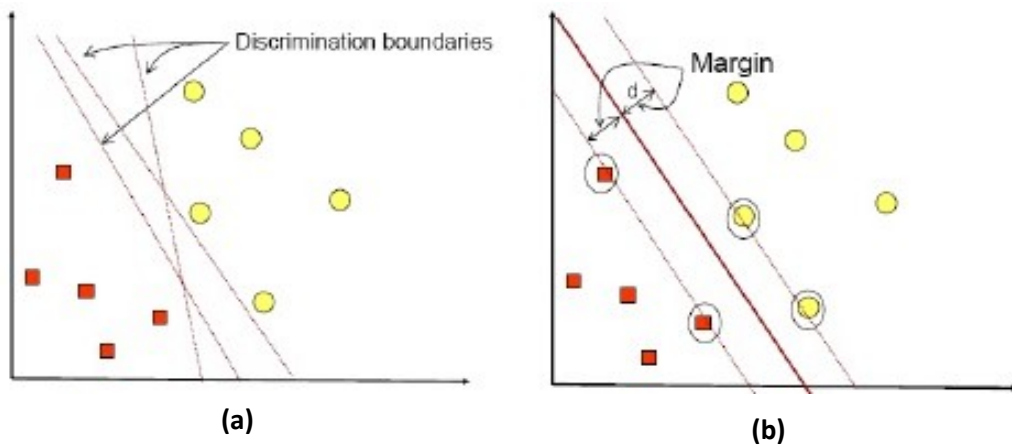
*Pattern recognition* adalah metode yang digunakan untuk mengklasifikasi data ke dalam beberapa kelompok maupun kelas. *Pattern recognition* merupakan salah satu jenis metode dari sistem kecerdasan buatan yang dibuat untuk membuat keputusan sendiri. Data yang diproses bermacam – macam, seperti pola gambar, angka, suara, ataupun gelombang sinyal. *Pattern recognition* biasa digunakan di bidang statistik. Namun seiring dengan perkembangan teknologi yang pesat, *Pattern Recognition* semakin banyak digunakan diberbagai bidang. Penerapan metode ini diantaranya digunakan pada bidang kesehatan, pendidikan, industri, dan juga diterapkan dalam proses analisa berbasis sinyal getaran. Proses analisa berbasis getaran tersebut diantaranya adalah *Principal Component Analysis*, *Artificial Neural Network*, *Decision Tree*, *K-Nearest Neighbor*, *Gene Expert Programing*, dan *Support Vector Machine*.

## 1.7 Support Vector Machine

SVM adalah metode yang berguna dalam klasifikasi biner yang Pertama kali dikenalkan oleh Vapnik ditahun 1992 bersama kedua rekannya Isabelle Guyon dan Bernhard Boser dengan menyatukan sejumlah rangkaian konsep di bidang *Pattern Recognition*. *Pattern Recognition* merupakan metode yang digunakan untuk memetakan sejumlah data ke dalam konsep yang telah ditentukan sebelumnya. Pada dasarnya SVM bekerja dengan *linear classifier* yang kemudian dikembangkan supaya dapat digunakan dalam persoalan *non-linear* dengan menggabungkan konsep *kernel trick* dalam ruang kerja yang memiliki dimensi tinggi. (Damayanti dkk, 2010). Penjelasan sederhana dari Konsep SVM adalah mencari *hyperplane* terbaik yang digunakan untuk memisahkan dua buah kelas pada *input space*. (Honakan dkk, 2018).

Menurut Ritonga dkk *Hyperplane* yang berada ditengah antara dua set objek dari dua kelas merupakan *Hyperplane* terbaik. Gambar 2.15 (a) menunjukkan sejumlah pola dari dua kelas yang dibedakan dengan warna dan bentuk (pada kelas a dilambangkan dengan kotak berwarna merah sedangkan kelas b dilambangkan dengan lingkaran berwarna kuning) yang kemudian mencari *hyperplane* terbaik

dengan membentuk beberapa batas diskriminasi (alternatif garis pemisah). Untuk mencari *hyperplane* terbaik dilakukan dengan menemukan titik tertinggi dan mencari marginnya. Setelah didapat *hyperplane* terbaik maka akan menjadi seperti pada Gambar 2.15 (b), dan pola yang berada didekat *hyperplane* adalah *Support Vector*.



**Gambar 2.15 (a)** Pola dari Dua Kelas yang Dibedakan Warna dan Bentuk.  
**(b)** Didapatnya *Hyperplane* Terbaik (Nugroho dkk, 2003)

### 1.8 Kernel Function

*Kernel Function* adalah metode yang berfungsi untuk memetakan sejumlah data kedalam kinerja fitur dimensi yang lebih tinggi. Dengan demikian data hasil yang didapatkan tidak memerlukan evaluasi lanjut kedalam ruang kerja berdimensi tinggi, hal tersebut dapat menjadi solusi dalam keterbatasan dimensi. Dengan melakukan pendekatan *Kernel Function* hasil data dalam fitur dimensi tinggi akan ekuivalen dengan data dalam ruang input, seperti yang ditunjukkan dalam persamaan (2.2).

$$K(\boldsymbol{x}, \boldsymbol{x}') = \langle \Theta(\boldsymbol{x}), \Theta(\boldsymbol{x}') \rangle \dots \dots \dots (2.2)$$

Dimana  $x$  adalah variabel input,  $x'$  adalah “inti“ yang dipilih dari data pelatihan dan  $\Theta(\cdot)$  adalah fungsi pemetaan dari ruang input ke ruang fitur.

### 1.8.1 Kernel Gaussian Radial Basis Function (RBF)

*RBF* adalah contoh kernel berbasis radial. *Kernel* ini biasa digunakan dalam klasifikasi kelompok data *non linear*. Fungsi *Gaussian* pada *kernel function* ini seperti dalam Persamaan (2.3).

$$K(x, x') = \exp\left(-\frac{\|x-x'\|^2}{2\sigma^2}\right) \dots\dots\dots (2.3)$$

Dimana,

- $\|x - x'\|^2$  = Jarak euclidean kuadrat antara fitur dua vektor.
- $\sigma$  = Standar Deviasi.
- $\exp$  = Eksponensial

### 1.8.2 Kernel Polynomial

*Kernel Polynomial* merupakan kernel yang tidak stasioner. Kernel ini digunakan untuk pemetaan data yang biasanya dilakukan terhadap kelompok data *non linear*. Persamaan dari fungsi *Polynomial* dapat dilihat pada Persamaan (2.4).

$$K(x, x') = (x, x')^d \dots\dots\dots (2.4)$$

Dimana,

- $x, x'$  = Vektor dalam ruang input
- $d$  = Derajat / Pangkat

### 1.8.3 Kernel Linear

*Kernel Linear* adalah kernel yang paling sederhana. Persamaan dari fungsi kernel linear dapat dilihat pada Persamaan (2.5)

$$K(x, x') = x^T x' \dots\dots\dots (2.5)$$

Dimana,

$x^T$  = Transposisi matriks vector  $x$

$x'$  = Vektor dalam ruang input

## 1.9 Parameter Statistik

### 1.9.1 Root Mean Square (RMS)

*RMS* adalah parameter statistik berbasis domain waktu yang dapat digunakan dalam analisa sinyal getaran. Menurut Fathurrohman dkk, (2019) *RMS* dirumuskan sebagai akar kuadrat dari rata-rata nilai kuadrat dari gelombang sinyal getaran. Nilai RMS dapat diperoleh dengan Persamaan (2.6).

$$RMS = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^N x_j^2}{N}} \dots\dots\dots (2.6)$$

Dimana,

$N$  = Ukuran sampel

$x_j$  = Kolom data

### 1.9.2 Standar Deviasi

Standar deviasi menunjukkan tingkat energi atau daya yang terkandung dalam sinyal getaran (Fathurrohman dkk, 2019). Semakin besar nilai parameter SD, maka energi atau daya yang ditimbulkan semakin tinggi. Standar deviasi dilambangkan dengan  $\sigma$  dan dapat diperoleh dengan Persamaan (2.7).

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}{N-1}} \dots\dots\dots (2.7)$$

Dimana,

$x_i$  = Nilai  $x$  ke- $i$

$\bar{x}$  = Rata-rata

$N$  = Ukuran sampel

### 1.9.3 Variance

Fathurrohman dkk, (2019) mengatakan *Variance* adalah parameter statistik yang menunjukkan seberapa jauh kumpulan data tersebar yang dirumuskan sebagai

nilai kuadrat dari nilai standar deviasinya. Parameter statistik *Variance* dirumuskan dengan Persamaan (2.8).

$$Variance = \frac{\sum(x_i - \bar{x})^2}{N-1} \dots\dots\dots (2.8)$$

Dimana,

- $\bar{x}$  = Rata-rata dari sinyal
- $x_i$  = Elemen  $x$  ke- $i$
- $N$  = Ukuran sampel

#### 1.9.4 Kurtosis

*Kurtosis* adalah parameter yang menunjukkan nilai kelancipan dan kedataran relatif sebuah distribusi dibanding distribusi normal sinyal (Fathurrohman dkk, 2019). *Kurtosis* seperti *Variance* dimana nilai yang didapat merupakan pangkat empat dari *variance* yang dapat membuat semua nilai menjadi positif. Nilai *kurtosis* dapat diperoleh dengan Persamaan (2.9).

$$Kurtosis = \frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^4}{(N-1)\sigma^4} \dots\dots\dots (2.9)$$

Dimana

- $x_i$  = Elemen  $x$  ke- $i$
- $N$  = Ukuran sampel
- $\sigma$  = Standar deviasi
- $\bar{x}$  = Rata-rata  $x$

#### 1.9.5 Standard Error (SE)

*Standard Error* merupakan standar deviasi dari rata-rata. Bila kita punya sekelompok data, contohnya tiga kelompok, maka kita akan mendapat tiga buah dari nilai rata-rata. jika dihitung nilai standar deviasi dari tiga buah dari nilai rata-rata tersebut, maka nilai standar deviasi dari nilai rata-rata tersebut disebut nilai standar error. Parameter statistik *Standard Error* dirumuskan dengan Persamaan (2.10).

$$SE = \frac{\sigma}{\sqrt{N}} \dots\dots\dots (2.10)$$

Dimana,

$\sigma$  = Standar deviasi

$N$  = Ukuran sampel

### 1.9.6 Minimum Value

*Minimum Value* menggambarkan titik terendah dari data yang dihasilkan dari suatu kelompok data.

### 1.9.7 Crest Factor

*Crest factor* diartikan sebagai rasio dari nilai tertinggi dari sinyal masukan terhadap nilai *RMS* (Fathurrohman dkk, 2019). *Crest factor* merupakan parameter yang menggambarkan ukuran ketajaman dan banyak *peak* dalam suatu sinyal. Nilai *crest factor* dapat diperoleh dengan Persamaan (2.11).

$$CF = \frac{X_{max}}{RMS} \dots\dots\dots (2.11)$$

Dengan,

$X_{max}$  = Nilai maksimum

RMS = Root mean square

### 1.9.8 Peak Value

*Peak value* merupakan parameter statistik yang digunakan sebagai penunjuk indeks intensitas energi pada sinyal getaran, nilai parameter ini bersifat konstan terhadap laju aliran. Persamaan dari parameter statistik *peak value* dapat dilihat pada Persamaan (2.12).

$$Peak = \max|x(N)| \dots\dots\dots (2.12)$$

Dimana,

$x$  = *Vector* dalam ruang input

$N$  = Ukuran sampel

### 1.9.9 Entrophy

*Entropy* adalah fungsi distribusi suatu sistem pada kondisi mikro. Atau dapat didefinisikan sebagai besaran atau nilai yang menyatakan keadaan mikroskopis suatu sistem sehingga tidak dapat diketahui secara langsung. Menurut Fathurrohman dkk, (2019) Nilai *entropy* adalah ukuran kuantitatif yang menggambarkan ketidakteraturan dari suatu sistem. Nilai dari *entropy* didapatkan dengan menerapkan Persamaan (2.13).

$$Entropi (S) = \sum_{j=1}^k -P_j \log_2 P_j \dots\dots\dots (2.13)$$

Dimana,

- $S$  = Himpunan (dataset) kasus
- $k$  = Banyaknya partisi  $S$
- $P_j$  = Probabilitas yang di dapat dari sum (Ya) dibagi total kasus.

### 1.9.10 Mean

*Mean* adalah nilai yang didapat dari nilai rata-rata kelompok tersebut. Rata-Rata (*mean*) diperoleh dengan menjumlah seluruh data individu dalam kelompok, kemudian dibagi dengan banyaknya individu yang terdapat kelompok data tersebut. Parameter statistik *Mean* dirumuskan dengan Persamaan (2.14).

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \dots\dots\dots (2.14)$$

Dimana,

- $\bar{x}$  = Rata - rata
- $\sum_{i=1}^n x_i$  = Jumlah seluruh nilai data
- $n$  = Jumlah seluruh frekuensi

### 1.9.11 Skewness

*Skewness* menunjukkan tingkat kesimetrisan distribusi disekitar daerah rata-ratanya (Fathurrohman dkk, 2019). *Skewness* disebut juga tingkat kemiringan, yaitu bilangan yang dapat menggambarkan bentuk kurva suatu distribusi berdasarkan

miring atau tidaknya kurva tersebut. Jika kurva tersebut memiliki ekor yang lebih condong ke kanan (dilihat dari nilai rata-ratanya) maka dinyatakan positif dan apabila sebaliknya maka dinyatakan negatif. Secara perhitungan, skewness merupakan momen ketiga dari mean. Parameter statistik *Skewness* dirumuskan dengan Persamaan (2.15).

$$Skewness (S) = \frac{1}{N\sigma^3} \sum_{j=1}^N (x - \bar{x})^3 \dots\dots\dots (2.15)$$

Dimana,

- $S$  = Himpunan (dataset) kasus
- $\sigma$  = Standar Deviasi
- $\bar{x}$  = Rata - rata
- $x$  = Vector dalam ruang input
- $N$  = Ukuran Sampel

#### 1.9.12 Maximum Value

*Minimum Value* menggambarkan titik tertinggi dari data yang dihasilkan dari suatu kelompok data.

#### 1.9.13 SUM

*SUM* adalah parameter statistik yang menunjukkan nilai penjumlahan dari suatu data. Baik data individu maupun kelompok.

#### 1.9.14 Median

*Median* merupakan parameter statistik yang menunjukkan nilai tengah dari suatu kelompok data. Jika sekelompok data diurutkan dari data terkecil hingga terbesar atau sebaliknya, maka nilai median didapat dari pengamatan data yang tepat berada di tengah-tengah data ganjil, atau rata-rata dari kedua pengamatan yang berada di tengah data berjumlah genap. Nilai *median* jika jumlah data Ganjil, maka menggunakan persamaan (2.16) (a), dan jika jumlah data genap maka menggunakan persamaan (2.16) (b).



$$Me = x_{\frac{1}{2}(n+1)} \dots\dots\dots (2.16) (a)$$

$$Me = \frac{X_n + X_{(\frac{n}{2}+1)}}{2} \dots\dots\dots (2.16) (b)$$

Dimana,

$Me$  = Median

$X$  = Datum ke-

$n$  = Jumlah seluruh frekuensi

#### 1.9.15 Signal-to-Noise and Distortion Ratio (SINAD)

*Signal-to-Noise and Distortion Ratio ( SINAD )* adalah ukuran kualitas sinyal dari suatu data. Persamaan dari parameter statistik *SINAD* dapat dilihat pada Persamaan (2.17).

$$SINAD = 10 \log_{10} \left( \frac{SND}{ND} \right) \dots\dots\dots (2.17)$$

Dimana,

SND = Sinyal gabungan + Noise + Tingkat daya distorsi

ND = Tingkat daya suara + Distorsi gabungan

#### 1.9.16 Signal to Noise Ratio (SNR)

*SNR* adalah perbandingan (ratio) dari kekuatan Sinyal (*signal strength*) terhadap kekuatan Derau (*noise level*). Nilai *SNR* digunakan untuk menggambarkan kualitas dari suatu data. Semakin tinggi nilai *SNR*, semakin tinggi kualitas data tersebut. Parameter statistik *SNR* dirumuskan dengan Persamaan (2.18).

$$SNR = \left( \frac{A_{signal}}{A_{noise}} \right)^2 \dots\dots\dots (2.18)$$

Dimana,

$A$  = *Amplitudo* dari *Root Mean Square (RMS)*

### 1.9.17 *Range*

Rentang (*range*) atau jangkauan merupakan nilai selisih dari data nilai terbesar dengan data nilai yang terkecil dari suatu kelompok data. Atau dapat diartikan *Range* didapatkan dengan melakukan pengurangan dari data nilai maksimum dengan data nilai minimum. Persamaan dari parameter statistik *range* dapat dilihat pada Persamaan (2.19).

$$Range = X_{max} - X_{min} \dots\dots\dots (2.19)$$

Dimana,

$X_{max}$  = Data tertinggi

$X_{min}$  = Data terendah