

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Kajian Pustaka**

Penelitian dilakukan oleh Setiyawan et al. (2020) untuk melihat pengaruh variasi ukuran dan perbandingan agregat serbuk granit yang diperkuat dengan MWNT tipe CNT. Serbuk granit, resin, *fly ash*, dan *nanotube* karbon digunakan dalam desain penelitian studi sebagai bahan pembentuk komposit menggunakan proses pengecoran mineral. Percobaan dengan 8 benda uji 1 dengan kriteria CNTs (0,6), rasio agregat (60:20:20), agregat: epoxy (80:20), dan *fly ash* 10 % menyerap 0,0005 dan memiliki hasil terbaik untuk uji penyerapan. Sebaliknya, percobaan dengan 8 benda uji 2 dengan kriteria CNTs (0,6), rasio agregat (20:60:20), agregat: epoksi (80:20), dan *fly ash* 10 % mencapai kekerasan 298 HV.

Dalam penelitian material komposit, Damayanti (2017) menggunakan ortogonal Taguchi untuk memaksimalkan nilai FF untuk desain parameter ini. Tekanan pemadatan dengan pengaruh 45,49 persen, komposisi S/N dengan pengaruh 27,65 persen, dan suhu sintering dengan pengaruh 21,65 % merupakan komponen yang paling berpengaruh menurut hasil ANOVA dilakukan pada nilai rata-rata untuk Taguchi.

Triyono dkk. (2020) meneliti karakteristik material komposit, khususnya silika. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh kecepatan pengadukan proses pengecoran stirr terhadap sifat fisik dan mekanik komposit matriks aluminium (AMC) dengan aditif pasir silika dan pelapisan *electroless*. Penelitian ini dilakukan untuk memberikan jawaban atas pertanyaan tersebut. Dengan mengukur efek peningkatan perubahan kecepatan pengadukan dan perlakuan pasir silika dalam lapisan elektrolisis, kekuatan impak dan kekuatan tarik dapat ditingkatkan.

Untuk mengetahui pengaruh % berat *fly ash* terhadap kekerasan aluminium/*fly ash* komposit, Hamzah et al. (2018) melakukan penelitian ini. Serbuk *fly ash* dan serbuk limbah aluminium diolah untuk digunakan dalam penelitian ini menggunakan prosedur atomisasi air. Hasil percobaan menunjukkan bahwa ketika persentase berat *fly ash* dinaikkan sementara suhu tetap, nilai kekerasan material menurun, namun meningkat ketika suhu dinaikkan.

Adi Prasetya dan Wildan (2018) melakukan penelitian untuk mengetahui nilai densitas, porositas, ketangguhan retak, dan kekerasan *Vickers* komposit silika/kaolin. Dalam percobaan, bubuk silika *Sigma-Aldrich* (kode S5631) dan kaolin *Sigma-Aldrich* (kode 03584) dicampur dengan fraksi berat mulai dari 0 hingga 100 % berat. Komponen berasal dari *Sigma-Aldrich*. Nilai kekerasan meningkat dari (35,76+3,30) kg/mm<sup>2</sup> pada spesimen yang mengandung 90% silika dan 10% kaolin menjadi (638,55+-11,38) kg/mm<sup>2</sup> pada spesimen yang mengandung 100% kaolin pada hasil kekerasan *Vickers* tes diperoleh.

Donald Izaak dan Fentje A. Rauf dari Franklin Peneliti melakukan penelitian pada tahun 2017 untuk memastikan jumlah maksimum air yang dapat diserap oleh

komposit serat rotan dengan matriks epoksi. Serat rotan yang memiliki orientasi serat lurus merupakan bahan yang diperiksa untuk penelitian ini. Epoxy, yang bertindak sebagai matriks, digunakan untuk membuat cetakan dari material komposit. Fraksi volume 90% epoksi dan 10% serat menghasilkan nilai maksimum yang dapat dicapai sebesar 2,71 gram dalam uji penyerapan air, memungkinkan peneliti untuk mengevaluasi kemampuan penyerapan air komposit serat rotan epoksi. Akibatnya, komposit menyerap air pada tingkat yang lebih rendah.

Berdasarkan beberapa kajian pustaka tersebut maka penulis melakukan pengembangan penelitian tentang pencampuran rasio matrik dan *filler* pada batuan beku dalam yang untuk mengetahui sifat mekanis dan absorpsi. Mengetahui campuran terbaik pada pembentukan komposit mengacu pada standar ASTM.

## **2.2 Kajian Teori**

### **2.2.1 Komposit**

Menurut Mehta, (1986) dalam bukunya yang berjudul *Structure, Properties, and Material* menjelaskan bahwa Ketika dua atau lebih komponen digabungkan, dihasilkan material komposit yang memiliki sifat mekanik yang berbeda dari bahan aslinya (Subardi et al., 2020). Sebuah material baru yang dikenal sebagai komposit akan tercipta sebagai konsekuensi dari proses ini, dan akan berbeda secara signifikan dari bagian-bagian penyusunnya baik dari segi sifat mekanik maupun karakteristiknya. Material komposit memiliki sifat yang sama persis dengan material konvensional. Biasanya, pencampuran homogen digunakan dalam proses produksi, memberi kita kebebasan untuk merancang kekuatan bahan komposit yang diinginkan dengan memodifikasi komposisi bahan komponen. Kami dapat merencanakan kekuatan material, yang memungkinkan kami memiliki kebebasan ini. Berbagai sistem multi-fase dengan sifat gabungan disebut sebagai sistem komposit. Komposit adalah sistem multi fasa yang terdiri dari kombinasi komponen penguat dan matriks atau pengikat (Hafid & Asiri, 2019). Bagian dari komposit yang terus menerus melingkari tulangan disebut matriks. Baik menghubungkan tulangan satu sama lain dan mentransfer berat yang dibawa oleh komposit ke tulangan adalah tujuan utamanya. Meskipun merupakan komponen yang ditambahkan ke matriks, tulangan bertindak sebagai penahan atau penerima beban utama komposit. (Ikhsan, 2020).

#### **2.2.1.1 Jenis Komposit Ditinjau dari Matrik.**

Jenis material komposit yang paling sederhana adalah tunggal, yang didefinisikan sebagai susunan paling sedikit dua bagian yang bekerja sama untuk memberikan karakteristik material yang berbeda dengan karakteristik material penyusunnya. Secara umum, bentuk material komposit yang paling dasar adalah tunggal (Pramudiana, 2020).

Komposit secara umum dapat dibagi menjadi tiga kelompok utama, yaitu sebagai berikut: (Pramudiana, 2020) yaitu :

1. Komposit Matrik Polimer (*Polymer Matrix Composites – PMC*).  
Polimer yang diperkuat serat, bahan komposit yang sering digunakan, adalah nama zat ini (FRP - *Fiber Reinforced Polymers*). Zat ini menggunakan polimer dengan basis resin sebagai matriks dan jenis serat, seperti kaca, karbon, atau aramid (kevlar), sebagai penguat.
2. Komposit Matrik Logam (*Metal Matrix Composites – MMC*)  
Komposit ini menggunakan logam berbahan dasar aluminium sebagai matriks dan serat silikon karbida sebagai penguat. Industri otomotif telah terbukti memproduksi komposit matriks logam..
3. Komposit Matrik Keramik (*Ceramic Matrix Composites – CMC*)  
Bahan dua fase yang disebut Komposit Matriks Keramik mengandung matriks keramik yang berfungsi sebagai matriks sementara satu fase bertindak sebagai penguat. Fase keramik zat ini dikenal sebagai fase penguat. Tiga jenis penguat yang paling umum digunakan dalam CMC adalah nitrida, karbida, dan oksida. Pencampuran resin termoset adalah operasi yang mudah; untuk beberapa resin termoset, seperti poliester, cukup membiarkan zat tersebut pada suhu kamar agar mengeras. Contoh resin termoset yang sering digunakan dalam industri material komposit antara lain poliester, vinil ester, dan epoksi (Sinaga, 2019).

Daftar tujuan pembuatan komposit matriks polimer diberikan di bawah ini, khususnya:

1. Sederhanakan proses produksi dengan membuat desain yang rumit lebih mudah dibuat
2. Meningkatkan sejumlah karakteristik mekanis serta atribut tertentu
3. Fleksibilitas formal atau desain yang mengurangi total berat dan ketebalan material sekaligus menghemat uang.

#### **2.2.1.2 Kelebihan Bahan Komposit Matrik Polimer**

Kekuatan dan kekakuan bahan polimer tidak memadai untuk aplikasi struktural; namun, penambahan bahan yang dituangkan dapat meningkatkan sifat polimer.

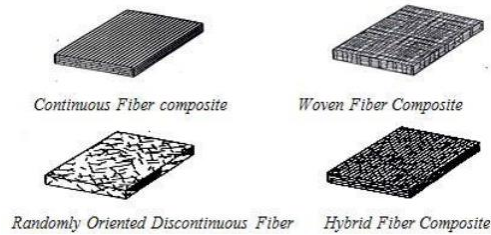
1. Peralatan dan teknik pengolahannya mudah digunakan dan tidak memerlukan suhu atau tekanan tinggi.
2. Peralatannya tidak terlalu rumit dan harganya lebih terjangkau..

#### **2.2.1.3 Jenis Komposit Ditinjau dari Penguat**

Jenis material komposit berdasarkan jenis penguatnya dibagi menjadi 3 yaitu:

1. Komposit Serat  
Adalah jenis komposit yang menggunakan serat dan serat sebagai penguatnya dalam satu lapisan daripada laminasi atau lapisan. Serat yang paling sering digunakan adalah serat kaca, serat karbon, serat aramid (kadang disebut serat poliaramida), serat alam, dan jenis lainnya. Serat-serat ini dapat disusun secara acak atau dengan orientasi tertentu bahkan dalam bentuk yang lebih kompleks,

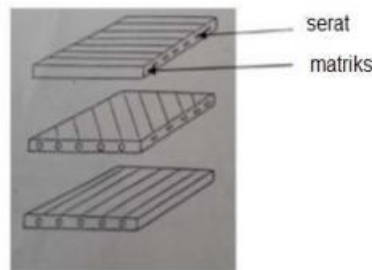
seperti kain tenun. (Wisnujati & Yudhanto, 2018). Bentuk diperlihatkan pada gambar berikut.



**Gambar 2. 1** Tipe Serat Pada Komposit (Wisnujati & Yudhanto, 2018)

## 2. Komposit Laminat

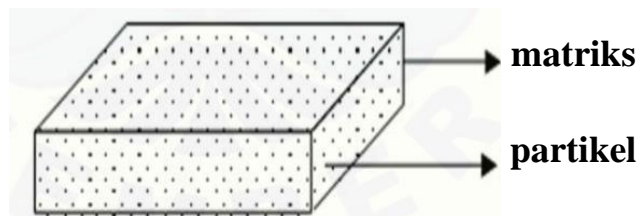
Ini adalah bentuk komposit yang terdiri dari dua atau lebih lapisan yang dicampur menjadi satu, dan setiap lapisan memiliki kualitas uniknya sendiri. (Widiarta et al., 2018). Bentuknya diperlihatkan pada gambar berikut.



**Gambar 2. 2** Komposit Laminat (Widiarta et al., 2018)

## 3. Komposit Partikel

Ini adalah bahan komposit yang menggunakan partikel atau bubuk sebagai penguat dan memiliki distribusi komponen yang sama di seluruh matriksnya. (Widiarta et al., 2018). Dapat dilihat pada gambar berikut.



**Gambar 2. 3** Komposit Partikel (Widiarta et al., 2018)

### 2.2.2 Resin Epoxy

Resin epoksi, kadang-kadang lebih sering disebut sebagai bahan epoksi, adalah sejenis polimer yang terbuat dari kelompok termoset. Ini diproduksi dengan metode polimerisasi kondensasi dan merupakan bahan plastik yang tidak dapat dilunakkan kembali atau dicetak sampai kering. Selama senyawa kimia yang digunakan sebagai pengontrol untuk polimerisasi ikatan silang diperhitungkan, proses produksi dapat dilakukan pada suhu sekitar. Hal ini membuat lebih mungkin bahwa hasil yang diinginkan akan terwujud. Pada suhu 350 derajat Fahrenheit, kekuatan perekat epoksi mulai melemah di beberapa komponen struktural. *Epoxy* merupakan salah satu jenis polimer yang digunakan dalam material komposit sebagai matriks, pelapis, dan perekat (177oC). Perekat, bahan cetakan, dan bahan pengemas sering dibuat menggunakan resin ini dalam kombinasi dengan komponen lain. Selain itu, ia memiliki berbagai kegunaan, termasuk di sektor pembuatan kapal, mobil, kedirgantaraan, dan peralatan listrik. Bahan dengan konduktivitas termal yang baik, konduktivitas listrik, ketahanan korosi, kekuatan tarik, dan kekuatan lentur sering lebih disukai untuk aplikasi ini (A. Nasution et al. , 2018).

Resin epoksi dibedakan dari bahan lain karena bentuknya yang *amorf*, sulit untuk meleleh, tidak dapat didaur ulang, dan hubungan kovalen yang luar biasa kuat antara atom-atomnya. Resin epoksi menawarkan beberapa kualitas yang menguntungkan, seperti ketahanan terhadap panas dan kelembaban, kemampuan mekanik yang baik, ketahanan terhadap bahan kimia, sifat isolasi, dan sifat perekat yang baik terhadap berbagai bahan. Salah satu kualitas menarik lainnya dari resin epoksi adalah betapa mudahnya membuat dan mengubahnya. Namun, ada kelemahan tertentu pada epoksi, dua yang paling signifikan adalah kerapuhannya dan kerentanannya untuk menyerap kelembaban. Penggunaan epoksi sebagai bahan matriks dibatasi karena kekerasannya yang lemah dan cenderung rapuh. Akibatnya, penelitian saat ini sedang dilakukan untuk menentukan bagaimana membuat bahan matriks atau komponen epoksi lebih tahan lama.(A. Nasution et al., 2018).

### 2.2.3 Pasir Silika

Jenis pasir tambang yang paling umum ditemukan adalah pasir silika, juga dikenal sebagai pasir kuarsa (kode silika), yang merupakan salah satu mineral yang digunakan dalam pertambangan. Baik secara langsung sebagai bahan baku industri maupun secara tidak langsung sebagai bahan penolong, pasir silika semakin sering digunakan di sektor industri. Jenis silika yang banyak dijumpai di alam berpasangan dengan oksigen (sebagai oksida), seperti silika oksida yang terdapat pada pasir kuarsa dan batuan kuarsit. Beberapa wilayah di Indonesia, termasuk Jawa (khususnya wilayah Tuban dan Rembang), Sumatera (khususnya wilayah Bangka Belitung), dan Kalimantan, mungkin memiliki pasir yang sebagian besar terdiri dari silika (wilayah Palangkaraya).



**Gambar 2. 4** Pasir Silika  
(Ningrum, 2020)

Zat yang disebut silika, kadang-kadang disebut sebagai silikon dioksida ( $\text{SiO}_2$ ), dapat ditemukan secara alami di batuan yang disebut pasir kuarsa. Tidak sempurna pada pasir kuarsa yang tersusun dari kristal silika ( $\text{SiO}_2$ ) dihilangkan selama proses pengendapan. Ketika mineral utama seperti kuarsa dan batuan kaya feldspar terpapar ke elemen dan terkikis seiring waktu, pasir kuarsa, juga dikenal sebagai pasir putih, tercipta. Oksida besi, kalsium oksida, oksida alkali, magnesium oksida, lempung, dan senyawa organik yang dihasilkan dari penguraian produk hewani dan tumbuhan akibat pelapukan merupakan mayoritas pengotor yang terbawa selama proses pengendapan (Januarty & Yuniarti, 2017). ). Sebagian besar waktu, komposisi kimia pasir kuarsa di Indonesia menyerupai yang ditunjukkan pada Tabel 2.1.

**Tabel 2. 1** Komposisi Kimia Secara Umum Pasir Kuarsa Di Indonesia

Komponen	Kandungan (%)
$\text{SiO}_2$	55,30 – 99,87
$\text{Fe}_2\text{O}_3$	0,01 – 9,14
$\text{Al}_2\text{O}_3$	0,01 – 19,00
$\text{TiO}_2$	0,01 – 0,49
$\text{CaO}$	0,01 – 3,24
$\text{MgO}$	0,01 – 0,26
$\text{K}_2\text{O}$	0,01 – 1,00

#### 2.2.4 Carbon Nanotubes (CNTs)

*Carbon nanotube* (CNT) adalah Bahan inovatif yang ideal untuk penggunaan umum di berbagai bidang, termasuk energi, nanoteknologi, elektronik, optik, kesehatan, makanan, lingkungan, dan bioteknologi, termasuk molekul karbon berbentuk silinder dengan diameter satu nanometer (Gintu & Puspita, 2020) . Penelitian tentang properti, arsitektur, metode sintesis, dan penggunaan CNT telah berkembang pesat sejak penemuan Iijima pada tahun 1991. Iijima-lah yang menemukan ini. Karena sifat listrik, mekanik, dan termal CNT yang ditingkatkan serta luas permukaannya yang luas dan ukuran partikel yang relatif kecil, produksinya meningkat (nanometer).(Saputri & Saraswati, 2021).



**Gambar 2. 5** *Carbon NanoTubes*  
(Alfian, 2018)

### **2.2.5** *Fly Ash*

Pengertian abu layang batubara yang diberikan dalam SNI 03-6414-2002 adalah sampah yang halus, bulat, dan pozzolan. Limbah ini merupakan hasil pembakaran batubara di dalam tungku PLTU (Bestarino, 2020). Ketika batubara dibakar, bahan yang disebut *fly ash* dihasilkan. Hal ini dibedakan dengan ukuran butir halus dan warna abu-abu (Gunawan, Wiliam Nico; Manoppo, Fabian J; Sarajar, 2018). *Fly ash* adalah campuran dari beberapa zat kimia yang berbeda, yang paling penting adalah kalsium oksida, alumina, oksida besi, dan silika ( $\text{SiO}_2$ ) ( $\text{CaO}$ ). Komponen lain dari *fly ash* antara lain karbon, magnesium oksida ( $\text{MgO}$ ), dan titanium dioksida ( $\text{TiO}_2$ ) (Desianti et al., 2018).

Pada kenyataannya, *fly ash* tidak memiliki kemampuan untuk mengikat seperti semen, tetapi karena teksturnya yang halus dan adanya air, silika oksida yang ada dalam abu batubara akan bereaksi secara kimia dengan kalsium hidroksida yang dihasilkan selama proses hidrasi semen untuk menghasilkan zat dengan kemampuan yang lebih besar. *Fly ash* diklasifikasikan sebagai sampah B-3, yang mengacu pada unsur berbahaya dan beracun, berdasarkan PP 18 tahun 1999 dan PP 85 tahun 1999. Kode limbahnya adalah D 223, dan logam berat yang diketahui berkontribusi terhadap pencemaran lingkungan, adalah kontaminan utama yang dikandungnya. (Izzaty et al., 2021).



**Gambar 2. 6** *Fly Ash*  
(Sumber : Usman, 2018)

*Fly ash* dicirikan memiliki butiran yang relatif kecil karena berat jenisnya berkisar antara 2,15 hingga 2,6 dan dapat melewati saringan No. 325 (45 milimeter). Selain itu, ia digambarkan memiliki warna hitam abu-abu gelap. Komite ACI 226 menyumbangkan informasi ini. *Fly ash* yang dihasilkan dari pembakaran batubara

mengandung sekitar 80% silika dan alumina, dengan beberapa silika berada dalam keadaan amorf. Komponen mineral utama *fly ash* batubara adalah kuarsa dan *mullite*, dan memiliki kepadatan 2,23 gram per sentimeter kubik, kadar air sekitar 4%, dan karakteristik ini. Semuanya membentuk karakteristik fisiknya. Selain itu, abu layang dari batubara mengandung SiO<sub>2</sub> dengan persentase 58,75%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dengan proporsi 25,82%, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dengan persentase 5,30%, CaO dengan persentase 4,66%, Magnesium oksida dengan persentase 3,30%, dan lainnya. unsur dengan persentase 0,81 %. (Chandra & Firdaus, 2021). Beberapa unsur berat yang mungkin ada dalam *fly ash* batubara adalah tembaga (Cu), timbal (Pb), seng (Zn), kadmium (Cd), dan krom (Cr).(Setiawati, 2018).

**Tabel 2. 2** Komposisi (%) *Fly Ash* Batubara

Senyawa	Jenis Batubara		
	Bituminous (%)	Sub-Bituminous (%)	Lignite (%)
SiO <sub>2</sub>	20 – 60	40 – 60	15 – 45
Al <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	5 – 35	20 – 30	10 – 25
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	10 – 40	4 – 10	4 – 15
CaO	1 – 12	5 – 30	14 – 40
MgO	0 – 5	1 – 6	3 – 10
K <sub>2</sub> O	0 – 3	0 – 4	0 – 4
Na <sub>2</sub> O	0 – 4	0 – 2	0 – 6
SO <sub>3</sub>	0 – 4	0 – 2	0 – 10
LOI	0 – 15	0 – 3	0 – 5

(Sumber: Izzaty et al., 2021)

### 2.2.6 Kekerasan Permukaan

Ketika suatu zat dimuat dari luar, kekerasannya memiliki dampak signifikan pada seberapa tahannya terhadap deformasi plastis. Kekerasan material dievaluasi menggunakan lekukan *mikro Vickers* selama pengujian ini. Kekerasan material ditentukan dengan menggunakan panjang diagonal stempel indentor. Indentor berbentuk seperti piramida berlian, dan sudut antara sisi yang berlawanan adalah 136 derajat. Rumus tersebut dapat digunakan untuk menentukan nilai kekerasan Vickers. (M. Nasution & Nasution, 2020).

$$VHN = \frac{2P \sin\left(\frac{\theta}{2}\right)}{d^2} = \frac{(1,854)P}{d^2} \dots\dots\dots (2.1)$$

Dengan :

- VHN = nilai kekerasan spesimen (kg/mm<sup>2</sup>)
- P = beban terpasang (kg)
- D = diameter rata-rata bekas injakan indentor (mm)
- θ = sudut piramida intan (136<sup>0</sup>)



### 2.2.7 Pengertian Absorpsi

Absorpsi adalah metode yang digunakan untuk menghilangkan partikel dari campuran gas. Dalam prosedur ini, zat awalnya melekat pada permukaan adsorben cair sebelum dilarutkan. Dalam hal penyerapan kimia, gaya-gaya ini juga dapat ditambah dengan ikatan kimia, tetapi dalam kasus penyerapan fisik, kelarutan gas yang akan diserap dapat diinduksi murni oleh gaya fisik (dalam penyerapan kimia). Bagian gas yang dapat terikat secara kimia akan larut lebih cepat dan lebih cepat daripada bagian yang tidak dapat terikat secara kimia. Karena itu, penyerapan kimia lebih unggul daripada penyerapan fisik dalam efektivitas. (Arsad & Dwilia Pebrinia, 2018).

Spesimen ditimbang menggunakan digital baik sebelum peredaman maupun setelah perendaman.

### 2.2.8 Pengertian Metode Taguchi

Metode Taguchi adalah salah satu strategi desain eksperimental yang dapat digunakan dalam eksperimen untuk menegaskan bahwa nilai parameter dapat dikontrol dengan tujuan meningkatkan kualitas produk dan mengurangi ketidakpastian yang disebabkan oleh parameter gangguan. Untuk mencapai sasaran memperbaiki kualitas produk metode taguchi menjadikan proses dan benda kerja tidak sensitif terhadap parameter gangguan (*noise*) dari berbagai hal yaitu material, tenaga kerja dari manusia, perencanaan manufaktur serta keadaan-keadaan operasional (Cahyo, 2021).

Dalam metode taguchi terdapat beberapa kelebihan dari metode yang lainnya. Adapun kelebihan-kelebihan dari metode taguchi yaitu sebagai berikut (Cahyo, 2021):

1. Lebih efisien dikarenakan dapat melakukan penelitian yang menyertakan dua parameter atau lebih dan dapat melibatkan banyak level.
2. Mendapatkan proses yang menghasilkan benda kerja secara stabil dan kokoh terhadap parameter gangguan yang tidak dapat terkendali.
3. Menyimpulkan hasil dari respon yang optimal pada penentuan respon parameter dan level dari parameter yang terkendali.

Dari kelebihan-kelebihan yang dimiliki oleh metode taguchi dibandingkan dengan metode lain, metode taguchi juga memiliki beberapa kelemahan yaitu mempunyai rancangan struktur yang sangat kompleks, sehingga dengan hal ini harus lebih hati-hati dalam pemilihan rancangan percobaan dan harus sesuai dengan tujuan penelitian yang diinginkan.

Di dalam Metode Taguchi terdapat tiga karakteristik kualitas yang digunakan yaitu:

- a. *Smaller – the – Better* (STB)

$$SNR_{stb} = -10 \log \left( \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i^2 \right)$$

Dimana :  $SNR_{stb}$  = Rasio SN untuk *smaller the better*  
 $n$  = jumlah data

$y_i$  = data ke-i,

Karakteristik kualitas dimana semakin rendah nilainya, maka kualitas semakin baik.

b. *Larger – the – Better* (LTB)

$$SNR_{ltb} = -10 \log \left( \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{1}{y_i^2} \right)$$

Dimana :  $SNR_{ltb}$  = Rasio SN untuk *larger the better*

$n$  = jumlah data

$y_i$  = data ke-i,

Karakteristik kualitas dimana semakin besar nilainya, maka kualitas semakin baik.

c. *Nominal – the – Better* (LTB)

$$SNR_{ntb} = 10 \log \left( \frac{y^{-2}}{s^2} \right)$$

Dimana :  $SNR_{ntb}$  = Rasio SN untuk *nominal the better*

$n$  = jumlah data

$y_i$  = data ke-i,

Ciri-ciri kualitatif yang menunjukkan peningkatan kualitas antara lain sejauh mana suatu nilai nominal tertentu terlampaui serta sejauh mana nilai tersebut mendekati nilai nominal tertentu tersebut.