

## **BAB II**

### **KAJIAN PUSTAKA**

#### **2.1 Penelitian Terdahulu**

Penelitian sebelumnya yang terkait dengan Analisa Pengaruh Variasi *Pulley* serta variasi waktu pencacahan Pada Mesin Pencacah Batang Singkong Dengan Metode Taguchi adalah sebagai berikut :

1) Penelitian tentang analisa pengaruh putaran pully terhadap unjuk kerja mesin pencacah limbah botol plastik dan softdrink kapasitas 10 kg/jam yang dilakukan oleh (Dian Pratama. S, 2019). Dari penelitian tersebut menghasilkan dari perubahan diameter puli yang dilakukan akan sangat berpengaruh terhadap unjuk kerja mesin pencacah limbah botol plastik dan kaleng softdrink baik dari waktu pencacahan, putaran poros yang dihasilkan maupun kapasitas pencacahannya. Puli yang paling menghasilkan waktu tercepat dalam proses pencacahan botol plastik adalah puli yang berdiameter 89 mm dengan waktu 5,97 menit, dalam proses pencacahan kaleng softdrink menghasilkan, waktu yang lebih cepat dari botol plastik dengan waktu 7,43 menit. Sedangkan waktu yang paling lambat adalah puli berdiameter 63,5 mm dengan waktu 8,27 menit pada proses pencacahan botol plastik.

Puli yang menghasilkan putaran poros yang paling cepat adalah puli berdiameter 89 mm yang mencapai 702,5 Rpm dan putaran poros paling lambat pada puli 63,5 mm dengan putaran 501,22 Rpm. Puli yang menghasilkan kapasitas pencacahan paling besar adalah berdiameter 89 mm pada proses pencacahan kaleng softdrink sebesar 10,038 Kg/jam, dan kapasitas pencacahan yang paling rendah adalah puli berdiameter 63,5 pada proses pencacahan limbah botol plastik sebesar 7,254 Kg/jam.

2) Penelitian tentang potensi pemanfaatan ulang sampah plastik menjadi eco paving block (Luthfianti and Yuriandala, 2020.). Berdasarkan hasil yang didapat pada penelitian ini, paving block dengan penambahan cacahan plastik polyethylene terephthalate (PET) yang menggunakan penambahan sebesar 0,5% memiliki nilai kuat tekan dan daya serap air terbaik

dibandingkan dengan komposisi lainnya. Oleh karena itu, pemanfaatan sampah plastik sebagai agregat untuk pembuatan paving block dapat dilakukan. Adapun volume sampah plastik yang dapat dimanfaatkan dengan pada komposisi penambahan sebesar 0,5% adalah 6.17 cm<sup>3</sup>/paving block. Berdasarkan penelitian ini dapat disimpulkan nilai rata rata kuat tekan yang dapat diterima oleh paving block dengan substitusi cacahan plastik polyethylene terephthalate (PET) untuk tiap komposisi adalah sebagai berikut, pada paving block normal (0%) sebesar 11,32 MPa, pada paving block dengan penambahan 0,3% sebesar 12,31 MPa, pada paving block dengan penambahan 0,4% sebesar 12,70 MPa, pada paving block dengan penambahan 0,5% sebesar 14,55 MPa, dan pada paving block dengan penambahan 0,6% sebesar 11,82 MPa. Nilai persentase kemampuan paving block dengan substitusi cacahan plastik polyethylene terephthalate (PET) untuk tiap komposisi dalam menyerap air adalah sebagai berikut, pada paving block normal (0%) sebesar 10%, pada paving block dengan penambahan 0,3% sebesar 8%, pada paving block dengan penambahan 0,4% sebesar 7%, pada paving block dengan penambahan 0,5% sebesar 5%, dan pada paving block dengan penambahan 0,6% sebesar 9% MPa.

- 3) Penelitian ini tentang analisis variasi diameter pulley pada mesin hidrolik pencetak batu bata terhadap sifat mekanik menggunakan Metode Taguchi (S. Febritasari, 2022) yang bertujuan untuk menganalisis sifat mekanik mesin hidrolik terhadap beberapa variasi diameter pulley yang digunakan pada mesin pencetak batu bata. Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa kondisi optimal hasil pencetakan batu dengan mesin hidrolik pencetak batu bata diperoleh pada puley pompa diameter 3 inci dengan waktu penekanan 10 detik, dan diameter pulley motor 3 inci dengan nilai putaran pompa mesin hidroliknya adalah 1400 rpm, tekanan fluida 300 psi dan rata-rata kekuatan impact sebesar 0,05297 J/mm<sup>2</sup>.

## **2.2 Unjuk Kerja Mesin Pencacah Batang Singkong**

Unjuk kerja mesin pencacah batang singkong unjuk kerja atau prestasi suatu mesin mempunyai hubungan erat dengan cara pengoperasian dan kegunaan dari mesin itu sendiri. Kegunaan mesin pencacah batang singkong

adalah mengolah batang singkong menjadi *eco-paving block* diawali dengan proses mencacah batang singkong yang masih panjang menjadi ukuran kecil-kecil. Mesin pencacah batang singkong merupakan salah satu mesin yang paling dibutuhkan oleh pelaku usaha yang bergerak dibidang daur ulang plastik dan pemanfaatan batang singkong.

### **2.2.1. Cara kerja Mesin Pencacah Batang Singkong**

- 1) Hidupkan atau nyalakan motor listrik sebagai penggerak mesin pencacah batang singkong.
- 2) Masukkan batang singkong ke dalam corong input mesin pencacah.
- 3) Kemudian batang singkong dicacah dengan 6 mata pisau yang terdapat dalam tabung mesin pencacah batang singkong.
- 4) Setelah bahan baku batang singkong dicacah menjadi ukuran kecil - kecil kemudian hasil cacahan batang singkong diarahkan ke corong pengeluaran atau output mesin pencacah batang singkong.
- 5) Selanjutnya menyiapkan wadah penampung hasil cacahan batang singkong pada corong pengeluaran mesin supaya output mesin pencacah mudah diambil.

## **2.3 Bagian-bagian Utama Mesin Pencacah Batang Singkong**

### **2.3.1. Motor**

Motor adalah komponen utama dalam sebuah kontruksi permesinan yang berfungsi sebagai sumber daya mekanik untuk menggerakkan putaran suatu poros. Komponen yang terhubung dengan poros yaitu puli atau roda gigi yang dihubungkan dengan sabuk atau rantai untuk menggerakkan komponen. Motor menurut energi penggerak dibagi menjadi 2 yaitu motor listrik dan motor bakar.

#### **Motor Listrik**

Motor listrik adalah alat untuk mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Perubahan energi dihasilkan dengan mengubah tenaga listrik menjadi magnet yang disebut elektromagnet. Kutub-kutub magnet yang sama akan tolak menolak dan kutub-kutub yang tidak sama akan Tarik-menarik. Gerakan yang dihasilkan dengan cara menempatkan

sebuah magnet pada poros yang dapat berputar dan magnet pada suatu kedudukan yang tetap. Fungsi utama motor listrik dari sebuah konstruksi permesinan berfungsi sebagai penggerak. Gerakan yang dihasilkan oleh motor listrik adalah sebuah putaran poros. Mesin pencacah limbah botol plastik dan kaleng softdrink menggunakan motor listrik sebagai sumber tenaga. Pemilihan motor listrik sebagai sumber tenaga karena memiliki beberapa kelebihan yaitu tidak menimbulkan kebisingan, tidak menimbulkan emisi, konstruksi sederhana, harga murah dan konstruksi relative lebih kecil. Motor listrik memiliki jenis dan karakteristik arus yang masuk dan untuk mekanisme operasinya terbagi menjadi 2, yaitu motor AC dan motor DC. Pada motor AC ada 2 jenis motor, yaitu motor sinkron dan motor induksi.

a) Motor Sinkron

Motor sinkron merupakan motor AC (arus bolak-balik) yang bekerja pada kecepatan tetap atau konstan pada frekuensi tertentu. Kecepatan putaran motor sinkron tidak akan berkurang (tidak slip) meskipun beban bertambah. Kekurangan Motor ini adalah tidak dapat menstar sendiri. Motor ini membutuhkan arus searah (DC) yang dihubungkan ke rotor untuk menghasilkan medan magnet rotor. Motor ini disebut motor sinkron karena kutub medan rotor mendapat tarikan dari kutub medan putar stator hingga turut berputar dengan kecepatan yang sama (sinkron).

b) Motor Induksi

Motor induksi merupakan motor AC yang paling umum digunakan di dalam dunia industri. Pada motor DC arus listrik dihubungkan dan komutator adalah motor menerima su Oleh karena induksi. Gar dibawah ini.



alui sikat-sikat (brushes) atakan. bahwa motor DC motor AC, rotor tidak tetapi dengan induksi. but juga sebagai motor lihat pada gambar 2.1.

Gambar 2. 1 Motor Listrik  
(Sumber : Gunawan., 2017)

### 2.3.2 Pencacahan

Pencacah berfungsi sebagai tempat penghancuran batang singkong menjadi butiran, serbuk atau pecahan. Pada mesin pencacah batang singkong terdapat 2 komponen yang berperan penting dalam proses pencacahan yaitu sebagai berikut :

1. Pisau statis, ditempatkan di kanan dan kiri pada rangka dudukan pisau dan pisau dinamis dipasang pada poros. Pisau statis dapat digeser karena terdapat slot untuk menyesuaikan posisi pisau sesuai dengan ketebalan plastik yang akan dicacah
2. Pisau dinamis dipasang permanen pada bagian rotor. Gambar pencacahan dapat dilihat pada gambar 2.2.



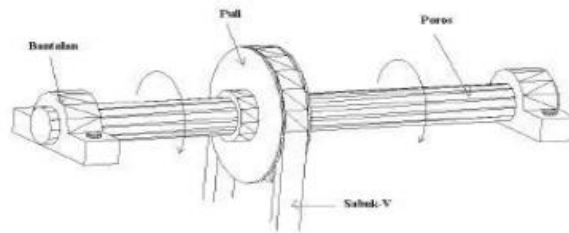
Gambar 2. 2 Pisau Pencacah  
(Sumber : Udin., 2023)

### 2.3.3 Poros

Poros adalah elemen mesin yang berbentuk batang dan umumnya berpenampang lingkaran, berfungsi untuk memindahkan putaran. Poros merupakan salah satu bagian yang terpenting dari setiap mesin. Hampir semua mesin meneruskan tenaga bersama-sama dengan putaran. Peranan utama dalam transmisi seperti itu dipegang oleh poros. Poros dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

#### a. Poros transmisi/Shaft

Poros semacam ini mendapat beban puntir murni atau puntir dan lentur. Daya yang ditransmisikan kepada poros melalui kopling, roda gigi, puli sabuk, atau *sprocket* rantai. Gambar poros transmisi dapat dilihat pada gambar 2.5. berikut.



Gambar 2. 3 Poros transmisi/Shaft  
(Sumber : Ratna Dewi, 2021)

Menurut bentuknya, poros dapat digolongkan atas poros lurus umum, poros engkol sebagai poros utama dari mesin torak, poros luwes untuk transmisi daya kecil agar terdapat kebebasan bagi perubahan arah. Adapun hal-hal penting yang perlu diperhatikan dalam perencanaan sebuah poros yaitu:

#### 1. Kekuatan Poros

Suatu poros transmisi dapat mengalami beban puntir atau lentur atau gabungan antara puntir dan lentur, juga ada poros yang mendapat beban tarik atau tekan seperti poros baling-baling kapal atau turbin. Kelelahan, tumbukan atau pengaruh konsentrasi tegangan bila diameter poros diperkecil (poros bertangga) atau bila poros mempunyai alur pasak, harus di perhatikan. maka

kekuatannya harus direncanakan sebelumnya agar cukup kuat dan mampu menahan beban.

## 2. Kekakuan Poros

Meskipun sebuah poros mempunyai kekuatan yang cukup tetapi jika lenturan atau defleksi puntirnya terlalu besar akan mengakibatkan ketidak telitian (pada mesin perkakas) atau getaran dan suara (misalnya pada turbin dan kotak roda gigi). Karena itu disamping kekuatan poros, kekakuannya juga harus diperhatikan dan disesuaikan dengan macam mesin mesin yang akan dilayani poros tersebut.

## 3. Putaran Kritis

Bila putaran suatu mesin dinaikkan maka pada suatu harga putaran tertentu dapat terjadi getaran yang luar biasa besarnya. Putaran ini disebut putaran kritis. Hal ini dapat terjadi pada turbin, motor torak, motor listrik, dan lain-lain. Dan dapat mengakibatkan kerusakan pada poros dan bagian-bagian lainnya. Jika mungkin, poros harus direncanakan sedemikian rupa hingga putaran kerjanya lebih rendah dari putaran kritisnya.

## 4. Korosi

Terjadi pada poros-poros yang sering berhenti lama. Untuk poros yang memiliki kasus seperti ini maka perlu dilakukannya perlindungan terhadap korosi secara berkala. Jadi pemilihan bahan poros yang terbuat dari bahan anti korosi sangat diperlukan ketika melakukan perancangan sebuah poros mesin produksi.

## 5. Bahan Poros

Poros yang biasa digunakan pada mesin adalah baja dengan kadar karbon yang bervariasi. Kadar karbon menurut golongannya dapat dilihat pada tabel 2.1 dibawah ini :

**Tabel 2. 1 Jenis Baja dan kadar karbon**

No	Golongan	Kadar C (%)
1	Baja lunak	0 - 0,15
2	Baja liat	0,2 – 0,3
3	Baja agak keras	0,3 – 0,5
4	Baja keras	0,5 – 0,8
5	Baja sangat keras	0,8 – 1,2

(Sumber : Sularso., 1997)

Dalam perhitungan poros dapat diketahui dengan melihat dari pembebanan :

- a. Torsi yang terjadi Pada Poros.

$$T = \frac{P.60}{2\pi n} \quad (2.1)$$

- b. Momen yang terjadi Pada Poros.

$$M = F . L \quad (2.2)$$

- c. Putaran Poros yang dihasilkan

$$n_2 \frac{n_1 d_1}{d_2} \quad (2.3)$$

- d. Diameter Poros.

$$d = \sqrt{\frac{16.Te}{\pi.Ts}} \quad (2.4)$$

#### **2.3.4. Sistem Transmisi**

Sistem transmisi adalah sistem yang berfungsi untuk mengkonversi torsi dan kecepatan putar mesin menjadi torsi dan kecepatan yang berbeda-beda untuk diteruskan ke penggerak akhir. Konversi ini mengubah kecepatan putar yang tinggi menjadi lebih rendah dan bertenaga atau sebaliknya. Dalam penelitian ini mesin pencacah serat bambu menggunakan transmisi sabuk dan puli.

##### **2.2.4.1. Transmisi Sabuk dan Pulley**

Macam-macam Sabuk ( Belt ) :

##### **1. Sabuk Rata**

Sabuk rata terbuat dari kulit, kain, plastik, atau campuran (sintetik). Sabuk ini dipasang pada silinder rata dan meneruskan



pada poros yang berjarak kurang dari 2 meter perbandingan transmisi dari 4:8, 4:6, 4:4.

Beberapa keuntungan sabuk datar yaitu :

- Pada sabuk datar sangat efisien untuk kecepatan tinggi dan tidak bising.
- Dapat memindahkan jumlah daya yang besar pada jarak sumbu yang panjang.
- Tidak memerlukan *pulley* yang besar dan dapat memindahkan daya antar *pulley* pada posisi yang tegak lurus satu sama lain. Gambar sabuk datar dapat dilihat pada gambar 2.8. berikut .



Gambar 2. 4 Transmisi sabuk  
(Sumber : Dian Pratama Syahputra., 2019)

## 2. Sabuk Penampang Bulat

Sabuk ini dipergunakan untuk alat alat kecil, alat laboratorium yang digerakkan dengan motor kecil jarak antara kedua poros pendek 30 cm maksimum. Gambar sabuk penampang bulat dapat dilihat pada gambar 2.9. berikut.



Gambar 2. 5 Sabuk penampang bulat  
(Sumber : Dian Pratama Syahputra., 2019)

## 3. Sabuk V

Sabuk-V atau V-belt adalah salah satu transmisi penghubung yang terbuat dari karet dan mempunyai penampang berbentuk trapesium. Dalam penggunaannya sabuk-V dibelitkan mengelilingi alur *pulley* yang berbentuk V pula. Bagian sabuk yang membelit pada puli akan mengalami lengkungan sehingga lebar bagian dalamnya akan bertambah besar. Bagian dalam sabuk diberi serat polister jarak antar kedua poros dapat mencapai 5 meter dengan perbandingan putaran 1 – 1 sampai 7 : 1 Kecepatan putaran antara 10 sampai 20 m/detik Daya yang ditransmisikan dapat mencapai 500 (Kw).

Sabuk-V banyak digunakan karena sabuk-V sangat mudah dalam penanganannya dan murah harganya. Selain itu sabuk-V juga memiliki keunggulan lain yaitu akan menghasilkan transmisi daya yang besar pada tegangan yang relatif rendah jika dibandingkan dengan transmisi roda gigi dan rantai, sabuk-V bekerja lebih halus dan tak bersuara.

Selain memiliki keunggulan dibandingkan dengan transmisi-transmisi yang lain, sabuk-V juga memiliki kelemahan berupa terjadinya sebuah slip. Bagian sabuk yang membelit akan mengalami lengkungan sehingga lebar bagian dalamnya akan bertambah besar.

Berikut ini adalah kelebihan yang dimiliki oleh Sabuk-V:

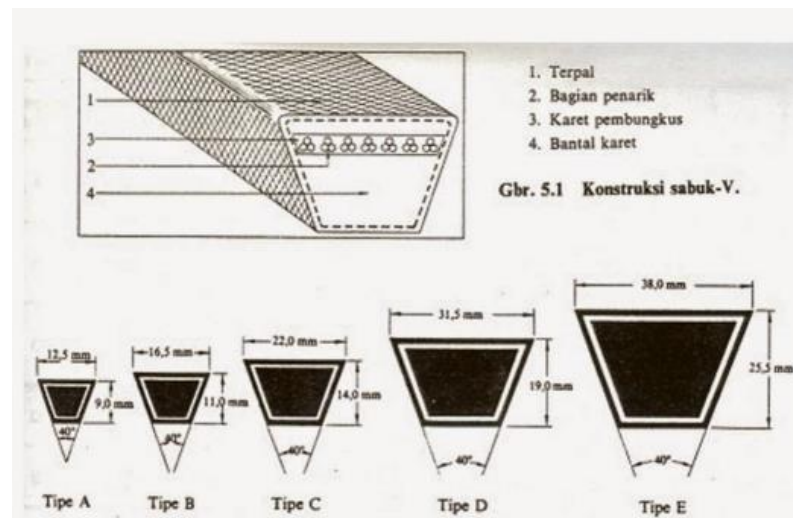
- Sabuk-V dapat digunakan untuk mentransmisikan daya yang jaraknya relatif jauh.
- Mampu digunakan untuk putaran tinggi.
- Dari segi harga Sabuk-V relatif lebih murah dibanding dengan elemen transmisi yang lain.
- Pengoperasian mesin menggunakan Sabuk-V tidak membuat berisik.

Pemilihan sabuk V menurut tipe nya.

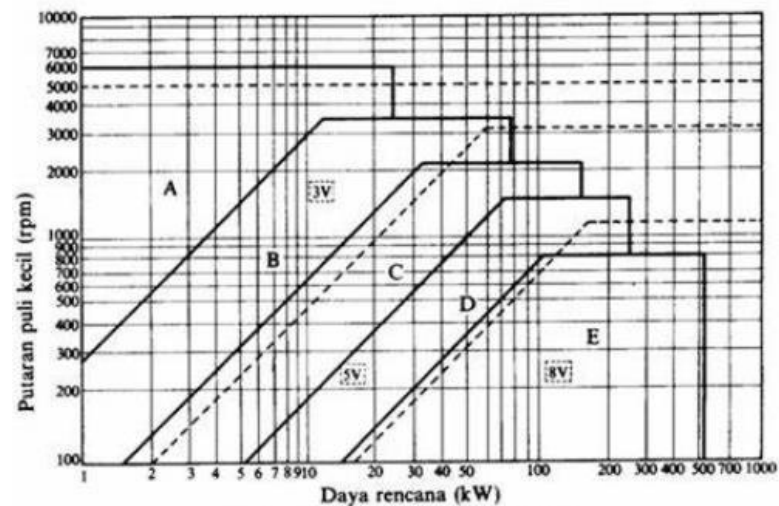
Beberapa tipe dalam pemilihan sabuk V antara lain :

- Tipe A sabuk dengan lebar 12,5 mm x 9 mm.
- Tipe B sabuk dengan lebar 16,5 mm x 11 mm.
- Tipe C sabuk dengan lebar 22 mm x 14 mm.
- Tipe D sabuk dengan lebar 31,5 mm x 19 mm.
- Tipe E sabuk dengan lebar 34 mm x 25,5 mm.

Gambar tipe sabuk dapat di lihat pada gambar 2.10. dibawah ini



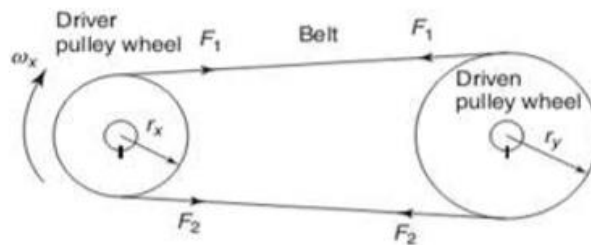
Gambar 2. 6 Tipe sabuk  
(Sumber : Sularso., 1997)



Gambar 2. 7 Diagram pemilihan sabuk V  
(Sumber : Sularso., 1997)

Tipe ini hanya berbeda dimensi penampangnya saja. Pemilihan sabuk ini berdasarkan atas daya yang dipindahkan.

Putaran motor penggerak, putaran motor yang digerakkan, jarak poros, pemakaian sabuk V hanya bisa digunakan untuk menghubungkan poros poros yang sejajar dengan arah putaran yang sama. Tranmisi sabuk lebih halus suaranya bila dibanding dengan transmisi roda gigi atau rantai. Ukuran diameter *pulley* harus tepat, karena kalau terlalu besar akan terjadi slip karena bidang kontaknya lebih lebar/banyak, kalau terlalu kecil sabuk akan terpelintir atau menderita tekukan tajam waktu sabuk bekerja. Gambar 2.12. dibawah ini menjelaskan gaya yang bekerja pada sabuk V.



Gambar 2. 8 Gaya pada sabuk  
(Sumber : Sularso., 1997)

#### 4. Timing Belt

Timing belt merupakan aksi gabungan chain dan sproket pada bentuk flat belt. Bentuk dasarnya merupakan flat yang memiliki gigi-gigi berukuran sama pada permukaan kotak dengan gigi *pulley*. Sebagaimana penggerak gear rantai, membutuhkan kelurusan pada pemasangan *pulley*. Gambar Timing belt dapat dilihat pada gambar 2.13. berikut.



Gambar 2. 9 Timing belt  
(Sumber : Wikipedia., 2017)

### 2.3.4.1 Perbandingan Kecepatan Sabuk V

Perbandingan kecepatan (velocity ratio) pada *pulley* berbanding terbalik dengan diameter *pulley* dan secara sistematis ditunjukkan pada Persamaan 2.5 sebagai berikut :

$$\frac{\eta_2}{\eta_1} = \frac{d_1}{d_2} \quad (2.5)$$

### 2.3.4.2 Kecepatan Linier Sabuk V

Bedasarkan kecepatan linier sabuk dapat dihitung dengan Persamaan 2.6 sebagai berikut :

$$v = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{60} \quad (2.6)$$

### 2.3.4.3 Panjang Sabuk V

Sabuk adalah bahan fleksibel yang melingkar tanpa ujung, secara sistematis panjang sabuk yang melingkar dapat dihitung dengan Persamaan 2.7 sebagai berikut :

$$L = \pi \cdot (r_1 + r_2) + 2 \cdot X + \left( \frac{r_1 + r_2}{X} \right) \quad (2.7)$$

**Tabel 2. 2 Panjang Sabuk V Standar**

Nomor nominal		Nomor nominal		Nomor nominal		Nomor nominal	
(inch)	(mm)	(inch)	(mm)	(inch)	(mm)	(inch)	(mm)
10	254	41	1143	71	2023	101	2921
11	279	42	1168	72	2057	102	2946
12	305	43	1194	73	2083	103	2972
13	330	44	1219	74	2108	104	2997
14	356	45	1245	75	2134	105	3023
15	381	46	1270	76	2159	106	3048
16	406	47	1295	77	2184	107	3073
17	432	48	1321	78	2210	108	3099
18	457	49	1346	79	2235	109	3124
19	483	50	1372	80	2261	110	3150
20	508	51	1397	81	2286	111	3175
21	533	52	1422	82	2311	112	3200
22	559	53	1448	83	2337	113	3226
23	584	54	1473	84	2362	114	3251
24	610	55	1499	85	2388	115	3277
25	635	56	1524	86	2413	116	3302
27	660	57	1549	87	2438	117	3327
28	686	58	1575	88	2464	118	3353
29	711	59	1600	89	2489	119	3378
30	737	60	1626	90	2515	120	3404

31	762	61	1651	91	2540	121	3429
32	787	62	1676	92	2565	122	3454
33	813	63	1702	93	2591	123	3480
34	838	64	1727	94	2616	124	3505
35	889	65	1753	95	2642	125	3531
36	914	66	1778	96	2667	126	3556
37	940	67	1803	97	2692	127	3581
38	965	68	1829	98	2718	128	3607
39	991	69	1854	99	2743	129	3632
40	1016	70	1880	100	2769	130	3658

(Sumber : Sularso., 1997)

#### 2.3.4.4. Tegangan Sisi Kencang dan Sisi Kendor Sabuk V

Sabuk-V terbuat dari karet dan mempunyai penampang trapesium. Sabuk-V dibelitkan dikeliling alur *pulley* yang berbentuk V pula. Gaya gesekan juga akan bertambah karena pengaruh bentuk baji, yang akan menghasilkan transmisi daya besar pada tegangan yang relatif rendah. Maka persamaan tegangan sisi kencang dan sisi kendor sabuk-V secara sistematis dapat ditunjukkan pada Persamaan 2.8. sebagai berikut :

$$2,3 \log \frac{T_1}{T_2} = \frac{\mu \cdot \theta}{\sin \beta} \quad (2.8)$$

#### 2.3.4.5 Sudut Kontak Sabuk V

Sudut kontak adalah sudut antar muka sabuk-V yang berbentuk trapesium. Untuk mencari sudut kontak pada sabuk dapat dihitung melalui Persamaan 2.9, dan 2.10 sebagai berikut:

$$\sin a = \left( \frac{r_1 + r_2}{X} \right) \quad (2.9)$$

$$\theta = (180 - 2 \cdot a) \frac{\pi}{180} \quad (2.10)$$

Daya Yang Ditransmisikan oleh Sabuk-V Berdasarkan tegangan-tegangan dan kecepatan yang terjadi maka daya yang ditransmisikan oleh sabuk-V dapat dihitung dengan Persamaan 2.11 sebagai berikut :

$$P = (T_1 - T_2)v \quad (2.11)$$

### 2.3.5 *Pulley*

*Pulley* merupakan tempat bagi ban mesin/sabuk atau belt untuk berputar. Sabuk atau ban mesin dipergunakan untuk mentrans-misikan daya dari poros yang sejajar. Jarak antara kedua poros tersebut cukup panjang dan ukuran ban mesin yang dipergunakan dalam sistem transmisi sabuk ini tergantung dari jenis ban sendiri. Sabuk/ban mesin selalu dipergunakan dengan komponen pasangan yaitu *pulley*. Dalam transmisi ban mesin ada dua *pulley* yang digunakan yaitu *Pulley* penggerak dan *Pulley* yang digerakkan.

Alat ini sudah menjadi bagian dari sistem kerja suatu mesin, baik mesin industri maupun mesin kendaraan bermotor, memberikan keuntungan mekanis jika digunakan pada sebuah kendaraan. Fungsi dari *pulley* sebenarnya hanya sebagai penghubung mekanis ke AC, alternator, power steering, dan lain-lain. *Pulley* biasanya terbuat dari bahan baku besi cor, baja, aluminium dan kayu. *Pulley* kayu tidak banyak lagi dijumpai. Untuk konstruksi ringan banyak ditemukan pada *pulley* paduan aluminium. Pada mesin pecacah ini, *pulley* yang digunakan dalam pengujian pencacahan adalah *pulley* yang berdiameter 4 inc (sebagai penggerak) sedangkan 4 inc, 6 inc, 8 inc adalah (*pulley* yang digerakkan) dengan bahan dari aluminium. Bentuk *pulley* dapat dilihat pada gambar 2.10. berikut:



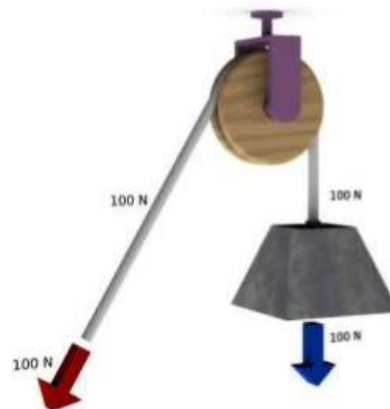
Gambar 2. 10 Pulley  
(Sumber : Udin., 2023)

### 2.3.5.1 Tipe *Pulley*

Terdapat beberapa macam tipe *pulley* yang sering digunakan dalam aktivitas sehari-hari, baik dalam dunia industri besar maupun kecil, yaitu:

#### A. *Pulley* Tetap

*Pulley* tetap atau puli kelas 1 memiliki poros yang tetap, yang berarti porosnya diam atau dipasang pada suatu tempat. *Pulley* tetap digunakan untuk merubah arah gaya pada tali (kabel). Pada *pulley* jenis ini tidak ada penggandaan gaya atau dengan kata lain gaya pada kedua sisi memiliki besar yang sama. Gambar *pulley* tetap dapat dilihat pada gambar 2.11.



Gambar 2. 11 *Pulley* tetap  
(Sumber : Fahmi., 2021)

#### B. *Pulley* Bergerak

*Pulley* bergerak atau puli kelas 2 memiliki poros yang bebas, yang berarti porosnya bebas bergerak pada suatu titik tertentu. *Pulley* bergerak digunakan untuk melipat gandakan gaya. Pada *pulley* jenis ini jika ujung tali diikat pada suatu tempat maka ujung tali yang lain akan melipat gandakan gaya beban yang dipasang pada pulley. Gambar *pulley* bergerak dapat dilihat pada gambar 2.12.

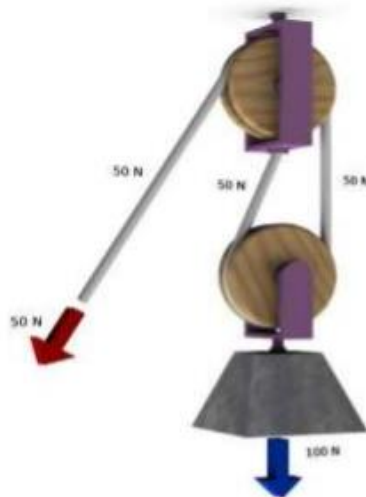




Gambar 2. 12 *Pulley* bergerak  
(Sumber : Fahmi., 2021)

### C. *Pulley* Gabungan

*Pulley* gabungan adalah gabungan dari *pulley* tetap dan *pulley* bergerak. Jenis puli ini terdiri dari minimal satu buah *pulley* yang terpasang pada suatu tempat dan satu *pulley* lainnya yang dapat bergerak. Gambar *pulley* gabungan dapat dilihat pada gambar 2.13.



Gambar 2. 13 *Pulley* gabungan  
(Sumber : Fahmi., 2021)

Perbandingan kecepatan (velocity ratio) pada *pulley* berbanding terbalik dengan perbandingan diameter *pulley*,

dimana secara matematis ditunjukkan dengan persamaan 2.12. berikut:

$$N_1 \times D_1 = N_2 \times D_2 \quad (2.12)$$

Perhitungan waktu rata-rata yang dihasilkan dari perbandingan puli selama 3 kali pencacahan dari masing-masing *pulley* dengan persamaan 2.13. berikut:

$$t_{rata-rata} = \frac{total}{jumlah\ data}$$

Rumus perhitungan Kapasitas

$$Kapasitas = \frac{Berat\ serat}{Waktu\ rata - rata}$$

### 2.3.5.2 Hubungan *Pulley* Dengan Sabuk

Hubungan *pulley* dengan sabuk, *pulley* berfungsi sebagai alat bantu dari sabuk dalam memutar poros penggerak ke poros penggerak lain, dimana sabuk membelit pada *pulley*. Untuk *pulley* yang mempunyai alur V maka sabuk yang dipakai harus mempunyai bentuk V, juga untuk bentuk trapesium.

#### 2.2.4.2.3. Pemakaian *Pulley*

Pada umumnya *pulley* dipakai untuk menggerakkan poros yang satu dengan poros yang lain dengan dibantu sabuk sebagai transmisi daya. Disamping itu *pulley* juga digunakan untuk meneruskan momen secara efektif dengan jarak maksimal. Untuk menentukan diameter *pulley* yang akan digunakan harus diketahui putaran yang diinginkan.

### 2.3.6. Bantalan

Menurut Elemen Mesin Sularso, 1997. Bantalan adalah elemen mesin yang menumpu poros berbeban, sehingga putaran atau gerakan bolak-baliknya dapat berlangsung secara halus, aman, dan panjang umur. Bantalan harus cukup kokoh untuk memungkinkan poros serta elemen mesin lainnya bekerja dengan baik. Jika bantalan tidak berfungsi dengan baik maka prestasi seluruh system akan menurun atau tak dapat bekerja secara semestinya. Jadi, bantalan dalam permesinan dapat disamakan peranannya pondasi pada gedung. (Sularso dan Suga, 1997).

Prinsip kerja bantalan yaitu Apabila ada dua buah logam yang bersinggungan satu dengan lainnya saling bergeseran maka akan timbul gesekan, panas dan keausan. Untuk itu pada kedua benda diberi suatu lapisan yang dapat mengurangi gesekan, panas dan keausan serta untuk memperbaiki kinerjanya ditambahkan pelumasan sehingga kontak langsung antara dua benda tersebut dapat dihindari. Gambar bantalan dapat dilihat pada gambar 2.14.



Gambar 2. 14 Bantalan  
(Sumber : Udin., 2023)

### 2.3.7. Saklar

Saklar merupakan sebuah komponen yang berfungsi untuk memutuskan dan menghubungkan arus listrik. Selain untuk jaringan listrik arus kuat, saklar yang bentuknya kecil banyak dipakai pada komponen alat elektronika arus lemah. Saklar terdiri dari dua bilah logam yang melekat pada sebuah rangkaian dan bisa

terhubung atau terputus sesuai dengan kondisi tersambung ( on ) atau putus ( off ) dalam suatu rangkaian.

Jenis saklar berdasarkan fungsinya sebagai berikut :

#### 1. Saklar tunggal

Fungsi saklar tunggal adalah untuk memutus dan menghubungkan rangkaian listrik. Pada saklar ini terdapat dua titik kontak yang menghubungkan hantaran listrik fasa dengan lampu atau alat yang lain.

#### 2. Saklar kutub ganda

Titik hubung saklar ini ada empat, biasanya digunakan untuk memutus atau menghubungkan hantaran fasa dan nol. Gambar saklar ganda dapat dilihat pada gambar 2.15.



Gambar 2. 15 Saklar ganda  
(Sumber : Udin., 2023)

## 2.4. Alat Ukur

Alat ukur merupakan alat yang digunakan untuk mengukur benda atau kejadian yang dijadikan menjadi sebuah media patokan pengambilan data secara otomatis maupun manual.

### 2.4.1. Timbangan

Timbangan adalah alat yang dipakai melakukan pengukuran massa suatu benda. Timbangan dikategorikan kedalam sistem mekanik dan elektronik atau digital. Salah satu contoh timbangan adalah neraca pegas (dinamometer) neraca pegas adalah timbangan sederhana yang menggunakan pegas sebagai alat untuk menentukan massa benda yang diukurnya. Neraca pegas (seperti timbangan badan) pengukur berat,

defleksi pegasnya ditampilkan dalam skala massa. Gambar timbangan yang dipakai dalam penelitian dapat dilihat pada gambar 2.21.



Gambar 2. 16 Timbangan  
(Sumber : Udin., 2023)

#### 2.4.2. Roll Meter

Roll meter adalah salah satu alat yang berguna sebagai alat untuk mengukur dimensi batang atau profil suatu material dan alat ini pula dapat menjangkau dimensi-dimensi yang jauh lebih panjang cakupannya dan sehingga dapat dikatakan alat ini lebih panjang daerah kerjanya dibandingkan dengan alat ukur lain seperti mistar dan lain-lain yang jangkauan pengukurannya lebih pendek. Hanya saja roll meter ini memiliki tingkat ketelitian setengah milimeter sehingga tidak dapat digunakan untuk ukuran kecil (micro) yang sangat presisi sifatnya. Yang umum digunakan pada perbengkelan, panjang roll meter ini berkisar antara 2 meter sampai 5 meter.



Gambar 2. 17 Roll meter  
(Sumber : Udin., 2023)

### 2.4.3. Stopwatch

Stopwatch adalah suatu alat ukur yang digunakan untuk mengukur waktu yang dibutuhkan dalam melakukan kegiatan yang memiliki ketelitian sampai tingkat detik. Stopwatch ada dua jenis yaitu stopwatch analog dan stopwatch digital. Kedua stopwatch tersebut mempunyai fungsi yang sama yaitu untuk mengukur lama waktu. Perbedaannya hanya terletak pada komponen penyusunnya dan tampilan pembacaannya.

#### a. Stopwatch Analog

Stopwatch analog merupakan jenis stopwatch manual yang menggunakan jarum penunjuk sebagai penunjuk hasil pengukuran jarum penunjuk tersebut seperti pada arloji.

#### b. Stopwatch Digital

Stopwatch digital merupakan jenis stopwatch yang menggunakan layar/monitor sebagai penunjuk hasil pengukuran. Waktu hasil pengukuran dapat kita baca hingga satuan detik. Gambar stopwatch dapat dilihat pada gambar 2.18.



Gambar 2. 18 Stowatch analog dan digital  
(Sumber : Ratna Dewi., 2021)

### 2.5. Batang Singkong

Singkong adalah tanaman pangan yang sudah banyak dibudidayakan petani. Ciri-ciri tanaman singkong mudah dikenali, baik dari daun, batang, bunga, maupun umbinya. Singkong berasal dari kawasan Amerika yang

iklimnya tropis. Tanaman singkong masuk ke Indonesia sekitar abad ke-18. Platma nutfah tanaman ini berasal dari Suriname untuk dikoleksi di Kebun Raya Bogor. Sejak saat itu, singkong dikenal masyarakat Indonesia, bahkan menjadi komoditas pangan kedua terbesar setelah padi.

Bagian tubuh singkong terdiri atas batang, daun, bunga, dan umbi. Ciri-ciri batang singkong yang perlu diketahui, Dalam buku Budidaya 8 Jenis Tanaman Pangan Unggul, disebutkan bahwa batang singkong merupakan kayu yang memiliki ruas-ruas. Warna batang ini juga sangat bervariasi. Saat muda, batang singkong berwarna hijau dan warnanya berubah menjadi keputihan, kelabu, atau hijau kelabu ketika tua. Batang singkong pada bagian dalamnya berlubang, berisi empulur berwarna putih, lunak, dan mempunyai struktur seperti gabus. Batang tanaman singkong berkayu dan beruas dengan ketinggian mencapai lebih dari 3 m. Warna batang bervariasi, ketika masih muda umumnya berwarna hijau dan setelah tua menjadi keputih-putihan, kelabu atau hijau kelabu. Gambar stopwatch dapat dilihat pada gambar 2.19.



Gambar 2. 19 Batang singkong  
(Sumber : Udin., 2023)

## 2.6 Plastik PET

Polietilena tereftalat (PET) adalah polimer termoplastik serbaguna yang termasuk dalam kelompok polimer poliester. Resin poliester sendiri dikenal dengan beberapa sifat unggulnya dalam segi mekanis, termal, dan juga resisten terhadap zat kimia.. PET atau PETE merupakan plastik dengan kode 1. Plastik PET memiliki dimensi yang stabil dan tidak beracun. Secara struktur kimiawi,

polietilena tereftalat (PET) memiliki kemiripan dengan plastik polibutilena tereftalat (PBT). PET pada umumnya memiliki karakter yang sangat fleksibel dan tembus pandang. Bergantung pada proses pembuatannya, plastik PET bisa dibuat menjadi produk dengan sifat kaku maupun semi-kaku.

### **2.6.1 Kelebihan, Kekurangan, Aplikasi plastik PET**

Berikut Kelebihan, Kelemahan, dan aplikasi PET (Indri Stamou, 2022) :

#### **A. Kelebihan Plastik PET**

1. Plastik PET teksturnya keras.
2. Ringan dibawa, sehingga sangat efisien untuk dijadikan kemasan.
3. Memiliki resistensi yang baik terhadap udara.
4. Cocok digunakan untuk produk yang transparan.
5. Mudah didaur ulang.
6. Tidak mudah pecah.
7. Cocok untuk kemasan pangan.
8. PET dapat dikonversi menjadi jenis produk yang bernilai ekonomi tinggi.

#### **B. Kekurangan Plastik PET**

1. Tidak tahan bentur sehingga mudah rusak.
2. Lebih sulit dibentuk.
3. Mudah berubah bentuk jika bersentuhan dengan suhu panas.

#### **C. Pengaplikasian Plastik PET**

PET dapat diaplikasikan ke dalam beberapa produk seperti : botol air mineral dan soda, plester atau perekat, kemasan makanan. Selain itu produk plastik PET juga dapat daur ulang kembali yang akan melewati beberapa proses seperti tahap pencucian atau penanganan zat kimiawi. Setelah melewati proses daur ulang nantinya akan berbentuk serpihan biji plastik yang dapat diolah kembali.



Biji plastik PET itu kemudian dapat diolah lagi menjadi produk diantaranya seperti :

1. Fiber untuk pembuatan karpet, fleece jacket, dan tote bags.
2. Kontainer untuk produk pangan maupun non-pangan.
3. Plastik gulungan dan lembaran.



Gambar 2. 20 Plastik PET  
(Sumber : Indri stamou., 2022)

### **2.7. Eco-Paving block**

*Eco-paving block* merupakan produk conblock yang terbuat dari sampah plastik jenis tertentu, secara spesifik jenis plastik PET dan PETE (*polyethylene terephthalate*). *Conblock* sendiri merupakan jenis material bangunan yang digunakan untuk perkerasan jalan, yang secara konvensional terbuat dari campuran beton dan memiliki dimensi teratur. Untuk *pembuatan eco-paving block*, pencampuran semen dan pasir untuk membuat beton diganti dengan pencampuran plastik tertentu dengan pasir dalam takaran tertentu.

#### **Keunggulan Penggunaan Paving Block**

1. *Paving Block* memiliki daya serap air yang baik, sehingga dapat menjaga keseimbangan air tanah di sekitar bangunan Anda

2. *Paving Block* relatif lebih ringan dibandingkan dengan beton/aspal, sehingga dapat menjadikan satu penopang utama agar pondasi rumah dapat tetap stabil.
3. Dapat tampil dalam berbagai motif, bentuk, warna, dekorasi, dan desain tidak seperti yang biasa digunakan untuk trotoar umum yang berkarakter monoton yang lazim disebut *conblock*.
4. Lebih irit biaya dibandingkan dengan pelapisan dengan menggunakan batu alam.
5. Lebih tahan terhadap cuaca panas terik matahari dan hujan, serta tidak mudah berlubang tidak seperti aspal atau beton
6. Ketika terjadi kerusakan atau cacat, dapat dilakukan penggantian dengan cara mudah. Hanya perlu diganti atau diangkat di bagian yang rusak saja. Pembongkaran dapat dilakukan dengan mudah dan cepat.
7. Lebih mudah dipasang dan tidak terlalu rumit.
8. Dapat di desain sedemikian rupa untuk tampil lebih artistik dan dijadikan eksterior yang menawan, baik untuk luasan tanah skala kecil ataupun besar, terutama pada eksterior. Penampilannya dapat dipadukan dalam design eksterior untuk semakin membuat rumah nyaman dan asri.

#### **Kekurangan Penggunaan *Paving Block***

1. Pasangan *Paving Block* mudah bergelombang bila pondasinya tidak dipasang dengan kuat.
2. *Paving Block* juga kurang cocok untuk dipasang di lahan yang dilalui kendaraan berkecepatan tinggi. Sehingga *Paving Block* hanya cocok untuk dipasang di lahan yang dilalui kendaraan berkecepatan rendah saja misalnya lingkungan permukiman dan perkotaan yang padat.

## 2.8 Uji *Impact*

Uji *impact* menentukan kekuatan material terhadap beban *impact*. Prinsipnya adalah fluktuasi beban diarahkan ke benda uji yang menerima takik. Energi yang dibutuhkan untuk memecahkan sampel dihitung langsung dari selisih energi potensial saat jatuh dan saat mengenai benda. Energi yang dibutuhkan untuk memecahkan sampel dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut:

$$E = m \times g \times R (\cos \beta - \cos \alpha) \quad (2.13)$$

Keterangan :

E = Energi Impact (J)

M = Berat Pendulum (Kg)

G = Gravitasi (9,8 m/s)

R = Panjang lengan pendulum (m)

$\cos \alpha$  = Sudut Awal ( $^{\circ}$ )

$\cos \beta$  = Sudut Akhir ( $^{\circ}$ )

### 2.8.1 Metode *Charpy*

Metode uji *impact* yang digunakan dalam pengujian ialah uji *impact charpy*. Uji *impact Charpy* adalah metode uji destruktif yang digunakan untuk karakterisasi material pada laju regangan tinggi. Ini dilakukan pada plastik dan juga logam. Uji *impact Charpy* memberikan nilai karakteristik untuk kekuatan impak material pada laju regangan tinggi dalam bentuk nilai energi terkait luas permukaan. Pengujian biasanya dilakukan pada suhu sekitar atau suhu rendah.

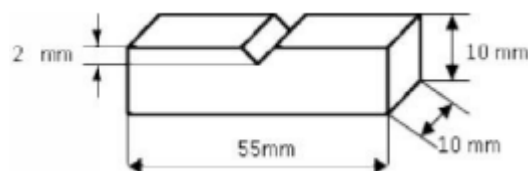
Menurut metode *charpy* memberikan berbagai keuntungan saat pengujian pada suhu rendah, karena titik kontak benda uji pada pendulum *impact* tester relatif jauh dari titik yang dipukul palu bandul. Dengan cara ini, suhu tidak terpengaruh atau ditarik oleh penyangga di area yang

relevan dan spesimen dapat dengan mudah diumpangkan dari kotak yang dikontrol suhu.

### 2.8.2 Standard Spesimen

Spesimen yang dipakai untuk pengujian dengan metode charpy menggunakan standar ASTM D256 yang menghasilkan nilai karakteristik untuk **ketahanan benturan** dan sensitivitas takik pada laju regangan tinggi dalam bentuk nilai energi terkait ketebalan. Uji *impact charphy* sesuai ASTM D256 digunakan pada semua plastik untuk mengkarakterisasi perilaku yang dihasilkan dari tekanan benturan. Tegangan tumbukan lentur diterapkan dengan tumbukan tepi ke spesimen berlekuk yang dicengkeram pada salah satu ujungnya. Hasilnya disajikan sebagai penyerapan energi yang berhubungan dengan ketebalan spesimen.

Dimensi luar spesimen berdasarkan ASTM D256 ditentukan dengan panjang 2,5 inci (63,5 mm) dan tinggi 0,5 inci (12,5 mm). Lebar spesimen cetakan injeksi mungkin antara 0,118 in (3,0 mm) dan 0,5 in (12,5 mm), dimana penggunaan spesimen dengan lebar 1/8 in (3,2 mm) atau 1/4 in (6,35 mm) adalah umum. takik dengan jari-jari 1 mm dan sudut 45° dibuat ke dalam spesimen sehingga ketinggian 0,40 in (10,16 mm) tetap berada di dasar takik. Rincian yang tepat dapat ditemukan dalam spesifikasi bahan yang akan diuji, atau harus dikoordinasikan antara pihak-pihak yang terlibat. Untuk spesimen yang dikerjakan dari komponen, ketebalan dinding komponen biasanya menentukan lebarnya.



Gambar 2. 21 Spesimen uji *impact*  
(Sumber : Gen official., 2022)

## 2.9 Metode Taguchi

Metode Taguchi dicetuskan oleh Dr. Genichi Taguchi pada tahun 1949 saat mendapatkan tugas untuk memperbaiki sistem telekomunikasi di Jepang. Metode ini merupakan metodologi baru dalam bidang teknik yang bertujuan untuk memperbaiki kualitas produk dan proses serta dalam dapat menekan biaya dan resources seminimal mungkin. Sasaran metode Taguchi adalah menjadikan produk robust terhadap noise, karena itu sering disebut sebagai Robust Design. Definisi kualitas menurut Taguchi adalah kerugian yang diterima oleh masyarakat sejak produk tersebut dikirimkan (Hartono, 2012). Filosofi Taguchi terhadap kualitas terdiri dari empat buah konsep, yaitu:

1. Kualitas harus didesain ke dalam produk dan bukan sekedar memeriksanya.
2. Kualitas terbaik dicapai dengan meminimumkan deviasi dari target.
3. Produk harus didesain sehingga robust terhadap faktor lingkungan yang tidak dapat dikontrol.
4. Biaya kualitas harus diukur sebagai fungsi deviasi dari standar tertentu dan kerugian harus diukur pada seluruh sistem.

Karakteristik kualitas adalah hasil suatu proses yang berkaitan dengan kualitas produk yang melalui proses tersebut. Menurut taguchi, karakteristik kualitas yang terukur dapat dibagi menjadi tiga kategori.

1. *Nominal is the best*

Karakteristik kualitas yang menuju suatu nilai target yang tepat pada suatu nilai tertentu.

2. *Smaller the better*

Pencapaian karakteristik apabila semakin kecil (mendekati nol : nol adalah nilai ideal dalam hal ini) semakin baik.

3. *Larger the better*

Pencapaian karakteristik kualitas semakin besar semakin baik.

### **2.8.1 Langkah Penelitian Taguchi**

Langkah-langkah ini dibagi menjadi tiga fase utama yang meliputi keseluruhan pendekatan eksperimen. Tiga fase tersebut adalah fase perencanaan, fase pelaksanaan, dan fase analisis.

1. Fase perencanaan merupakan fase yang paling penting dari eksperimen untuk menyediakan informasi yang diharapkan. Fase

perencanaan adalah ketika faktor dan levelnya dipilih, dan oleh karena itu, merupakan langkah yang terpenting dalam eksperimen.

2. Fase pelaksanaan, ketika hasil eksperimen telah didapatkan. Jika eksperimen direncanakan dan dilaksanakan dengan baik, analisis akan lebih mudah dan cenderung untuk dapat menghasilkan informasi yang positif tentang faktor dan level.
3. Fase analisis adalah ketika informasi positif atau negatif berkaitan dengan faktor dan level yang telah dipilih dihasilkan berdasarkan dua fase sebelumnya. Fase analisis adalah hal penting terakhir yang mana apakah peneliti akan dapat menghasilkan hasil yang positif.

Langkah utama untuk melengkapi desain eksperimen yang efektif adalah sebagai berikut :

- 1 Perumusan masalah : Perumusan masalah harus spesifik dan jelas batasannya dan secara teknis harus dapat dituangkan ke dalam percobaan yang akan dilakukan.
- 2 Tujuan eksperimen : Tujuan yang melandasi percobaan harus dapat menjawab apa yang telah dinyatakan pada perumusan masalah, yaitu mencari sebab yang menjadi akibat pada masalah yang kita amati.
- 3 Memilih karakteristik kualitas (Variabel Tak Bebas) : Variabel tak bebas adalah variabel yang perubahannya tergantung pada variabel-variabel lain. Dalam merencanakan suatu percobaan harus dipilih dan ditentukan dengan jelas variabel tak bebas yang akan diselediki.
- 4 Memilih faktor yang berpengaruh terhadap karakteristik kualitas (Variabel Bebas) : Variabel bebas (faktor) adalah variabel yang perubahannya tidak tergantung pada variabel lain. Pada tahap ini akan dipilih faktor-faktor yang akan diselediki pengaruhnya terhadap variabel tak bebas yang bersangkutan. Dalam seluruh

percobaan tidak seluruh faktor yang diperkirakan mempengaruhi variabel yang diselediki, sebab hal ini akan membuat pelaksanaan percobaan dan analisisnya menjadi kompleks. Beberapa metode yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang akan diteliti adalah brainstorming, flowcharting, dan cause effect diagram.

- 5 Mengidentifikasi faktor terkontrol dan tidak terkontrol : Dalam metode Taguchi, faktor-faktor tersebut perlu diidentifikasi dengan jelas karena pengaruh antara kedua jenis faktor tersebut berbeda. Faktor terkontrol (*control factors*) adalah faktor yang nilainya dapat diatur atau dikendalikan, atau faktor yang nilainya ingin kita atur atau kendalikan. Sedangkan faktor gangguan (*noise factors*) adalah faktor yang nilainya tidak bisa kita atur atau dikendalikan, atau faktor yang tidak ingin kita atur atau kendalikan.
- 6 Penentuan jumlah level dan nilai faktor : Pemilihan jumlah level penting artinya untuk ketelitian hasil percobaan dan ongkos pelaksanaan percobaan. Makin banyak level yang diteliti maka hasil percobaan akan lebih teliti karena data yang diperoleh akan lebih banyak, tetapi banyaknya level juga akan meningkatkan ongkos percobaan.
- 7 Identifikasi Interaksi antar Faktor Kontrol : Interaksi muncul ketika dua faktor atau lebih mengalami perlakuan secara bersama akan memberikan hasil yang berbeda pada karakteristik kualitas dibandingkan jika faktor mengalami perlakuan secara sendiri-sendiri.
- 8 Perhitungan derajat kebebasan (*degrees of freedom/dof*) : Perhitungan derajat kebebasan dilakukan untuk menghitung jumlah minimum percobaan yang harus dilakukan untuk menyelidiki faktor yang diamati.

- 9 Pemilihan Orthogonal Array (OA) : Dalam memilih jenis Orthogonal Array harus diperhatikan jumlah level faktor yang diamati yaitu :
  - a. Jika semua faktor adalah dua level: pilih jenis OA untuk level dua factor.
  - b. Jika semua faktor adalah tiga level: pilih jenis OA untuk level tiga factor.
  - c. Jika beberapa faktor adalah dua level dan lainnya tiga level: pilih yang mana yang dominan dan gunakan Dummy Treatment, Metode Kombinasi, atau Metode Idle Column.
- 10 Penugasan untuk faktor dan interaksinya pada orthogonal array : Penugasan faktor-faktor baik faktor kontrol maupun faktor gangguan dan interaksi-interaksinya pada orthogonal array terpilih dengan memperhatikan grafik linier dan tabel triangular. Kedua hal tersebut merupakan alat bantu penugasan faktor yang dirancang oleh Taguchi. Grafik linier mengindikasikan berbagai kolom ke mana faktor-faktor tersebut. Tabel triangular berisi semua hubungan interaksi-interaksi yang mungkin antara faktor-faktor (kolom-kolom) dalam suatu OA.
- 11 Persiapan dan Pelaksanaan Percobaan : Persiapan percobaan meliputi penentuan jumlah replikasi percobaan dan randomisasi pelaksanaan percobaan.
  - a. Jumlah Replikasi: Replikasi adalah pengulangan kembali perlakuan yang sama dalam suatu percobaan dengan kondisi yang sama untuk memperoleh ketelitian yang lebih tinggi. Replikasi bertujuan untuk: 1) Mengurangi tingkat kesalahan percobaan, 2) Menambah ketelitian data percobaan, dan 3) Mendapatkan harga estimasi kesalahan percobaan sehingga memungkinkan diadakan test signifikansi hasil eksperimen.
  - b. Randomisasi : Secara umum randomisasi dimaksudkan untuk:
    - 1) Meratakan pengaruh dari faktor-faktor yang tidak dapat dikendalikan pada semua unit percobaan,



2) Memberikan kesempatan yang sama pada semua unit percobaan untuk menerima suatu perlakuan sehingga diharapkan ada kehomogenan pengaruh pada setiap perlakuan yang sama.

3) Mendapatkan hasil pengamatan yang bebas (independen) satu sama lain. Pelaksanaan percobaan Taguchi adalah pengerjaan berdasarkan setting faktor pada OA dengan jumlah percobaan sesuai jumlah replikasi dan urutan seperti randomisasi.

12 Analisis Data : Pada analisis dilakukan pengumpulan data dan pengolahan data yaitu meliputi pengumpulan data, pengaturan data, perhitungan serta penyajian data dalam suatu lay out tertentu yang sesuai dengan desain yang dipilih untuk suatu percobaan yang dipilih. Selain itu dilakukan perhitungan dan penyajian data dengan statistik analisis variansi, tes hipotesa dan penerapan rumus-rumus empiris pada data hasil percobaan.

13 Interpretasi Hasil : Interpretasi hasil merupakan langkah yang dilakukan setelah percobaan dan analisis telah dilakukan. Interpretasi yang dilakukan antara lain dengan menghitung persentase kontribusi dan perhitungan selang kepercayaan faktor untuk kondisi perlakuan saat percobaan.

Percobaan Konfirmasi: Percobaan konfirmasi adalah percobaan yang dilakukan untuk memeriksa kesimpulan yang didapat. Tujuan percobaan konfirmasi adalah untuk memverifikasi: 1) Dugaan yang dibuat pada saat model performansi penentuan faktor dan interaksinya, dan 2) setting parameter (faktor) yang optimum hasil analisis hasil percobaan pada performansi yang diharapkan.