

**PERANCANGAN MESIN POMPA AIR BERTENAGA SEPEDA**

**SKRIPSI**



**Oleh:**  
**Ahmad Agus Rianto**  
**150410114**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI**  
**FAKULTAS TEKNIK DAN KOMPUTER**  
**UNIVERSITAS PUTERA BATAM**  
**TAHUN 2019**

# **PERANCANGAN MESIN POMPA AIR BERTENAGA SEPEDA**

## **SKRIPSI**

**Untuk memenuhi salah satu syarat  
Memperoleh gelar sarjana**



**Oleh:  
Ahmad Agus Rianto  
150410114**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNIK DAN KOMPUTER  
UNIVERSITAS PUTERA BATAM  
TAHUN 2019**

## SURAT PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Skripsi ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik (sarjana, dan/atau magister), baik di Universitas Putera Batam maupun di perguruan tinggi lain.
2. Skripsi ini adalah murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain, kecuali arahan pembimbing.
3. Dalam skripsi ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi.

Batam, 07 Agustus 2019  
Yang membuat pernyataan,

*Materai Rp 6.000,00*

**Ahmad Agus Rianto**  
150410114

# **PERANCANGAN MESIN POMPA AIR BERTENAGA SEPEDA**

## **SKRIPSI**

**Untuk memenuhi salah satu syarat  
Memperoleh gelar sarjana**

**Oleh  
Ahmad Agus Rianto  
150410114**

**Telah disetujui oleh pembimbing pada tanggal  
Seperti tertera dibawah ini**

**Batam, 07 Agustus 2019**

**Ganda Sirait, S.Si., M. SI  
Pembimbing**

## ABSTRAK

Proses yang diamati pada penelitian ini adalah Proses penyiraman tanaman. Dalam proses tersebut awalnya petani menggunakan sebuah wadah penampung air ( *Watering pot* ) lokasi perkebunan yang tidak dapat dijangkau oleh Perusahaan listrik Negara ( PLN ) Membuat petani menggunakan *watering pot* sebagai alat untuk menyiram tanaman dan petani juga ingin menghindari biaya tambahan operasional dari penggunaan Tenaga listrik untuk melakukan proses penyiraman. Pada saat proses penyiraman tanaman menggunakan *watering pot* petani menahan bobot air yang berat. Penelitian ini bertujuan untuk Memperoleh hasil Rancangan mesin pompa air bertenaga sepeda untuk penyiraman tanaman yang efektif dan efisien. Dengan Analisis menggunakan metode *Design of Experiment* ( DOE ), *Taguchi*, *Orrtoghonal array* dan *Analysis of Variance* ( ANOVA ) digunakan untuk mencari hasil yang signifikan pada perbandingan hasil *Experiment* yang terdapat pada faktor berpengaruh yaitu menggunakan selang  $1/2$  inch dan selang  $5/8$  inch dengan panjang selang yang digunakan adalah sepanjang 2 meter. Hasil *Experiment* waktu tercepat di dapat pada penggunaan selang  $5/8$  inch dengan waktu proses penyiraman 7.55 menit pada hasil *experiment* ke 6 dan pengolahan data yang didapat adalah faktor berpengaruh yang signifikan pada ANOVA *setting level* nilai rata-rata adalah Faktor A1 Selang  $1/2$  inch dan pada ANOVA *setting level* nilai SNR adalah A2 selang  $5/8$  inch

**Kata kunci :** metode *Design of Experimet*, *Taguchi*, *Orrtoghonal array*, ANOVA

## ABSTRACT

*The process observed in this study is the process of watering plants. In the process the farmers initially used a watering container for the location of the plantation which could not be reached by the State Electricity Company (PLN). The farmers used the watering pot as a means to water the plants and the farmers also wanted to avoid the additional operational costs of using electricity for do the watering process. During the process of watering plants using watering pots, farmers hold heavy water weights. This study aims to obtain the results of the design of a bicycle-powered water pump engine for effective and efficient watering of plants. With the analysis using the Design of Experiment (DOE) method, Taguchi, Orthogonal array and Analysis of Variance (ANOVA) are used to look for significant results on the comparison of Experiment results contained in the influential factors, namely using 1/2 inch interval and 5/8 inch interval the length of the hose used is 2 meters long. The fastest time experiment results obtained at 5/8 inch interval with 7.55 minutes watering process time on the 6th experiment results and the data processing obtained is a significant influential factor on the ANOVA setting the average value level is A1 Factor 1/2 1/2 inch interval and the ANOVA level setting SNR value is A2 interval 5/8 inch*

**Keywords :** *Design of Experiment Method, Taguchi, Orthogonal array, ANOVA*

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat rahmat, karunia dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Adapun tujuan skripsi yang dimaksudkan untuk memenuhi salah satu persyaratan gelar sarjana (S1) pada Fakultas Teknik dan Komputer di Universitas Putera Batam.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak yang memberikan dorongan, bimbingan, petunjuk, dan nasehat dari permulaan sampai selesainya penyusunan skripsi ini. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan rasa terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu Dr. Nur Elfi Husda., S.Kom., M.SI. selaku Rektor Universitas Putera Batam.
2. Dekan Fakultas Teknik dan Komputer Universitas Putera Batam Amrizal, S.kom., M.SI.
3. Bapak Welly Sugianto, S.T, M.M selaku Kepala Program Studi Teknik Industri.
4. Bapak Ganda Sirait, S.Si., M.SI.Selaku dosen bimbingan yang telah membantu dan membimbing pada saat penulisan kripsi.
5. Dosen - dosen Teknik Industri yang telah memberikan masukan dalam menyusun skripsi ini.
6. Pak Weki yang telah memberikan izin melakukan penelitian serta memberikan masukan dan saran kepada penulis untuk kelancaran menyelesaikan materi skripsi ini
7. Terima kasih kepada kedua orang tua dan adik – adik saya yang selalu memberikan semangat untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.
8. Terima kasih kepada teman – teman yang memberikan Semangat untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa dalam penulisan skripsi ini masih jauh dari sempurna, Dengan segala kerendahan hati penulis menyampaikan ucapan terima kasih.

Batam, 07 Agustus 2019

Ahmad Agus Rianto

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN SAMPUL DEPAN</b> .....	i
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	ii
<b>SURAT PERNYATAAN</b> .....	iii
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	iv
<b>ABSTRAK</b> .....	vii
<b>ABSTRACT</b> .....	vi
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	viii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	x
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	vi
<b>DAFTAR RUMUS</b> .....	xii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Identifikasi masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Rumusan Masalah .....	3
1.5 Tujuan Penelitian.....	3
1.6 Manfaat Penelitian.....	3
1.6.1 Manfaat Penelitian Secara Teoritis .....	3
1.6.2 Manfaat Penelitian Secara Praktis.....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	5
2.1 Kajian Teori.....	5
2.1.1 Pengertian perancangan .....	5
2.1.2 Sepeda .....	5
2.1.3 Pompa air .....	5
2.1.4 Pengertian Sabuk atau belt.....	6
2.1.5 Pengertian <i>Pully</i> .....	6
2.1.6 Rantai .....	7
2.1.7 <i>Sproket</i> .....	8
2.3 <i>Design Of Experiment</i> (DOE) .....	8
2.3.1 Metode <i>Taguchi</i> .....	8
2.3.2 <i>Orthogonal Array</i> .....	9
2.3.3 <i>Analisis of Variance</i> (ANOVA).....	9
2.4 Penelitian Terdahulu.....	9
2.5 Kerangka Berpikir .....	12
<b>BAB III Metodologi Penelitian</b> .....	13
3.1 Desain Penelitian .....	13
3.2 Variabel Penelitian .....	14



3.2.1	Alat dan bahan.....	14
3.2.2	Blok Diagram Mesin pompa air bertenaga sepeda. ....	16
3.3	Cara kerja mesin pompa air bertenaga sepeda .....	16
3.4	Teknik Pengumpulan Data .....	17
3.5	Teknik Analisa Data.....	17
3.5.1	Perhitungan nilai rata-rata dan <i>SIGNAL TO NOISE RATIO</i> .....	17
3.5.2	ANOVA Nilai Rata-Rata .....	18
3.5.3	Perhitungan ANOVA nilai SNR.....	20
3.5.4	Selang kepercayaan kondisi optimal.....	21
3.6	Lokasi dan Jadwal penelitian .....	23
3.6.1	Lokasi.....	23
3.6.2	Jadwal Penelitian.....	23
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>		<b>24</b>
4.1	Desain.....	24
4.2	<i>Instrument</i> Penelitian.....	27
4.3	Pengolahan data.....	27
4.3.1	Penetapan Faktor dan level faktor.....	28
4.3.2	Data hasil pengamatan .....	28
4.3.3	Perhitungan nilai rata-rata dan SNR .....	29
4.3.4	Perhitungan <i>Analisis of variance</i> (ANOVA) Nilai rata-rata. ....	30
4.3.5	Perhitungan untuk ANOVA Nilai SNR .....	35
4.3.5	<i>Setting Level</i> .....	39
4.5.4	Selang kepercayaan kondisi optimal.....	39
<b>BAB V SIMPULAN DAN SARAN .....</b>		<b>43</b>
5.1	Simpulan.....	43
5.2	Saran .....	43
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>44</b>
<b>LAMPIRAN</b>		
	Lampiran 1. Pendukung Penelitian .....	46
	Lampiran 2. Daftar Diwayat Hidup.....	56
	Lampiran 3. Surat Keterangan Penelitian.....	58

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Pompa air.....	5
Gambar 2.2 Belting .....	6
Gambar 2.3 <i>Pully</i> .....	6
Gambar 2.4 Rantai .....	7
Gambar 2.5 <i>Sproket</i> .....	8
Gambar 2.6 Kerangka Berpikir .....	12
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> desain penelitian .....	13
Gambar 3.2 Blok Diagram Mesin pompa air bertenaga sepeda.....	16
Gambar 3.3 Lokasi perkebunan sayur milik pak Weki.....	23
Gambar 4.1 desain awal dua dimensi tampak dari kanan .....	24
Gambar 4.2 desain awal dua dimensi tampak dari kiri. ....	25
Gambar 4.3 desain awal dua dimensi tampak dari atas. ....	26
Gambar 4.4 desain awal dua dimensi tampak dari depan. ....	26
Gambar 4.5 Grafik Respon nilai rata-rata .....	31
Gambar 4.6 Grafik Respon hasil nilai SNR .....	36
Gambar 4.7 Hasil akhir Perancangan mesin pompa air bertenaga sepeda.....	42

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu .....	10
Tabel 3.1 Alat dan bahan .....	14
Tabel 3.2 Penugasan matriks orthogonal array L8.....	17
Tabel 3.3 Jadwal penelitian.....	23
Tabel 4.1 Faktor dan level faktor .....	28
Tabel 4.2 Hasil pengujian pada alat .....	28
Tabel 4.3 Perhitungan nilai Rata-rata dan SNR .....	29
Tabel 4.4 Respon hasil nilai rata-rata.....	30
Tabel 4.5 Hasil seluruh perhitungan ANOVA untuk nilai rata-rata .....	33
Tabel 4.6 Perhitungan Hasil ANOVA setelah perhitungan <i>Pooling up</i> .....	34
Tabel 4.7 Respon hasil nilai SNR .....	36
Tabel 4.8 ANOVA Nilai SNR .....	38
Tabel 4.9 <i>Setting level</i> nilai rata-rata.....	39
Tabel 4.10 <i>Setting level</i> nilai SNR .....	39

## DAFTAR RUMUS

Halaman

Rumus 3.1 : perhitungan nilai rata-rata untu hasil eksperimen.....	17
Rumus 3.2 : perhitungan nilai SNR untuk hasil eksperimen .....	17
Rumus 3.3 : Menghitung nilai rata-rata semua <i>eksperiment</i> .....	18
Rumus 3.4 : Menghitung nilai rata-rata pada setiap level faktor .....	18
Rumus 3.5 : Menghitung nilai <i>total sum of square</i> .....	18
Rumus 3.6 : Menghitung <i>nilainsum of squares due to mean</i> .....	18
Rumus 3.7 : Menghitung nilai <i>sum of squaes due to factors</i> .....	18
Rumus 3.8 : Menghitung nilai <i>mean sum of squares error</i> .....	18
Rumus 3.9 : Menghitung nilai <i>sum of squares due to error</i> .....	18
Rumus 3.10 : Menghitung derajat bebas.....	18
Rumus 3.11 : Menghitung nilai <i>mean sum of squares</i> .....	18
Rumus 3.12 : Menghitung nilai <i>F ratio</i> .....	19
Rumus 3.13 : Menghitung <i>pure sume of squares</i> .....	19
Rumus 3.14 : Menghitung <i>percent contribution</i> .....	19
Rumus 3.15 : <i>sume of squares pooled e</i> .....	19
Rumus 3.16 : derajat bebas <i>pooled e</i> .....	19
Rumus 3.17 : <i>mean sum of squares pooled e</i> .....	19
Rumus 3.18 : Menghitung nilai rata-rata SNR seluruh <i>eksperiment</i> .....	20
Rumus 3.19 : Menghitung nilainrata-rata SNR setiap level faktor .....	20
Rumus 3.20 : Menghitung nilai <i>total sum of squares</i> .....	20
Rumus 3.21 : Menghitung <i>nilai sum of squares due to mean</i> .....	20
Rumus 3.22 : Menghitung nilai <i>sum of squares due to factors</i> .....	20
Rumus 3.23 : Menghitung derajat bebas.....	20
Rumus 3.24 : Menghitung nilai <i>mean sum of squares</i> .....	20
Rumus 3.25 : Menghitung nilai <i>F Ratio</i> .....	20
Rumus 3.26 : Menghitung pure sum of squares.....	20
Rumus 3.27 : Menghitung percent contribution .....	21
Rumus 3.28 : Perkiraan nilai kondisinoptimal untuk nilai rata-rata untuk seluruh data .....	21
Rumus 3.29 : Perhitungan selang kepercayaan.....	21
Rumus 3.30 : Didapatkan selang kepercayaan nilai SNR optimal.....	21
Rumus 3.31 : Perkiraan nilai kondisi optimal untuk nilai SNR rata-rata. Nilai rata-rata untuk SNR seluruh data .....	22
Rumus 3.32 : Perhitungan nilai selang kepercayaan.....	22
Rumus 3 33 Didapatkan selang kepercayaan nilai SNR optimal.....	22

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Indonesia saat ini mengalami penurunan harga bahan pangan sehingga mengakibatkan daya beli petani pun ikut turun. Hal tersebut di karenakan tingginya biaya operasional dalam proses bercocok tanam dari proses pembibitan ,pemeliharaan tanaman, sampai pada tahap proses panen tanaman. petani menjadi kurang berminat untuk bercocok tanam kembali karena tingginya biaya operasional pada saat pemeliharaan tanaman khususnya tanaman sayuran yang biasanya petani Tanam seperti sayur mayur.

Perkebunan sayur mayur yang berada di daerah sungai Lekop batu aji batam, yang memiliki luas perkebunan tidak terlalu besar yang luasnya hanya 26 meter x 28 meter ,dan memiliki rumah pembibitan yang luasnya 4 meter x 10 meter. Lokasi perkebunan berada jauh dibelakang perbukitan dan jauh dari jangkauan Perusahaan listrik Negara (PLN). Membuat petani melakukan proses Penyiraman tanaman dengan menggunakan Wadah penampung air yaitu *Watering Pot* yang berbobot 25 liter yang digunakan dengan cara dijinjing untuk menyiram tanaman, proses tersebut dilakukan selama 90 menit sebanyak 3 kali dalam sehari penyiraman dengan menggunakan wadah penampung air berbobot 25 liter petani menahan bobot air yang berat selama proses penyiraman. petani juga melakukan proses penyiraman pestisida untuk menjaga tanaman sayur mayur dari wabah hama, pada saat penyiraman pestisida petani menahan bobot air pada bagian punggungnya.

Sumber tenaga pompa air secara manual yang bisa digunakan tidak membutuhkan biaya tambahan operasional dan meringankan proses pemeliharaan petani di antaranya adalah sepeda, karena sepeda memiliki sistem rantai-sproket yang bisa meringankan tekanan saat sepeda dikayuh dan penggunaan sistem sabuk-puli untuk mendapatkan putaran yang konstan untuk pompa air. sistem rantai-sproket dan sistem sabuk-puli digunakan untuk mendapatkan putaran yang konstan karena

sumber tenaganya adalah tenaga manusia dan tergantung pada kondisi fisik yang di alami petani.

Perkebunan yang tidak jauh dari jangkauan arus listrik PLN melakukan proses penyiraman tanaman menggunakan pompa air Bermotor Listrik. Perkebunan yang tidak dapat di jangkau oleh Listrik PLN biasanya menggunakan pompa air bermesin Diesel. Kedua mesin Pompa air tersebut menggunakan motor listrik Dan mesin diesel sebagai sumber Tenaga utama dari pompa air tersebut. dan petani membutuhkan biaya tambahan operasional seperti biaya listrik dan biaya bahan bakar minyak. Untuk menghindari biaya tambahan operasional tersebut petani menggunakan wadah penampung air yang berbobot 25 liter yang disebut *Watering pot*

Berdasarkan Uraian di atas, maka penelitian ini termotivasi untuk melakukan perancangan Mesin pompa air bertenaga sepeda tanpa menggunakan tenaga listrik Dan bahan bakar minyak. untuk menghindari biaya tambahan operasional pada saat pemeliharaan tanaman sayuran .

## **1.2 Identifikasi masalah**

Dari uraian latar belakang di atas, maka dapat disusun identifikasi sebagai berikut :

- a. Lokasi perkebunan yang tidak terjangkau oleh listrik
- b. Menghindari biaya tambahan operasional pada saat pemeliharaan tanaman sayuran
- c. Membantu petani agar tanaman tidak layu
- d. Membantu petani untuk meningkatkan jumlah produksi sayur mayur
- e. Membantu petani agar tanaman tidak terkena hama
- f. Kelelahan fisik petani dalam pemeliharaan tanaman

### **1.3 Batasan Masalah**

Pembatasan masalah dalam penelitian diperlukan agar tidak menyimpang dari pokok permasalahan yang akan diteliti. Penelitian ini dibatasi dalam lingkup :

- a. Pendekatannya menggunakan metode *Design Of Experiment*.
- b. Lokasi perkebunan yang berada di perbukitan sei lekop batu aji.
- c. Energi alternatif dengan alat sepeda yang dimodifikasi sebagai alat pembantu penggerak.
- d. Sumber Tenaga manusia sebagai penggerak sepeda.
- e. Kapasitas wadah penampungan air 25 liter.

### **1.4 Rumusan Masalah**

Dari uraian latar belakang di atas, maka dapat disusun perumusan sebagai berikut :

Bagaimana merancang mesin pompa air bertenaga sepeda untuk penyiraman tanaman yang efektif dan efisien?

### **1.5 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

Untuk memperoleh hasil rancangan mesin pompa air bertenaga sepeda untuk penyiraman tanaman yang efektif dan efisien.

### **1.6 Manfaat Penelitian**

Manfaat yang dapat diharapkan dari penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

#### **1.6.1 Manfaat Penelitian Secara Teoritis**

Untuk menambah pengetahuan tentang mesin pompa air bertenaga sepeda untuk penyiraman tanaman.

### **1.6.2 Manfaat Penelitian Secara Praktis**

- a. Petani menjadi menghemat biaya dan membantu petani menggunakan alat pompa air yang efisien.
- b. Bisa digunakan sebagai referensi untuk penelitian selanjutnya.
- c. Menambah wawasan penulis tentang kegunaan lain dari sepeda.



## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Kajian Teori**

##### **2.1.1 Pengertian perancangan**

perancangan adalah strategi atau suatu kegiatan bertujuan untuk mendesain sistem baru yang dapat memecahkan masalah yang akan dihadapi dan mendapatkan solusinya (Sinaulan, 2015 : 60).

##### **2.1.2 Sepeda**

Sepeda adalah Alat transportasi sederhana yang tidak menggunakan motor digerakkan dengan cara di kayuh yang sumber tenaga utamanya adalah tenaga manusia.

Fungsi sepeda sebagai kerangka dari perancangan alat yang akan dibuat akan di susun pada bagian sepeda karena model dari sepeda yang digunakan adalah model sepeda gunung, karena model sepeda gunung memiliki sistem *sproket* yang berfungsi untuk meringankan beban saat sepeda dikayuh.

##### **2.1.3 Pompa air**



**Gambar 2.1 Pompa air**

Pompa adalah suatu alat atau mesin yang dapat digunakan untuk memindahkan cairan dari suatu tempat ke tempat yang lain. Pompa beroperasi dengan prinsip

membuat perbedaan tekanan antara bagian masuk (*suction*) dengan bagian keluar (*discharge*). Dengan kata lain, pompa berfungsi mengubah tenaga mekanis dari suatu sumber tenaga (penggerak) menjadi tenaga kinetis (kecepatan), dimana tenaga ini berguna untuk mengalirkan cairan dan mengatasi hambatan yang ada sepanjang pengaliran (Usman & Romadhon, 2017 : 34).

#### 2.1.4 Pengertian Sabuk atau Belt



**Gambar 2.2 Belting**

Sabuk (*belting*) adalah bahan *Elastis* terbuat dari bahan getah karet berbentuk melingkar dan tidak memiliki ujung, untuk menghubungkan secara mekanis dua *pully* yang berputar. *Belting* digunakan sebagai penghubung sumber penggerak, penyalur tenaga yang efisien dengan cara *Belting* dilingkarkan pada *pully*.

Sabuk (*Belting*) digunakan untuk mentransmisikan Tenaga dari *pully* penggerak ke *pully* yang akan digerakkan. *Belting* digunakan sebagai pentransmisi karena diharapkan tidak terjadi selip. Sabuk yang akan digunakan disesuaikan dengan putaran dan tenaga yang diinginkan. (Daskiro, 2018 : 77).

#### 2.1.5 Pengertian *Pully*



**Gambar 2.3 *Pully***

*Pully* adalah salah satu dari berbagai macam suatu transmisi. *Pully* berbentuk seperti katrol bulat. Dalam penggunaannya *pully* selalu berpasangan yaitu 2 *pully* dan dihubungkan menggunakan sabuk (*belting*).

*Pully* termasuk bagian terpenting pada mesin sehingga dalam pembuatan *pully* perlu dipertimbangkan dengan baik untuk kekuatan *pully*, dinilai dari proses pengerjaan hingga nilai ekonomis bahan *pully*. Bahan *pully* terbuat dari aluminium dan ada pula yang terbuat dari bahan besi cor tergantung pada kebutuhannya. Besi cor merupakan bahan baku yang pertama kali digunakan pada pembuatan *pully*, bahan besi cor bisa menerima dan dapat mentransmisikan tenaga yang besar sehingga biasa digunakan pada mesin industri, mesin pertanian, dan mesin otomotif (Daskiro, 2018 : 76).

#### **2.1.6 Rantai**



**Gambar 2.4 Rantai**

Rantai terbuat dari banyak mata rantai di *rigid* yang disambungkan satu sama lain disambungkan menggunakan pin agar dapat *fleksibel* mengikuti bentuk *sproket*. *Sproket* atau roda gigi dan rantai ter-*constrain* satu sama lain untuk bergerak atau berputar bersama tanpa mengalami gangguan selip, sehingga menghasilkan kecepatan putaran yang sempurna.

### 2.1.7 Sproket



**Gambar 2.5 Sproket**

*Sproket* atau roda gigi adalah suatu alat yang mentransmisikan Tenaga dari penggerak yang dihubungkan menggunakan rantai ke alat yang akan di gerakkan *Sproket*.

### 2.3 *Design Of Experiment (DOE)*

*Design of experiment* mengacu pada metode dan teknik dalam mendefinisikan dan untuk menyelidiki semua kemungkinan pada kondisi dalam sebuah *experiment* terdiri dari beberapa faktor (David, Damayanti, & Eka, 2016 : 3053).

Tujuan dari desain *eksperimental* dibagi beberapa poin. Pertama yaitu untuk menentukan variabel *input* atau faktor mempengaruhi respon, kedua yaitu menentukan variabel *input* yang membuat respon mendekati nilai yang diinginkan dan yang ketiga yaitu menentukan variabel *input* yang menyebabkan variabel respon berubah menjadi kecil (David et al., 2016 : 3053).

#### 2.3.1 *Metode Taguchi*

*Metode Taguchi* adalah salah satu dari disiplin ilmu dalam mengembangkan konsep dari optimasi melalui *design of experiment*. *Metode Taguchi* benar-benar berlaku dan juga memberikan efektifitas ketika digunakan pada suatu *eksperiment* terdiri dari beberapa faktor, namun pada pengetahuan awal dalam suatu *eksperiment*

adalah prasyarat dalam melakukan percobaan untuk menentukan tingkat yang sesuai dan juga faktor desain (David et al., 2016 : 3053).

### **2.3.2 Orthogonal Array**

Pada tahap *Taguchi*, setelah tahap perencanaan dan percobaan telah disimpulkan, proses berikutnya yaitu mengembangkan *design of experiment*. pada melaksanakan metodologi rekayasa kualitas, menentukan matriks *orthogonal array* sangat penting dan sesuatu yang tidak dapat diabaikan. *Orthogonal array* diatur berdasarkan suatu pada tingkat faktor seimbang dan bisa dipisahkan dari faktor lain yang mempengaruhi *eksperiment* (David et al., 2016 : 3053).

### **2.3.3 Analisis of Variance (ANOVA)**

Analisis tabel varians (ANOVA) untuk variabel respon merupakan alat yang sangat berguna dalam mengidentifikasi efek utama dan interaksi beberapa faktor yang signifikan pada statistik cara. Analisis *of variance* (ANOVA) mampu memperluas pengujian dari kesamaan rata-rata 2 nilai dan menjadi rata-rata dari beberapa nilai yang sama secara bersamaan (David et al., 2016 : 3053).

## **2.4 Penelitian Terdahulu**

Penelitian Terdahulu merupakan sebagai acuan peneliti untuk melakukan penelitian untuk dapat memperbanyak teori pada saat melakukan penelitian. Penelitian terdahulu yang sudah dikumpulkan, peneliti tidak menemukan judul yang sama dengan penelitian yang peneliti lakukan. Berikut ini adalah penelitian terdahulu yang berkaitan dengan penelitian yang telah dilakukan peneliti :

**Tabel 2.1** Penelitian Terdahulu

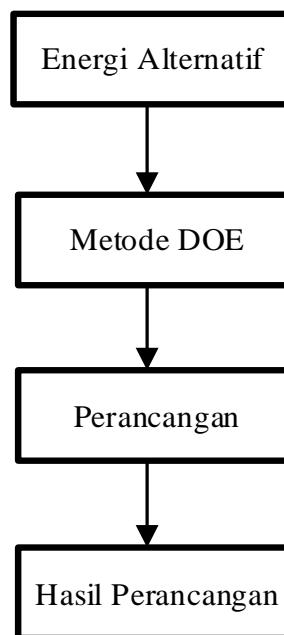
<b>Nama Peneliti</b>	<b>Judul Penelitian</b>	<b>Hasil Penelitian</b>
(Amir Mahyar Khorasani & dkk, 2011)	<i>Tool Life Prediction in Face Milling Machining of 7075 Al by Using Artificial Neural Networks (ANN) and Taguchi Design of Experiment (DOE).</i>	Hasil perancangan ini adalah korelasi untuk pelatihan dan tes diperoleh 0,96966 Dan 0,94966 masing-masing dan mean square error dihitung 3,1908% untuk data uji.
(Assadi khalaji, 2016)	<i>Integration of Computer Simulation, Design of Experiments and Particle Swarm Optimization to Optimize the Production Line Efficiency</i>	Hasil perancangan ini adalah produktivitas maksimum terjadi pada titik 87,23 yang relevan dengan jumlah persalinan (B) = 26 dan waktu kegagalan pengangkat (C) = 78,04 mnt. Selain itu, dua faktor lainnya A (Tingkat layanan mixer Delpak) dan D (Jumlah permil) harus ditempatkan pada level rendah untuk mendapatkan produktivitas maksimum.

<p>(Heri Irawan&amp;Iskendar, 2016)</p>	<p>ANALISIS PENGARUH JUMLAH SUDU RODA JALAN TERHADAP UNJUK KERJA <i>TURBIN AIR CROSS FLOW</i> DENGAN METODE <i>TAGUCHI</i></p>	<p>hasil putaran yang optimum pada level terpilih C1 (120 mm) didapatkan hasil putaran sebesar 295,7 rpm. Adapun faktor yang paling berpengaruh signifikan berdasarkan hasil ANOVA untuk nilai rata-rata dan SNR didapatkan <i>setting level</i> optimal dari faktor-faktor terkontrol, faktor yang memiliki tingkat signifikan terhadap putaran yang dihasilkan yaitu faktor variasi jumlah sudu 18 buah dengan (F hitung 34,441797)dan faktor variasi bukaan katup 75% dengan (F hitung 59,391498).</p>
<p>(Agus Mansur, Agus Taufik, &amp;Dian Janari ,2014)</p>	<p><i>DESIGN OF EXPERIMENT</i> (DOE) UNTUK MENDAPATKAN KOMPOSISI TERBAIK METHANE BERBAHAN SAMPAH PADAT PERKOTAAN.</p>	<p>disimpulkan bahwa faktor-faktor yang berpengaruh signifikan terhadap volume gas metana yang dihasilkan dari proses ini adalah kotoran sapi dan sampah basah tingkat faktor optimal, berdasarkan analisis Signal to Noise Ratio dan efek nilai dari masing-masing factor pada volume gas metana menghasilkan formulasi terbaik, yaitu A1, B2, C2, D1, E2, F1, G2 dengan komposisi 20 gram kotoran sapi, 12 ml inkoulumus, 12 gram sampah basah, 5 ml air suling, 82% N2, gas CO2 20%, dan putaran mortar 25 rpm.</p>

(Mukhmad Khumaidi Usman & Syaefani Arif Romadhon,2017)	ANALISIS KOSUMSI BAHAN BAKAR SEPEDA MOTOR YANG DIGUNAKAN SEBAGAI TENAGA PUTAR POMPA	Hasil perancangan ini adalah pompa dengan penggerak sepeda motor debit air sebesar 46,8 m <sup>3</sup> /jam dengan konsumsi bahan bakar 0.75 l/jam sedangkan pada saat penggunaan mesin pompa irigasi debit air sebesar 36 m <sup>3</sup> /jam dengan konsumsi bahan bakar sebesar 1.8 l/jam.
--	---	---

## 2.5 Kerangka Berpikir

pada perancangan ini, ada pola berpikir sebagai dasar pemikiran untuk mengetahui bagaimana alur pada perancangan ini dijalankan hingga menjadi suatu landasan pada saat melakukan perancangan.



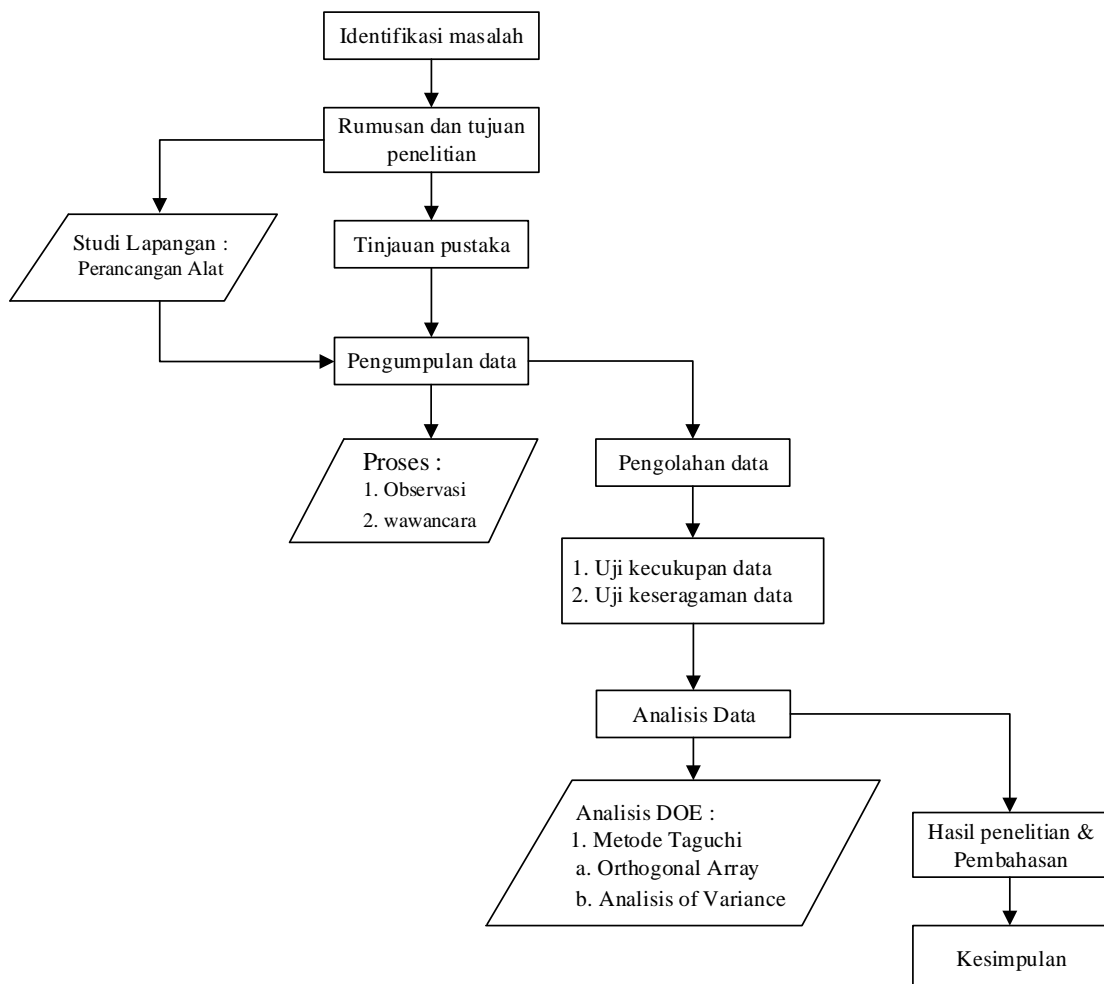
**Gambar 2.6 Kerangka Berpikir**



## BAB III

### Metodologi Penelitian

#### 3.1 Desain Penelitian



**Gambar 3.1** Flowchart desain penelitian

### 3.2 Variabel Penelitian

Variabel yang akan digunakan dalam penelitian ini, dimaksudkan untuk membantu proses pengolahan data terdapat 2 variabel yaitu variabel *independen* dan variabel *dependen*. variabel *independen* adalah Data waktu hasil eksperimen pada alat mesin pompa air. sedangkan untuk variabel *dependen* adalah kecepatan putaran pompa air .

#### 3.2.1 Alat dan bahan

Pada perancangan ini ada pemilihan bahan untuk membuat mesin pompa air bertenaga sepeda sebagai berikut :

**Tabel 3.1** Alat dan bahan

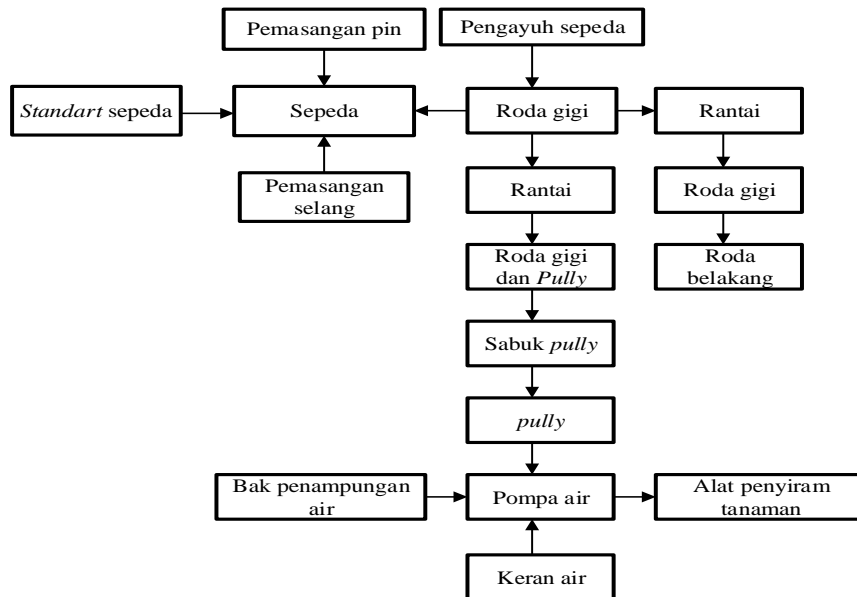
No	Nama komponen	Keterangan
1	Kerangka sepeda	1 set kerangka sepeda sebagai penempatan Dan kedudukan dari seluruh komponen yang akan di pasang
2	Tempat duduk	Sebagai tempat duduk pada saat pengoperaasian sepeda
3	Setang sepeda	Sebagai pegangan tangan pada saat pengoprasian alat
4	Pengayuh sepeda	Sebagai penahan kaki untuk alat bantu gerak sepeda
5	Roda	1 set Roda depan dan 1 set roda belakang berukuran 26 inch
6	<i>Sproket</i> pengayuh	1 set <i>Sproket</i> level berukuran (1) 8 inch, (2) 6 inch, dan (3) 4 inch
7	Rem sepeda	1 set rem sepeda untuk roda belakang
8	<i>Sproket one way</i> roda belakang	1 set <i>Sproket</i> belakang level 1-6
9	Rantai sepeda	2 set rantai sepeda model D 30
10	<i>Drailer</i> (pemindah rantai)	Sebagai pemindah rantai <i>Sproket</i> level roda belakang
11	Tuas pemindah drailer	Sebagai pengatur <i>Sproket</i> roda belakang
12	<i>Sproket one way</i>	1 set <i>sproket one way</i> Berukuran 3 inch penghubung rantai <i>pully</i> 10 inch ke <i>sproket</i> pengayuh level 1

**Tabel 3.1** Lanjutan

13	<i>Standar</i> sepeda model 2	Sebagai penahan roda sepeda bagian belakang agar tetap berputar pada saat pengoperasian alat
14	Tempat duduk tambahan bagian belakang	Digunakan sebagai kedudukan dan penahan penampung air berbobot 25 liter
15	Mur dan baut	Sebagai pengikat seluruh komponen pada kerangka sepeda
16	pompa air	1 set pompa air model Centrifugal menggunakan <i>impeller</i> sebagai penghisap dan pendorong air
17	<i>Belting</i>	1 set <i>Belting</i> dengan model A39
18	<i>Pully</i>	1 set <i>Pully</i> 3 <i>inch</i> dan 1 set <i>pully</i> 10 <i>inch</i>
19	Penampungan air	1 buah jerigen air berbobot 25 liter
20	Keran	3 set keran air sebagai buka tutup air
21	Selang	Selang air berukuran 5/8 <i>inch</i> panjang 6 meter Dan 1/2 <i>inch</i> 2 meter
22	Besi 6 mm	1 batang besi 6mm digunakan sebagai jaring penahan penampungan air yang di pasang kan pada tempat duduk tambahan
23	Plat	Besi plat dengan tebal 5 mm Digunakan kedudukan dari komponen yang akan di pasang pada kerangka sepeda
24	Mesin Las	1 set mesin las sebagai alat bantu pemasangan besi pada kerangka sepeda
25	Mesin Gerinda	1 set gerinda digunakan sebagai alat bantu potong
26	Mesin Bor	1 set bor tangan digunakan sebagai alat bantu pelobangan besi plat
27	Cat <i>spray</i>	4 botol cat <i>sray</i> sebagai pelapisan kerangka sepeda
28	<i>Digital Tachometer</i>	1 set digital tachometer sebagai alat pengukur kecepatan putaran <i>pully</i> pompa air

Sumber : Data penelitian, 2019

### 3.2.2 Blok Diagram Mesin pompa air bertenaga sepeda.



**Gambar 3.2** Blok Diagram Mesin pompa air bertenaga sepeda.

### 3.3 Cara kerja mesin pompa air bertenaga sepeda

Cara kerja mesin pompa air bertenaga sepeda adalah sebagai berikut :

1. Dirikan Standart sepeda untuk menahan Roda sepeda bagian belakang agar roda sepeda dapat berputar dan pada saat pengoperasian mesin pompa air bertenaga sepeda saat dikayuh dapat berdiri dengan *stabil* .
2. Pemasangan selang yang dihubungkan dari bak penampungan air ke keran air yang di hubungkan ke mesin pompa air dan alat penyiram tanaman ke keran air yang dihubungkan ke mesin pompa air.
3. Buka keran air yang terhubung dari bak penampung air ke pompa air dan selang untuk air keluar.
4. Pemasangan baut pengunci yang meghubungkan Sproket 3 *inch* dengan *pully* 10 *inch*.
5. Kayuh pedal sepeda untuk memutar mesin pompa air agar mesin pompa air dapat menarik air dari bak penampung air dan disalurkan ke alat penyiram tanaman.

### 3.4 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data di kelompokkan menjadi 2 bagian yakni data primer dan data sekunder.

- a. Data primer : Observasi  
Data debit air yang dihasilkan oleh pompa air .
- b. Data sekunder : Wawancara  
Mengumpulkan data-data langsung dari petani untuk melengkapi data-data yang akan dibutuhkan oleh peneliti.

### 3.5 Teknik Analisa Data

**Tabel 3.2** Penugasan matriks orthogonal array L8

Eksperimen	Kolom/faktor						
	1	2	3	4	5	6	7
1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	2	2	2	2
3	1	2	2	1	1	2	2
4	1	2	2	2	2	1	1
5	2	1	2	1	2	1	2
6	2	1	2	2	1	2	1
7	2	2	1	1	2	2	1
8	2	2	1	2	1	1	2

(Telaumbanua, 2013)

#### 3.5.1 Perhitungan nilai rata-rata dan *Signal to noise ratio* (SNR)

Berikut ini perhitungan dari nilai rata-rata dan juga nilai SNR (Irawan, 2016).

1. **Rumus 3.1** : perhitungan nilai rata-rata untu hasil eksperimen

$$\mu = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i \dots \dots \dots \text{Rumus 3.1}$$

2. **Rumus 3.2** : perhitungan nilai SNR untuk hasil eksperimen (Wuryandari, 2009 : 84)

$$\eta = -10 \log_{10} \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i^2 \dots \dots \dots \text{Rumus 3.2}$$

### 3.5.2 ANOVA Nilai Rata-Rata

Berikut ini merupakan langkah-langkah perhitungan ANOVA nilai rata-rata (Irawan, 2016 : 18-20) :

1. **Rumus 3.3** : Menghitung nilai rata-rata semua *eksperiment*

$$\bar{y} = \frac{\sum y}{n} \dots \dots \dots \text{Rumus 3.3}$$

2. **Rumus 3.4** : Menghitung nilai rata-rata pada setiap level faktor

$$\bar{y}_{ijk} = \frac{\sum y_{ijk}}{n_{ijk}} \dots \dots \dots \text{Rumus 3.4}$$

3. **Membuat respon tabel dan respon grafik**

4. **Rumus 3.5** : Menghitung nilai *total sum of square*

$$SS_{total} = \sum y^2 \dots \dots \dots \text{Rumus 3.5}$$

5. **Rumus 3.6** : Menghitung *nilain sum of squares due to mean*

$$mean(S_m) = \bar{n}y^2 \dots \dots \dots \text{Rumus 3.6}$$

6. **Rumus 3.7** : Menghitung nilai *sum of squares due to factors*

$$SS_A = n_{A1} \cdot \bar{A1}^2 + n_{A2} \cdot \bar{A2}^2 + n_{A3} \cdot \bar{A3}^2 - S_m \dots \dots \dots \text{Rumus 3.7}$$

7. **Rumus 3.8** : Menghitung nilai *mean sum of squares error*

$$MS_e = \frac{SS_e}{DF_e} \dots \dots \dots \text{Rumus 3.8}$$

8. **Rumus 3.9** : Menghitung nilai *sum of squares due to error* (Firman, 2017)

$$SS_e = SS_{total} - S_m - (SS_A + SS_B + SS_C) \dots \dots \dots \text{Rumus 3.9}$$

9. **Rumus 3.10** : Menghitung derajat bebas

$$DF_A = \text{jumlah level} - 1 \dots \dots \dots \text{Rumus 3.10}$$

10. **Rumus 3.11** : Menghitung nilai *mean sum of squares*

$$MS_A = \frac{SS_A}{DF_A} \dots \dots \dots \text{Rumus 3.11}$$

**11. Rumus 3.12 :** Menghitung nilai *F ratio*

$$F_A = \frac{M_A}{M_e} \dots \dots \dots \text{Rumus 3.12}$$

**12. Rumus 3.13 :** Menghitung *pure sum of squares*

$$SS'_A = SS_A - DF_A \cdot M_e \dots \dots \dots \text{Rumus 3.13}$$

**13. Rumus 3.14 :** Menghitung *percent contribution*

$$\rho_A = \frac{SS'_A}{SS_t} \cdot 100\% \dots \dots \dots \text{Rumus 3.14}$$

Kemudian hasil seluruh perhitungan ANOVA di masukkan ke dalam sebuah tabel.

**14. Pooling Up**

Dalam tahap pooling up ini merupakan rekomendasi untuk penggunaan separuh jumlah derajat kebebasan pada *orthogonal array* yang digunakan. Hal ini bertujuan untuk penghindaran dari estimasi yang berlebihan dan menghindari kesalahan dalam *eksperiment*. *Pooling up* diberlakukan untuk faktor-faktor yang kurang signifikan, berikut ini perhitungan dari *pooling up* (Irawan, 2016).

**Rumus 3.15 :** *sume of squares pooled e*

$$SS(\text{pooled } e) = SS_e + SS_c \dots \dots \dots \text{Rumus 3.15}$$

**Rumus 3.16 :** derajat bebas *pooled e*

$$DF(\text{pooled } e) = DF_e + DF_B + DF_C \dots \dots \dots \text{Rumus 3.16}$$

**Rumus 3.17 :** *mean sum of squares pooled e*

$$MS(\text{Pooled } e) = \frac{SS(\text{pooled } e)}{DF(\text{pooled } e)} \dots \dots \dots \text{Rumus 3.17}$$

### 3.5.3 Perhitungan ANOVA nilai SNR

Berikut ini adalah langkah-langkah perhitungan ANOVA nilai SNR (Irawan, 2016 : 20-21).

1. **Rumus 3.18** : Menghitung nilai rata-rata SNR seluruh *eksperiment*

$$\bar{\eta} = \frac{\sum \eta}{9} \dots \dots \dots \text{Rumus 3.18}$$

2. **Rumus 3.19** : Menghitung nilai rata-rata SNR setiap level faktor

$$\bar{\eta} = \frac{\sum \eta}{3} \dots \dots \dots \text{Rumus 3.19}$$

3. **Membuat respon tabel dan respon grafik**

4. **Rumus 3.20** : Menghitung nilai *total sum of squares*

$$SS_{total} = \sum \eta^2 \dots \dots \dots \text{Rumus 3.20}$$

5. **Rumus 3.21** : Menghitung nilai *sum of squares due to mean*

$$S_m = \eta \cdot \bar{\eta}^2 \dots \dots \dots \text{Rumus 3.21}$$

6. **Rumus 3.22** : Menghitung nilai *sum of squares due to factors*

$$SS_A = \eta_{A1} \cdot \bar{\eta A1}^2 + \eta_{A1} \cdot \bar{\eta A2}^2 + \eta_{A1} \cdot \bar{\eta A3}^2 \dots \dots \dots \text{Rumus 3.22}$$

7. **Rumus 3.23** : Menghitung derajat bebas

$$DF_A = \text{jumlah level} - 1 \dots \dots \dots \text{Rumus 3.23}$$

8. **Rumus 3.24** : Menghitung nilai *mean sum of squares*

$$DF_A = \frac{SS_A}{DF_A} \dots \dots \dots \text{Rumus 3.24}$$

9. **Rumus 3.25** : Menghitung nilai *F Ratio*

$$F_A = \frac{M_A}{M_e} \dots \dots \dots \text{Rumus 3.25}$$

10. **Rumus 3.26** : Menghitung pure sum of squares

$$SS'_A = SS_A - DF_A \cdot M_e \dots \dots \dots \text{Rumus 3.26}$$



**11. Rumus 3.27 :** Menghitung percent contribution

$$\rho A = \frac{SS_{A'}}{SS_t} \cdot 100\% \dots \dots \dots \text{Rumus 3.27}$$

Kemudian hasil seluruh perhitungan ANOVA nilai SNR di masukkan ke dalam sebuah tabel.

**3.5.4 Selang kepercayaan kondisi optimal**

Perkiraan selang kepercayaan dilakukan dengan cara membandingkan dalam hasil eksperimen konfirmasi, dimana jika nilai perkiraan dari hasil eksperimen memiliki nilai hampir sama atau mendekati maka dapat disimpulkan bahwa rancangan *eksperiment Taguchi* sudah memenuhi syarat yang ada. Berikut ini perhitungan selang kepercayaan kondisi optimal untuk nilai rata-rata dan juga nilai SNR (Irawan, 2016 : 22).

**1. Berikut ini adalah Perkiraan nilai selang kepercayaan untuk kondisi optimal nilai rata-rata** (Irawan, 2016 : 22).

- a. **Rumus 3.28 :** Perkiraan nilai kondisioptimal untuk nilai rata-rata untuk seluruh data

$$\mu_{prediksi} = \bar{y} + (\bar{A1} - \bar{y}) + (\bar{B2} + \bar{y}) \dots \dots \dots \text{Rumus 3.28}$$

$$\mu_{prediksi} = \bar{A1} + \bar{B2} - \bar{y}$$

- b. **Rumus 3.29 :** Perhitungan selang kepercayaan

$$CI_{SNR} = \pm \sqrt{F_{a;v1;v2} \cdot MS_e \cdot \left[ \frac{1}{neff} \right]} \dots \dots \dots \text{Rumus 3.29}$$

Dengan *neff*

$$neff = \frac{n}{DF_{\mu} + DFA + DFB}$$

**Rumus 3.30 :** Didapatkan selang kepercayaan nilai SNR optimal

$$\mu_{prediksi} - CI_{meman} \leq \mu_{prediksi} \leq \mu_{prediksi} + CI_{mean} \dots \dots \dots \text{Rumus 3.30}$$



### 3.6 Lokasi dan Jadwal penelitian

#### 3.6.1 Lokasi

Penelitian ini dilakukan di perkebunan sayur sei lekop milik petani yang bernama Weki di Sei Binti, Sungai Binti, Sagulung, Kota Batam, Kepulauan Riau 29432



**Gambar 3.3** Lokasi perkebunan sayur milik pak Weki

#### 3.6.2 Jadwal Penelitian

**Tabel 3.3** Jadwal penelitian

No	Tahapan Penelitian	Maret				April				Mei				Juni				Juli				Agustus			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	PemilihanJudul	■	■																						
2	Input Judul			■	■																				
3	Perizinan Penelitian					■	■																		
4	Perancangan Alat					■	■	■	■	■	■														
5	Mulai Penelitian									■	■	■	■												
6	Pengumpulan data											■	■	■	■										
7	Pengolahan data													■	■	■									
8	Analisis data															■	■	■	■						
9	penyusunan laporan																	■	■	■	■	■	■	■	■