



**TUGAS AKHIR – TM 090340**

# **PERENCANAAN ULANG ALAT BENDING KAWAT ZIG-ZAG**

**DWI DIRGANTORO**  
NRP. 2111 030 025

Dosen Pembimbing1  
Ir. Arino Anzip, M.Eng.Sc.  
NIP. 196107141988031003

Dosen Pembimbing 2  
Ir. Winarto, DEA  
NIP. 196012131988111001

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III**  
**JURUSAN TEKNIK MESIN**  
Fakultas Teknologi Industri  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2016



**Final Project – TM090340**

**RE-DESIGN TOOL ZIG-ZAG WIRE BENDING**

**Dwi Dirgantoro**  
**NRP. 2111 030 025**

**Counselor lecturer 1:**  
**Ir. Arino Anzip, M.Eng.Sc.**  
**NIP. 196107141988031003**

**Counselor lecturer 2:**  
**Ir. Winarto, DEA**  
**NIP. 196012131988111001**

**DIPLOMA OF MECHANICAL ENGINEERING  
DEPARTMENT  
Faculty of Industrial Technology  
Sepuluh Nopember Institute of Technology  
Surabaya 2016**

# PERANCANGAN ULANG ALAT BENDING KAWAT ZIG-ZAG

Nama Mahasiswa : DWI DIRGANTORO  
NRP : 2111 030 025  
Jurusan : Diploma III Teknik Mesin  
Dosen Pembimbing : Ir. ArinoAnzip, M.Eng.Sc.  
Ir. Winarto, DEA

## Abstrak

Perkembangan teknologi dibidang proses manufaktur saat ini, khususnya dalam alat produksi dari skala besar (Pabrik) hingga skala kecil (*home industri*) semakin canggih dan praktis khususnya pada alat pembending kawat. Kawat zig-zag adalah rangkaian kawat yang dapat digunakan untuk pagar bertujuan agar sirkulasi udara menjadi baik dan dapat membatu keamanan dan pembatas antar tempat.

Untuk menyelesaikan premasalahan di atas rancang ulang mesin bending kawat (*wire*) melakukan pengamatan di pabrik dan lapangan, kemudian analisa didasarkan pada proses pembentukan dan menentukan besaran gaya pembentukan (gaya bending). Langkah awal, di lakukan uji tarik bahan untuk mengetahui besarnya tegangan tarik yang di perlukan untuk proses pembentukan yang secara teoritis juga diketahui perilaku material terhadap pembentukan seperti: tegangan – tegangan yang terjadi, modulus elastisitas dan gaya pembentukan, lalu di lakukan perhitungan yang berkelanjutan.

Dari perhitungan gaya pembentukan dan daya yang digunakan untuk pada motor 0,7HP putaran 1440 rpm untuk melakukan proses bending di dapatkan hasil berupa gaya sebesar 22,32kgf untuk dapat membending kawat hingga menjadi zig-zag.

***Kata kunci: Bending, kawat, bergerak memutar***

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## RE-DESIGN TOOL ZIG-ZAG WIRE BENDING

**Student Name** : DWI DIRGANTORO  
**NRP** : 2111 030 025  
**Departement** : Diploma III Mechanical  
Engineering  
**Dosen Pembimbing** : Ir. ArinoAnzip, M.Eng.Sc.  
Ir. Winarto, DEA

### Abstract

Technological developments in the field of current manufacturing processes, especially in large-scale means of production (factory) to small scale (home industries) increasingly sophisticated and practical, especially on tools for bending wire. Zig-zag wire is a wire circuit that can be used to hedge aimsto be a good air circulation and can harden security and place a barrier between.

To resolve the problem of the above redesign wire bending machine (wire) making observation in the factory and the field, then the analysis in the process of establishing and determining the forces forming (bending force). The initial step, to the process of establishment the theoretically also known attitude to words the establishment of such material : voltage- the voltage that occurs, modulus of elasticity and style formation, and in doing calculations sustainable.

From calculations style establishment and the power used for motor rotation 0,7HP 1440 Rpm to perform the bending process in getting the result in the form of a force of 22,32kgf to be bending wire up into a zig-zag.

***Keyword: Bending, wire, moving around***

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

# LEMBAR PENGESAHAN

## PERANCANGAN ULANG ALAT BENDING KAWAT ZIG-ZAG

### TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Ahli Madya  
pada  
Bidang Studi Manufaktur  
Program Studi Diploma III Jurusan Teknik Mesin  
Fakultas Teknologi Industri  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
SURABAYA

Oleh:

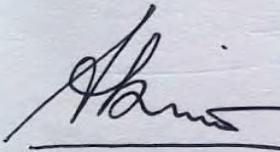
**DWI DIRGANTORO**

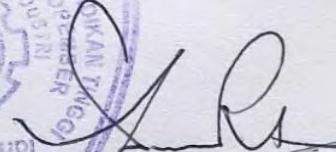
NRP. 2111030025

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir:

**Dosen Pembimbing I**

**Dosen Pembimbing II**

  
Ir. Arino Anzip, M.Eng.Sc  
NIP. 196107141988031003

  
Ir. Winarto, DEA  
NIP. 196012131988111001

**SURABAYA, JULI 2016**

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	iii
<b>ABSTRAK</b> .....	iv
<b>ABSTRACT</b> .....	v
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vi
<b>DAFTAR ISI</b> .....	viii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xi
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan dan Manfaat.....	2
1.4 Metodologi.....	3
1.5 Batasan masalah.....	4
1.6 Sistematika Penulisan .....	4
<b>BAB II DASAR TEORI</b> .....	7
2.1 Kawat (Wire) .....	7
2.1.1 Jenis Kawat (Wire) .....	8
2.2 Anyaman Kawat .....	9
2.2.1 Jenis –Jenis anyaman Kawat .....	10
2.3 Bending .....	18
2.3.1 Jenis-jenis proses bending.....	20
2.3.2 Wiping Bending .....	23
2.3.3 Pengujian Tarik.....	24
2.3.5.1 Kekuatan tarik.....	24
2.3.5.2 Kekuatan Luluh.....	24
2.3.5.3 Reduksi Penampang.....	25
2.3.5.4 Modulus Elastisitas .....	25
2.3.5.5 Tegangan dan Regangan Teknik.....	26
2.3.5.6 Tegangan dan Regangan sebenarnya .....	26
2.4 Perencanaan Poros.....	27
2.4.1 Menghitung Diameter Poros .....	28
2.5 Bantalan .....	27

2.5.1	Gaya Rdial Bantalan .....	28
2.5.2	Beban Ekivalen .....	30
2.5.3	Umur Bantalan .....	32
2.6	V- Belt .....	32
2.6.1	Perencanaan Belt .....	32
2.6.2	Menentukan Desain Power .....	33
2.6.4	Kecepatan Belt .....	33
2.6.5	Penentuan Panjang Belt .....	34
2.7	Pulley .....	37
2.8	Pasak .....	38
2.9	Motor Listrik .....	39
 <b>BAB III METODOLOGI .....</b>		<b>42</b>
3.1	Diagram Alir Perancangan .....	43
3.2	Prinsip Kerja Mesin Bending Kawat .....	45
3.3	Prosedur Pengoprasian .....	46
3.4	Keunggulan Mesin Mesin Bending Kawat .....	48
 <b>BAB IV PERHITUNGAN DAN PERENCANAAN .....</b>		<b>50</b>
4.1	Data Material dan Produk .....	50
4.2	Perhitungan Bending .....	51
4.3	Gaya Tumpuhan .....	52
4.4	Perhitungan Belt dan Pulley.....	53
4.5	Peritungan Bantalan .....	57
4.6	Pembahasan Hasil Perencanaan.....	59
 <b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>		<b>60</b>
5.1	Kesimpulan .....	60
5.2	Saran .....	60
 <b>DAFTAR PUSTAKA</b>		
<b>LAMPIRAN</b>		

## DAFTAR GAMBAR

gambar 2. 1.	Kawat galvanis .....	8
gambar 2. 2.	Kawat bendrat.....	9
gambar 2. 3.	Anyaman galvanis lapis pvc .....	11
gambar 2. 4.	Anyaman galvanis .....	11
gambar 2. 5.	Anyaman kawat bronjong.....	12
gambar 2. 6.	Anyaman <i>wiremesh</i> .....	12
gambar 2. 7.	Besi <i>wiremesh</i> .....	14
gambar 2. 8.	Anyaman <i>expanded metal</i> .....	15
gambar 2. 9.	Dimensi <i>expanded metal</i> .....	15
gambar2.10.	Dnyaman kawat loket ( <i>weldedwiremesh</i> ).....	18
gambar 2.11	Proses bending.....	20
gambar 2.12	Oprasi bending dengan w sebagai dieopening.....	20
gambar 2.13	Proses <i>flanging</i> .....	21
gambar 2.14	Proses <i>roll forming</i> .....	22
gambar 2.15	Proses beading.....	22
gambar 2.16	Proses v-bending dan wiping.....	23
gambar 2.17	Konstruksi poros pada bearing .....	23
gambar 2.18	Diagram <i>Pulley</i> .....	33
gambar 2.21	Pemilihan v-belt .....	36
gambar 2.25	Diagram pemilihan v-belt.....	36
gambar 2.27	Pasak.....	37
gambar 3.1	Flowchart perencanaan pembuatan mesin . pembending kawat .....	. 42
gambar 3.2	Sket mesin pembending kawat .....	44
gambar 3.3	Prinsip mesin pembending kawat.....	45
gambar 3.4	Hasil mesin penganyam kawat jenis . . harmonika.....	. 46
gambar 3.5	Bagian-bagian mesin bending kawat.....	47
gambar 4. 1	Kawat sebelum dan sesudah bending .....	50
gambar 4. 2	Produk Hasil.....	51

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Perkembangan teknologi dibidang proses manufaktur saat ini, khususnya dalam alat produksi dari skala besar (Pabrik) hingga skala kecil (*home industri*) semakin canggih dan praktis. Alat produksi sangat membantu dalam hal proses produksi, sehingga dapat meningkatkan kualitas dan kuantitas hasil produksi. Namun, seringkali alat produksi membuat biaya produksi sangat mahal dari harga alatnya dan perawatan dari alat tersebut.

Bending merupakan pengerjaan dengan cara memberi tekanan pada bagian tertentu sehingga terjadi deformasi plastis pada bagian yang diberi tekanan. Salah satu, benda kerja yang dapat dibending adalah kawat harmonika. Kawat harmonika adalah sebuah benda kerja yang digunakan sebagai pagar yang bertujuan agar sirkulasi udara menjadi baik dan dapat membantu keamanan dan pembatas antar tempat.

Saat ini saya sedang meneruskan alat TA muchammad zainudin. Versi dari alat zainudin mempunyai beberapa kekurangan sebagai berikut: ketebalan alur kawat kurang, pahat agak lentur dan tidak center, gap antara pahat dengan alur kawat saling bergesekan, kawat yang telah di bending tidak bisa membentuk menjadi anyaman. Versi dari alat saya alur kawat lebih tebal, pahat tidak lentur dan center, gap antara pahat dengan alur kawat 2mm, kawat yang telah dibending bisa membentuk menjadi anyaman. Alat yang saya rancang ini sebenarnya hampir sama cara kerjanya dengan alat muchammad zainudin, alat saya lebih unggul mampu menganyam kawat harmonika ini secara lembaran maupun roll, part yang di pakai lebih kokoh.

### **1.2 Rumusan masalah**

Merancang suatu alat memerlukan sentuhan inovasi dan desain yang tepat, meliputi efisiensi biaya, efisiensi waktu, mudah

dalam sistem pengoprasiaan alat, keamanan pada operator, perawatan mudah, dan mampu menghasilkan kawat zig-zag sesuai kebutuhan.

Dalam perencanaan pengembangan alat zig-zag pada tugas akhir ini muncul beberapa permasalahan:

1. Kurang tepatnya ketebalan pipa yang digunakan oleh muchammad zainudin?
2. Jarak antara pipa dengan mata pisau yang digunakan?
3. Stabilitas saat alat dijalankan atau menyala (on)?
4. Kekuatan motor untuk memutar mata pisau saat pembendungan?

### **1.3 Tujuan Penulisan**

Tujuan dari pembuatan tugas akhir ini antara lain :

1. Merupakan salah satu beban perkuliahan sebanyak 5 sks sebagai syarat mutlak kelulusan mahasiswa dari proses perkuliahan di jurusan D3 Teknik Mesin ITS surabaya.
2. Memperbarui besarnya gaya pembentukan, di butuhkan desain alat pembendungan kawat (*wire*) agar mampu membending kawat dengan tepat.
3. Dapat menganalisa dan perhitungan daya yang dibutuhkan untuk peralatan pembending kawat dan mampu merangkai menjadi sebuah anyaman.
4. Pembuat mesin kawat zig-zag ini dapat digunakan oleh pengusaha menengah.

Sedangkan manfaat bisa diambil dari pembuatan tugas akhir ini adalah:

1. Mahasiswa dapat secara langsung menerapkan ilmu yang di dapatkan dari bangku perkuliahan yang di harapkan dapat bermanfaat bagi perkembangan pembangunan di indonesia.
2. Mahasiswa dapat mampu menerapkan dengan baik kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi.
3. Dapat menganalisa dan perhitungan yang bisa di gunakan untuk merancang mesin pembending kawat zig-zag.

#### **1.4 Metodologi**

Metodologi yang digunakan dalam penulisan tugas akhir ini adalah

1. Study Literature.  
Mempelajari literatur - literatur yang dapat menunjang penulisan tugas akhir.
2. Metode Observasi  
Mempelajari proses pengerjaan guna sebagai landasan pemikiran untuk merancang alat tugas akhir ini
3. Analisa Perancangan dan Perhitungan  
Setelah mendapatkan berbagai data yang di perlukan saya melakukan analisa dan perhitungan untuk kebutuhan yang di perlukan dalam perancangan alat tersebut.

#### **1.5 Batasan masalah**

Berdasarkan masalah yang terdapat di latar belakang maka dilakukan suatu batasan masalah agar terfokus dalam permasalahan tersebut antara lain :

- 1 Konstruksi pada kerangka mesin dianggap kuat menahan getaran saat melakukan proses pembendingan
- 2 Instalasi listrik diabaikan
- 3 Perhitungan mencakup gaya pembentukan dan penyesuaian transmisi
- 4 Diameter kawat yang di gunakan ialah kawat Berdiameter 1,2 mm dan 1,7 mm
- 5 Ukuran antar Pitch sepanjang 2 cm atau 50 mm
- 6 Proses pembengkokan memakai metode “Wiping Bending ”

## **1.6 Sistematika penulisan**

Pokok bahasan yang dibahas dalam tugas akhir ini, disusun secara sistematis sebagai berikut:

### **BAB I : PENDAHULUAN**

Bab ini berisi latar belakang permasalahan, perumusan masalah, tujuan penulisan metodologi, batasan masalah serta sistematika penulisan laporan.

### **BAB II : DASAR TEORI**

Bab ini menjelaskan tentang teori-teori penunjang yang digunakan sebagai pendukung perencanaan dan perhitungan dalam tugas akhir ini.

### **BAB III: METODOLOGI**

Bab ini menjelaskan tentang metode-metode yang digunakan untuk penyusunan tugas akhir ini dari awal sampai akhir.

#### **BAB IV: PERHITUNGAN DAN PEMBAHASAN**

Bab ini berisi hasil diskusi atau pembahasan tentang perhitungan-perhitungan dari setiap bagian alat.

#### **BAB V : KESIMPULAN**

Pada akhir pengerjaan tugas akhir ini akan didapatkan suatu kesimpulan yang menyatakan pernyataan akhir dan saran

#### **DAFTAR PUSTAKA**

#### **LAMPIRAN**

## **BAB II**

### **DASAR TEORI**

Bab ini akan membahas konsep dan rumus perhitungan dalam perencanaan ulang mesin pengayam ram kawat (ram kawat harmonika). Pada umumnya dalam pemagaran lahan di gunakan pagar harmonika yang terbuat dari ram-raman kawat, sehingga lebih menghemat dan lebih efisiensi dari pada pagar yang dari jenis beton atau pun konvensional karena bahan pembuat pagarnya 90% terbuat dari kawat yang di anyam dengan bentuk harmonika, ayakan, dan masih banyak lagi tapi yang paling umum ialah jenis harmonika. Sedangkan untuk pada rumusan perhitungan menentukan kapasitas penganyaman yang digunakan dengan daya dan gaya yang di transmisikan, sprocket, chain, poros, bantalan serta daya motor yang digunakan untuk proses penganyaman kawat.

#### **2.1 Kawat (*Wire*)**

Kawat ialah benang / tali yang terbuat dari logam, ada banyak jenis dan ragam kawat, ada kawat yang terbuat dari berbahan logam tembaga, ada tali kawat yang berbahan besi baja paduan, tali kawat berbahan alumuium, dan masih banyak lagi bahan baku dalam pembuatan kawat.

Dalam redesain ini material yang di gunakan sebagai landasan perhitungan dalam membuatalat ini ialah material kawat (*wire*) baja lapis seng dengan diameter 1,2 mm yang kemudian dilakukan pengujian tarik di BALAI RISET STANDARISASI INDUSTRI SURABAYA (merupakan laboratorium pengujian dan kalibrasi). Untuk mengetahui kekuatan tarik, maksimum (UTS), Batas proposional dan titik luluh serta sifat-sifat lain yang berguna sebagai dasar perhitungan gaya baja tersebut.

## 2.1.1 Jenis Jenis Kawat

### a. Kawat Galvanis (Galvanized Wire)

Kawat Galvanis ini terbuat dari kawat besi dengan kandungan karbon yang cukup rendah sehingga cukup lunak dan flexible. Karena lunak, flexible dan tahan dari karat, kawat galvanis ini banyak di gunakan untuk kawat pengikat, untuk pembuatan wire mesh, pagar, jalan, dan konstruksi



**Gambar 2.1** Kawat Galvanis (Sumber: [1])

Galvanized Wire			
Wire Gauge	SWG(mm)	BWG(mm)	Metric(mm)
8	4.05	4.19	4
9	3.66	3.76	4
10	3.25	3.4	3.5
11	2.95	3.05	3
12	2.64	2.77	2.8
13	2.34	2.41	2.5
14	2.03	2.11	2.5
15	1.83	1.83	1.8
16	1.63	1.65	1.65
17	1.42	1.47	1.4
18	1.22	1.25	1.2
19	1.02	1.07	1
20	0.91	0.84	0.9
21	0.81	0.81	0.8
22	0.71	0.71	0.7

\*SWG = *Standard Wire Gauge*

\*BWG = *Birmingham Wire Gauge*

## **b. Kawat Bendrat**

Kawat bendrat digunakan sebagai pengikat rangkaian tulangan - tulangan antara satu tulangan dengan yang lainnya baik untuk tulangan kolom, balok, slab, shearwall, atau pun rangkaian tulangan lainnya sehingga membentuk suatu rangkaian rangka elemen struktur yang siap dicor. Selain itu kawat ini juga dapat digunakan untuk hal-hal lain, seperti pengikatan beton decking pada tulangan serta mengikat material-material lain.



**Gambar 2.2** Kawat Bendrat (Sumber: [2])

## **2.2 Anyaman Kawat**

Anyaman kawat adalah bentuk dari penyatuan logam yang dinamakan kawat (*wire*) untuk disusun menjadi satu kesatuan sehingga membentuk suatu lembaran anyaman.

## 2.2.1 Jenis-Jenis Anyaman Kawat

### 1. *Kawat Harmonika*

Kawat harmonika adalah kawat anyaman galvanis dengan berbagai ukuran yang banyak digunakan di berbagai tempat, seperti lapangan olah raga, taman, sekolah, pagar pembatas dan lain-lain.

#### **Kegunaan (*Applications*):**

- Sebagai pagar pengaman
- Untuk kandang hewan
- Sebagai partisi
- Sebagai pembatas
- Pengaman property/barang
- Dll

#### **Kelebihan (*Advantages*):**

- Kuat
- Ukuran Lebar dan panjang bisa disesuaikan kebutuhan di lapangan
- Pemasangan/instalasi yang mudah
- Ekonomis
- Aman dan Fleksible
- Tidak mudah rusak
- Fungsional

Kawat Harmonika memiliki berbagai jenis, diantaranya:

1. *Galvanizesd*

2. PVC

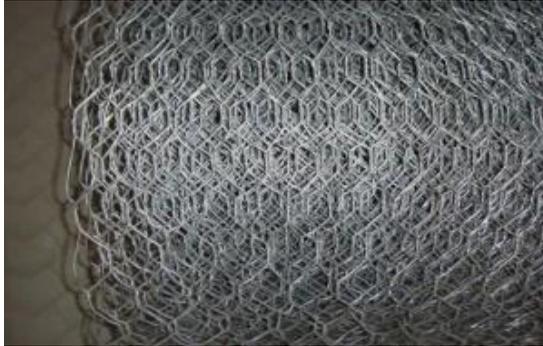


**Gambar 2.3** Anyaman Galvanis Lapis PVC (Sumber: [9] )



**Gambar 2.4** Anyaman Galvanis (Sumber: [9])

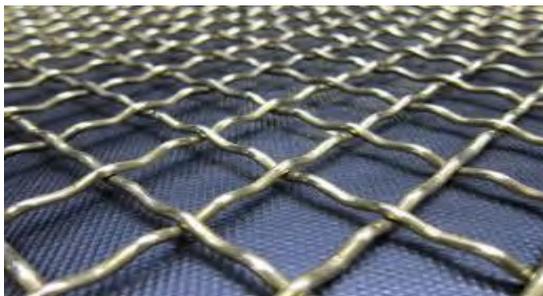
2. **Kawat Bronjong** adalah kotak yang terbuat dari anyaman kawat baja berlapis seng yang pada penggunaannya diisi batu-batu untuk pencegah erosi, yang dipasang pada tebing-tebing, tepi-tepi sungai, yang proses penganyamannya menggunakan mesin.



**Gambar 2.5** Anyaman Kawat Bronjong (Sumber: [3])

Sifat tampak bronjong kawat harus kokoh, bentuk anyaman heksagonal dengan lilitan ganda dan berjarak maksimum 40 mm serta harus simetri. Lilitan harus erat tidak terjadi kerenggangan hubungan antara kawat sisi dan kawat anyaman harus dililit minimum tiga kali sehingga kawat mampu menahan beban dari segala jurusan.

**3. Wiremesh** adalah besi jaring baja tulangan prefab yang pada setiap titik pertemuan kawatnya di las listrik untuk mendapatkan “*Shear Resistant*“ (*Shear Resistance*) adalah ketahanan dari tanah untuk melawan gaya yang menyebabkan terjadinya pergeseran secara horizontal), khususnya digunakan untuk “penulangan beton”.



**Gambar 2.6** Anyaman Wiremes (Sumber: [7])

Besi *Wiremesh* juga dapat digunakan sebagai pengganti dari besi beton bertulang pada struktur plat lantai beton bertulang. *Wiremesh* dapat diproduksi dalam ukuran standard atau ukuran khusus sesuai permintaan para ahli konstruksi bangunan. kawat baja yang digunakan adalah dari mutu U-50 dengan tegangan leleh karakteristik 2400 kg/cm<sup>2</sup>, sedangkan tegangan geser minimum tiap titik las adalah 2500 kg/cm<sup>2</sup>. Adapun Keuntungan dari Besi *Wiremesh*, adalah:

- Meningkatkan mutu & ketepatan jarak spasi
- Memudahkan pengawasan di lapangan
- Meningkatkan daya ikat (*bonded*) dan kontrol terhadap retak
- Mempercepat waktu pemasangan/pelaksanaan
- Menambah kelancaran pembangunan
- Menghemat biaya pekerjaan penulangan

Proses pembuatannya dilakukan dengan menggunakan mesin buatan *Swiss* yang mutakhir. Penulangan beton dengan menggunakan “*Welded Reinforcing Steel mesh*” ini telah digunakan secara meluas di Malaysia dan Singapura sejak 30 tahun yang lalu, sedangkan di Jerman sudah sejak 50 tahun yang lalu.

**4. Besi *wiremesh*** adalah besi yang bentuknya seperti kawat dan dianyam menjadi lembaran. Oleh karena itu di Indonesia besi ini lebih populer dengan sebutan besi atau kawat anyam. Bentuk dari anyaman ini ada yang kotak-kotak atau ada pula yang seperti jajaran genjang.

Jika diameternya disesuaikan dengan kebutuhan, besi *wiremesh* bisa digunakan untuk penguat dek beton atau pelat lantai. Untuk bangunan bertingkat, ukuran yang dipakai adalah delapan hingga sepuluh. Namun untuk rumah hunian biasa, bisa

menggunakan yang ukurannya empat hingga enam. Dan selain untuk menguatkan dek beton, besi jenis ini bisa dipakai untuk penguat talud, anak tangga atau kawat bronjong.



**Gambar 2.7** Besi *Wiremesh* (Sumber: [7])

Besi *wiremesh* sangat bagus digunakan pada pelat beton baik yang diletakan secara langsung di tanah atau yang menggantung. Untuk yang berada di permukaan tanah, biasanya diaplikasikan untuk mengeraskan tanah sehingga menjadi lebih kuat menahan beban mobil yang lewat atau benda lain yang punya bobot sangat berat. Karena itu besi ini sering dijadikan material tambahan untuk membuat jalan raya, trotoar dan sebagainya. Sedangkan pada pelat beton yang menggantung, sering diaplikasikan pada gedung atau saluran yang bersifat terbuka seperti irigasi atau saluran pembuangan air hujan. Jadi besi ini bisa dipakai dimanapun sepanjang ada pelat beton yang diberi tulang atau penulangan.

Penggunaannya bisa mendatangkan beberapa keuntungan, antara lain adalah proses pembuatan bangunan menjadi lebih cepat

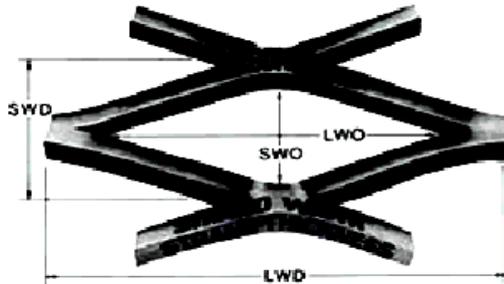
sehingga bisa dilakukan efisiensi waktu secara maksimal. Selain itu konstruksi beton yang dibuat bisa lebih akurat dan makin teliti perhitungannya. Hal ini bisa menimbulkan efek gedung yang sedang dibangun menjadi lebih bagus mutunya dan biaya yang harus dikeluarkan bisa lebih hemat.

5. *Expanded Metal* (*Ornameash, Gridmesh, Merapimesh, Balustrademes, Paramesh, metal lath*) atau biasa dikenal dengan sebutan X.P.M. Produk ini adalah salah satu hasil dari pada kemajuan teknologi, dimana expanded metal ini terbuat dari baja berkadar karbon rendah yang menjamin kekuatan lebih tanpa di las dan tanpa sambungan sehingga diyakini lebih tahan lama dan kuat.



**Gambar 2.8** Anyaman *Expanded Metal* (Sumber: [7])

Produk ini di proses dengan cara dipotong dan digores tembus lalu ditarik sehingga membentuk lubang lubang seperti intan permata, mempunyai fungsi ganda dalam aplikasinya karena ringan, kuat dan tahan lama.



**Gambar 2.9** Dimensi *Expanded Metal* (Sumber: [7])

Bahan-Bahan Dasarnya :

1. Plat Hitam SPHC JIS 3131
2. Plat Putih SPCC
3. Plat Galvanil SGCC
4. Plat Alumunium

**A. Tipe dan Aplikasi *Expanded Metal***

***Ornameash***

Tipe ini mempunyai ketebalan 1mm - 3mm dengan ukuran lubang dengan kisaran 10×29 mm sampai dengan 35×76mm. Bahan terbuat dari plat putih SPCC dan plat hitam SPCC. Biasanya dapat dipergunakan sebagai kawat anti burung, partisi pengaman gudang, pagar penjara, railing, plafond, pelindung mesin, dll.

***Balustrademesh***

Tipe ini mempunyai ketebalan 3mm dengan bentuk lubang wajik/diamond/intan berlian, modifikatif 25 x 40mm, bahan

terbuat dari plat hitam, sangat indah untuk dibuat pagar, railing atau pun teralis.

### ***Gridmesh***

Tipe ini mempunyai ketebalan 3mm dan 5mm dengan ukuran lubang dari 25 x 75mm sampai dengan 45 x 135mm. Bahan terbuat dari plat hitam SPHC. Sangat kuat digunakan untuk *walkway*, *grill*, *platform* dan sejenisnya.

### ***Merapimesh***

Tipe ini mempunyai ketebalan 3mm dan 5mm dengan ukuran lubang dari 50×187,6mm sampai dengan 100x200mm. Biasa dipergunakan untuk pagar.

### ***Paramesh***

Tipe ini terbuat dari alumunium dengan ketebalan mulai dari 0,4mm. Dengan variasi fungsinya sebagai kawat nyamuk, kawat para bola, speaker grill, dll

### ***Metal Lath***

Tipe yang terakhir ini mempunyai ketebalan 0,5 – 1mm dengan ukuran lubang dengan kisaran 6×12,5mm sampai dengan 10x21mm. Bahan terbuat dari plat putih SPCC atau plat galvanis SGCC. Biasanya dapat dipergunakan sebagai penguat adukan semen/coran pengganti kawat ayam, pelindung mesin, filter udara, kawat anti burung/tikus, keranjang, dll.

**6. Kawat Locket (*Welded Wiremesh / Weld Mesh*)** adalah kawat *stainless steel* bermutu tinggi dengan memiliki daya karat yang

jauh lebih baik dari kawat besi biasa. Kawat loket galvanis di buat dari kawat besi berkualitas tinggi dengan teknik dan proses pengelasan khusus dan super kuat.

Produk ini memiliki karakter yang sangat mengkilap dan sangat kuat karena tiap sambungannya dilas dengan kuat, hal itu yang menyebabkan tak mudah lepas meskipun di potong di tengah ruas kotak.



**Gambar 2.10** Anyaman Kawat Loket (*WELDED WIRE MESH*)  
(Sumber: [7])

Kelebihan dari produk ini terdapat pada daya tahan karatnya yang sangat kuat dan Produk ini dapat menghasilkan penghematan yang cukup besar dalam waktu, tenaga juga uang.

Kawat loket biasa digunakan dalam pertanian, industri, transportasi, perkebunan, pertambangan juga biasa digunakan sebagai pelindung mesin, pelindung jendela, pagar dan dekorasi lainnya.

### 2.3 Gaya Bending

Besarnya gaya yang di perlukan untuk melakukan proses pembentukan material pada umumnya bisa di perkirakan dengan mengasumsikan bahwa proses bending terjadi pada batang rektanguler (*rectangular beam*). Dalam hal ini gaya bending merupakan fungsi dari “*Strength of material* ” , Panjang batang serta jarak terbukannya die (*die opening*) sehingga gaya tersebut dapat di dekati dengan rumus :

$$P_{max} = k \frac{(UTS)LT^2}{W} \quad (2.1)$$

Dimana :  $P_{max}$  = Gaya *maximum* yang di perlukan, Kg

UTS = *Ultimate Tensile Strenght* dari material,  $kg/mm^2$

L = Lebar benda kerja, mm

T = Tebal benda kerja, mm

k = Konstata , untuk V- die bending,  $k = 1,2-1,33$

untuk U dan *Wiping bending*,  $k = 2$  dan  $0,25$

W = *Die opening* (Jarak terbuka antara die dan *punch*) mm

(*Sumber: [8] hal 19*)

Rumus gaya bending di atas merupakan pengembangan dari rumus dasar teori bending yang di dapatkan dari hasil uji bending atau yang sering di sebut *elastic flexure formula* dan di aplikasikan pada rektangular. Ada pun rumus dasar tersebut adalah:

$$\sigma = \frac{M_r \cdot y}{I_c} \quad (2.2)$$

Dimana :  $M_r$  = momen bending (Kg.mm)

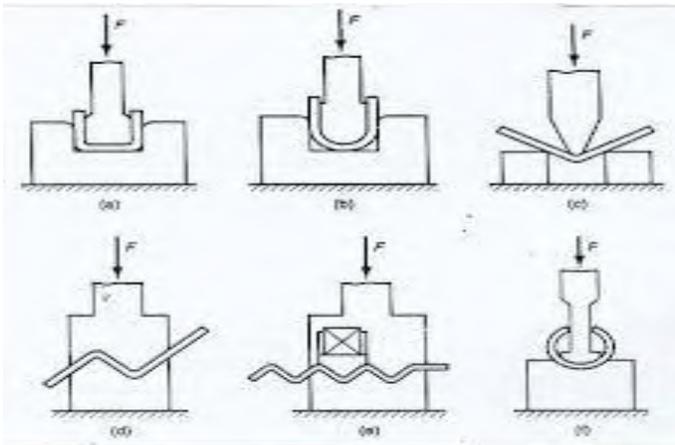
$\sigma$  = Tegangan bending (Kg/mm<sup>2</sup>)

$I_c$  = Momen inersia luasan dari benda

$y$  = Jarak tepi benda terhadap sumbu netral(mm)

(Sumber: [8] hal 18)

Gaya bending juga dapat di pengaruhi oleh jarak tempuh dari punch yang dapat mencapai harga maksimum saat proses dan dapat berkurang pada saat bending hampir sempurna, hal ini terjadi pada “ *Air Bending* ”. Sedangkan pada V-die bending gaya tersebut akan bertambah lagi pada saat punch menyentuh permukaan die.



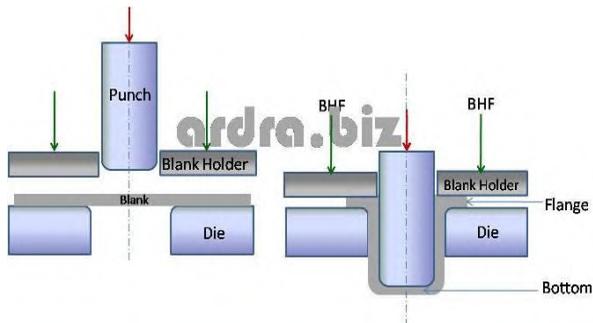
**Gambar 2.11** Beberapa cara operasi bending sebagai *Die Opening*

### 2.3.1 Jenis-jenis Proses Bending

Adapun variasi operasi bending jika di tinjau dari macam-macam cara dalam membuat produk - produk tersebut antara lain:

#### 1 *Flanging*

Merupakan proses bending yang dilakukan pada ujung plat menjadi bentuk lingkungan atau berupa tekukan. Dalam proses ini, kondisi permukaan memegang peranan penting dimana dengan adanya tarikan (*stretching*) dapat menimbulkan tegangan tarik yang besar dan bisa menyebabkan retak pada bentukan *flanging*.



**Gambar 2.12** Proses *Flanging*  
(Sumber: [8] hal 415)

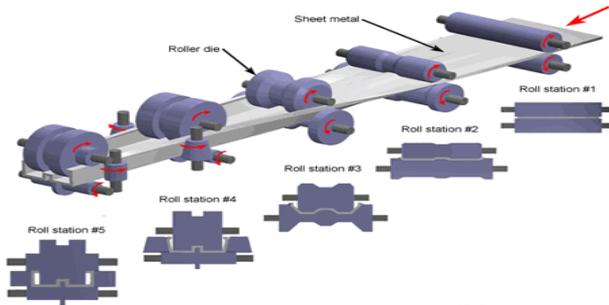
#### 2 *Hemming (Flattening)*

Dalam proses ini, ujung plat di tekuk dengan sudut  $180^{\circ}$  hingga menyentuh permukaannya sendiri. Cara ini biasanya di pakai untuk menghilangkan ujung plat yang tajam akibat pemotongan sebelumnya.

#### 3 *Roll Forming*

*Roll forming* merupakan proses pembentukan yang dilakukan untuk membentuk plat lembaran menjadi

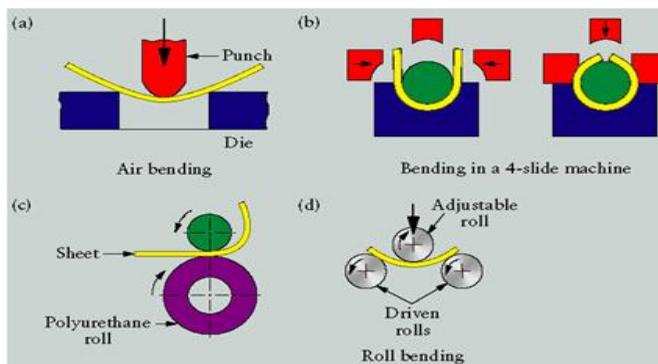
produk berupa pipa, *frame* atau produk sejenis dengan cara memasukan lilitan lembaran plat kedalam rangkaian pengerol untuk membentuk produk yang diinginkan secara bertahap.



**Gambar 2.13** Proses *Roll Forming* (Sumber: [8] hal 424)

#### 4 Bending

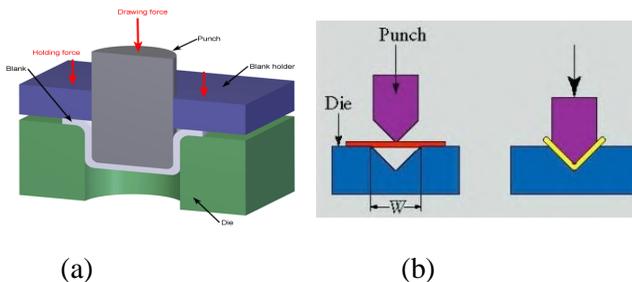
Pada proses ini, ujung dari plat di bengkokkan secara paksa dengan memasukan material kedalam lekukan die oleh gaya luar. *Beading* dapat menambah kekakuan dan kekuatan serta dapat menghilangkan ketajaman ujung plat yang mengalami proses pemotongan.



**Gambar 2.14** Proses Bending (Sumber: [8] hal 421)

## 5 *V-bending dan Wiping bending*

Merupakan proses pembengkokan yang di lakukan diantara dua permukaan berbentuk V baik pada *punch* maupun die-nya pada metode *V-bending* sedangkan pada *Wiping bending*, benda kerja di jepit kemudian dilakuakn pembengkokan pada ujungnnya. *V-bending* biasanya di pakai pada produksi dengan kecepatan rendah dan bentuk relative sederhana dengan biaya yang murah.



**Gambar 2.15** Proses Bending: a) *Wiping dan b) V-Bending*  
(Sumber: [8] hal 420)

### 2.3.2 *Wiping Bending*

Proses pembengkokan dengan metode “*wiping bending*” merupakan proses dimana benda kerja di jepit pada satu ujung kemudian ujung yang lain di bengkakan penjepit benda kerja dilakukan oleh *system* yang dinamakan “*pad*” yang memberikan gaya penjepitan terhadap benda dengan permukaan “*die*” yang memanjang sedangkan bagian yang berfungsi untuk membengkokkan benda kerja di namakan “*punch*” yang mendorong ujung benda kerja oleh gaya luar yang bekerja pada punch tersebut.

Pembengkokan jenis ini melibatkan beban sentilever (*contilever loading*) pada benda kerja dimana tekanan *pad* terhadap die sebagai gaya penjepitan mengimbangi gaya yang ditimbulkan

oleh *punch* saat operasi bending berlangsung. Dalam hal ini *punch* membengkokkan ujung tersebut hingga melewati titik *yield* dari material tersebut sehingga *deformasi plastis* berupa bending. Pada umumnya metode “*wiping bending*” digunakan untuk pembengkokkan dengan sudut  $90^0$  sehingga untuk sudut yang lebih besar memerlukan desain tersendiri untuk mengatasinya.

### 2.3.3 Pengujian Tarik

Kekuatan tarik suatu logam merupakan sifat mekanik logam terpenting, terutama untuk perencanaan konstruksi maupun pengerjaan logam tersebut. Kekuatan tarik suatu bahan dapat diketahui dengan menguji tarik bahan yang bersangkutan. Dari hasil uji tarik ini diketahui sifat sifat seperti: Reduksi penampang, *Modulus elastisitas*, Kekuatan mulur, dan perpanjangan.

#### 2.3.5.1 Kekuatan Tarik

Kekuatan tarik atau *tensile strength* merupakan sifat suatu material yang menunjukkan suatu kemampuan untuk menahan beban atau tegangan tanpa menimbulkan kerusakan atau patah. Besarnya kemampuan tersebut dapat diketahui dengan tegangan maksimum sebelum patah dan dinyatakan dengan symbol  $\sigma_u$ .

$$\sigma_u = \frac{P_{max}}{A_o} \quad (2.3)$$

Dimana :  $\sigma_u$  = Tegangan luluh ( $\text{Kg/mm}^2$ )

$P_{max}$  = Beban *Maximum* (Kg)

$A_o$  = Luasan Penampang  $\text{mm}^2$

(Sumber: [8] hal 22)

#### 2.3.5.2 Kekuatan Luluh

Bila beban melebihi  $P_p$ , maka hubungan beban dengan perpanjangan akan terjadi penyimpangan dari garis lurus membentuk kurva selanjutnya pada beban tertentu, pada diagram akan terdapat bagian yang mendatar. Hal ini menunjukkan bahan mengalami perpanjangan (*yielding*) walaupun tanpa terjadi penambahan beban. Besarnya beban tersebut disebut  $P_y$  dan tegangannya dinyatakan dengan persamaan

$$\sigma_y = \frac{P_y}{A_o} \quad (2.4)$$

Dimana :  $\sigma_y$  = Tegangan luluh ( $\text{Kg/mm}^2$ )

$P_y$  = Beban pada *Yield Poin* ( $\text{Kg}$ )

$A_o$  = Luasan Penampang awal *spesimen* ( $\text{mm}^2$ )

(Sumber: [8] hal 22)

### 2.3.5.3 Reduksi penampang (q)

$$q = \frac{A_o - A_f}{A_o} \times 100 \% \quad (2.5)$$

Dimana : q = Reduksi penampang

$A_o$  = Luasan Penampang awal ( $\text{mm}^2$ )

$A_f$  = Luasan Penampang akhir (mm)

(Sumber: [8] hal 27)

Reduksi penampang merupakan salah satu ukuran sifat keuletan suatu bahan dimana pada umumnya material mempunyai harga reduksi penampang antara 20-90%.

#### 2.3.5.4 Modulus Elastisitas

Modulus elastisitas merupakan ukuran kekakuan suatu bahan dimana semakin besar nilai modulus elastisitas, maka semakin kecil regangan *elastic* yang dihasilkan akibat pemberian tegangan. Modulus *elastisitas* diperlukan dalam perhitungan lenturan bahan dan anggota struktur yang lain yang tentunya merupakan data yang penting pula dalam perencanaan proses suatu pengerjaan logam atau pembuatan produk, Nilai modulus *elastisitas* dapat dicari dengan rumusan sebagai berikut:

$$E = \frac{\sigma}{e} \quad (2.6)$$

Dimana: E = Modulus elastisitas ( $\text{Kg/mm}^2$ )

$\sigma$  = Tegangan ( $\text{Kg/mm}^2$ )

e = Regangan (%)  
(Sumber: [8] hal 19)

#### 2.3.5.5 Tegangan dan Regangan Teknik

Pada diagram pengujian tarik, tegangan dan regangan teknik merupakan tegangan dan regangan yang di hasilkan dari panjang dan luasan benda uji yang sebenarnya. Dalam hal ini Tegangan di peroleh dengan membagi beban dengan luas awal dan regangan yang di pakai dalam kurva merupakan regangan linier rata-rata yang diperoleh dari hasil perpanjangan panjang akhir dengan panjang awal. Adapun rumus yang di pakai untuk menentukan besarnya tegangan teknik adalah sebagai berikut :

$$\sigma_t = \frac{P}{A_o} \quad (2.7)$$

Dimana :  $\sigma_t$  = tegangan teknik ( $\text{Kg/mm}^2$ )

$P$  = Beban ( $\text{Kg}$ )

$A_o$  = Luas penampang ( $\text{mm}^2$ )

(Sumber: [8] hal 27)

### 2.3.5.6 Tegangan dan regangan sebenarnya

Kurva Tegangan-Regangan teknik ini memberi indikasi sesungguhnya tentang karakteristik *deformasi* bahan pada saat pengujian, sebab kurva tersebut seluruhnya di dasarkan pada ukuran asli benda uji.

Untuk mendapatkan kurva Tegangan-Regangan sebenarnya ( $\sigma_s - \epsilon_s$ ) digunakan luas penampang ( $A_s$ ) dan panjang ( $L_s$ ) specimen uji yang sebenarnya di definisikan sebagai berikut :

$d\sigma_s = \frac{dP}{A_s}$ , sehingga

$$\sigma_s = \frac{P}{A_s} \quad (2.8)$$

Dimana :  $\sigma_s$  = Regangan Teknik ( $\text{Kg/mm}^2$ )

$P$  = Beban ( $\text{Kg}$ )

$A_s$  = Luasan penampang sebenarnya ( $\text{mm}^2$ )

(Sumber: [8] hal 30)

## 2.4 Perencanaan Poros

Poros untuk meneruskan daya diklasifikasikan menurut pembebanan sebagai berikut:

### 1. Poros Transmisi

Poros macam ini mendapat beban puntir murni atau puntir lentur. Daya ditransmisikan kepada poros ini melalui pulley sabuk.

### 2. Spindel

Poros transmisi yang relatif pendek, seperti poros utama mesin perkakas, dimana beban utamanya berupa puntiran disebut spindel. Syarat yang harus dipenuhi poros ini adalah deformasinya harus kecil dan bentuk serta ukurannya harus teliti.

### 3. Poros (*shaft*)

Poros yang ikut berputar untuk memindahkan daya dari mesin kemekanisme yang digerakkan. Poros ini mendapat beban puntir murni dan lentur.

Hal-hal penting dalam perencanaan poros yang harus diperhatikan adalah:

#### 1. Kekuatan poros

Sebuah poros harus direncanakan kekuatannya, sehingga mampu menahan beban-beban yang akan terjadi, seperti puntir dan lentur tarik dan tekan dan sebagainya.

#### 2. Kekakuan poros

Meskipun sebuah poros mempunyai kekuatan yang tinggi, tetapi jika lenturan atau *deflexi* puntirannya terlalu besar, maka akan mengakibatkan ketidak telitian juga menimbulkan getaran dan suara. Karena itu kekakuan

poros harus diperhatikan dan disesuaikan dengan jenis mesin yang akan dilayani oleh motor.

### 3. Putaran kritis

Jika putaran mesin dinaikkan dan menimbulkan getaran yang cukup besar maka getaran itu disebut putaran kritis. Oleh sebab itu maka poros harus direncanakan sedemikian rupa sehingga putaran poros lebih rendah dari putaran kritis.

### 4. Korosi

Bahan-bahan anti korosi harus dipilih untuk mengurangi kontak bahan kulit kerang dengan poros yang berputar sehingga dapat memperpanjang umur mesin.

#### 2.4.1 Menghitung Diameter Poros

Pada proses perhitungan poros, yang dihitung adalah diameter poros. Untuk menentukan poros, maka perlu diketahui tegangan yang diterima atau yang ditimbulkan oleh mekanisme yang terpasang pada poros.

Disini akan dibahas poros yang mendapatkan beban (utama) puntir dan lentur, seperti pada poros pencacah. Sehingga pada permukaan poros akan terjadi tegangan geser karena Momen puntir dan tegangan tarik karena momen lentur.

Sehingga tegangan maksimum untuk poros pejal :

$$\tau_{max} = \sqrt{\left(\frac{16.Mb}{\pi.d^3}\right)^2 + \left(\frac{16.Mt}{\pi.d^3}\right)^2}$$

Syarat perencanaan adalah tegangan yang terjadi harus lebih kecil daripada tegangan ijin, sehingga :

$$\sqrt{\left(\frac{16.Mb}{\pi.d^3}\right)^2 + \left(\frac{16.Mt}{\pi.d^3}\right)^2} \leq \frac{S_{yps}}{N} \quad (2.9)$$

Dimana :

$T_t$  = Tegangan puntir (psi)

D = Diameter poros (in)

Mb = *Momen bending* yang diterima poros (lb-in)

Mt = *Momen torsi* yang diterima oleh poros (lb-in)

Ssyp = *yield point* geser (0.5 Syps)

N = Faktor keamanan (3)

(Sumber: [8] hal 108)

## 2.5 Bantalan (*pillow block*)

Block bearing merupakan bearing yang sudah dilengkapi dengan dudukan sehingga kita tidak perlu lagi membeli bearing bersama dudukan secara terpisah.

*Block bearing* biasanya di pasang di lingkungan yang relatif bersih dan umumnya digunakan untuk beban yang lebih rendah dari industri umum. Ini berbeda dari *pillow "block plummer"* yang merupakan rumah bearing yang dibuat tanpa bearing didalamnya (rumah dan bearing terpisah) dan biasanya digunakan untuk penggunaan beban yang lebih tinggi dan lingkungan industri yang korosif. Namaun istilah bearing *block* dan *block plummer* digunakan secara bergantian di negara – negara tertentu.

Aplikasi mendasar dari kedua jenis tersebut adalah sama yaitu untuk memegang bantalan / bearing antara bagian luar yang diam (Stator) terhadap bagian dalam yang berputar (rotasi cincin bearing) agar tetap pada posisinya masing masing.

*Block bearing* ada yang dibuat menjadi satu kesatuan dan ada yang dibuat memiliki tutup di bagian atasnya sehingga bisa dibuka (tutup dan basis) sehingga bearing yang ada didalamnya bisa dilepas untuk penggantian disebut *type split*.

Berbagai macam segel disediakan untuk mencegah debu dan kontaminan lainnya dari lingkungan sekitar agar tidak bisa masuk kerumah bearing. Jadi rumah bearing melindungi bearing agar tetap bersih dari pengaruh lingkungan sekitar dan bearing bebas berputar, sehingga meningkatkan kinerja dan siklus perputaran mesin.

Rumah bantalan biasanya terbuat dari besi cor kelabu. Namun berbagai macam nilai logam yang berbeda dapat digunakan untuk memproduksi jenis yang sama.

ISO 113 menspesifikasikan dimensi *block plummer* agar diterima diinternasional.

### **2.5.1 Gaya Radial Bantalan**

Berikut merupakan rumus untuk menghitung gaya radial bantalan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$F_r = \sqrt{(F_h)^2 + (F_v)^2} \quad (2-19) \quad (2.10)$$

Dimana :

- $F_r$  : beban radial dalam (lb)
- $F_h$  : gaya sumbu *horizontal* (lb)
- $F_v$  : gaya sumbu *vertical* (lb)

(Sumber: [8] hal 12)

## 2.5.2 Beban Ekuivalen

Yang dimaksud beban ekuivalen adalah beban radial yang konstan yang bekerja pada bantalan dengan ring dalam berputar sedangkan ring luar tetap. Ini akan memberikan umur yang sama seperti pada bantalan bekerja dengan kondisi nyata untuk beban dan putaran yang sama. Untuk menghitung beban ekuivalen dapat menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$P = X \cdot V \cdot F_R + Y F_a \quad (2.11)$$

Dimana:

- P = beban *equivalent* (lb)
- $F_a$  = beban aksial (lb)
- X = faktor beban radial
- V = faktor putaran,  
ring dalam yang berputar  $V = 1$   
ring luar yang berputar  $V = 1,2$
- Y = faktor beban aksial

(Sumber: [8] hal 19)

Bila beban radialnya lebih besar daripada beban aksial maka beban ekuivalen dapat ditulis sebagai berikut :

$$P = V \cdot F_r$$

Apabila bantalan yang dipilih adalah *single row bearing* maka:

$$P_A = F_s (X.V.F_{Ar} + Y.F_a) \quad (2.12)$$

Karena :  $F_a = 0$

$$\frac{F_a}{v.F_r} = 0$$

$$\frac{F_a}{v.F_r} \leq 1$$

Maka nilai  $X = 1$  dan  $Y = 0$

(Sumber: [8] hal 16)

### 2.5.3 Umur Bantalan

Untuk menghitung umur bantalan dapat digunakan rumus, yaitu :

$$L_{10} = \frac{10^6}{60.n_p} \cdot \left( \frac{C}{P} \right)^b \quad (2.13)$$

Keterangan :

- $L_{10}$  = umur bantalan ( jam kerja )
- $C$  = diperoleh dari tabel bantalan sesuai dengan diameter dalam bantalan yang diketahui (lb)
- $P$  = beban *equivalent* (lb)
- $b$  = 3, untuk bantalan dengan bola  
= 10/3 bila bantalan adalah Bantalan Rol
- $N_p$  = putaran poros ( rpm )

(Sumber: [8] hal 19)

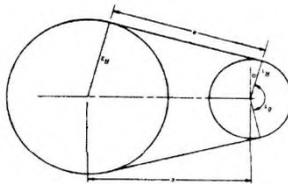
## 2.6 V-Belt

V-Belt adalah suatu element *fleksibel* yang dapat di gunakan dengan mudah mentransmisi torsi dan gerakan berputar dari satu komponen ke komponen lainnya, dimana belt tersebut dililitkan pada pulli yang melekat pada poros yang akan berputar.

### 2.6.1 Perencanaan Belt Dan *Pulley Belt*

Perencanaan belt dan *pulley belt* digunakan untuk mentransmisikan putaran dan daya dari suatu poros ke poros yang

lain, biasanya mempunyai jarak yang jauh sehingga tidak memungkinkan transmisi langsung dengan rodagigi. Sebagian besar transmisi belt menggunakan tipe V, karena penanganannya mudah dan harga nya pun murah. Dalam perencanaan belt ini, yang digunakan adalah standar V-belt berjumlah 2 buah. Transmisi ini diharapkan mampu menghasilkan putaran yang diinginkan, sehingga proses pemotongan yang dilakukan oleh piringan eksentrik dapat berjalan dengan baik.



**Gambar 2.16** Diagram Pulley  
(Sumber: [8] hal 83)

### 2.6.2 Menentukan Design Power

Dari table 8.2 ( *Mechanical Design – Peter Child*) untuk mesin pemotong dengan asumsi waktu kerja 10 jam/hari didapatkan servis factor 1.

Rumus :  $P_d = f_c \cdot P$  (2.14)

(Sumber: [8] hal 95)

### 2.6.3 Menentukan Gaya Tarik Dan Jumlah Belt

Diantara tiga gaya yaitu: F1, F2 Dan Fe, biasanya yang lebih dahulu diketahui adalah Fe dengan menggunakan rumus:

$$F_e = \frac{T_1}{r_1} \text{ Atau } F_e = \frac{T_2}{r_2} \quad (2.15)$$

(Sumber: [8] hal 87)

### 2.6.4 Kecepatan Keliling Atau Kecepatan Linier

Besarnya kecepatan keliling atau kecepatan linier yang bisa dilambangkan “v” atau “u” dapat dinyatakan dengan persamaan

$$V = \frac{\pi \cdot D_1 \cdot n_1}{60 \times 1000} \quad (2.16)$$

Dimana : v = Kecepatan linier belt (m/det) , Vmax =30 m/det

D = Diameter pule, mm

n = Putaran Pule, Rpm

(Sumber: [8] hal 73)

## 2.6.5 Menentukan Diameter Pulley 1 dan 2

Pemilihan atau menghitung besarnya diameter *pulley*, dapat menggunakan rumus perbandingan putaran (*i*). Maka rumus:

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{D_2}{D_1} \quad (2.17)$$

Spesifikasi data perencanaan :

- Bahan belt : *Chrome Leather*
  - Daya motor :  $P = 0,75\text{kW} = 1 \text{ hp}$
  - Putaran pulley 1 (penggerak) :  $n_1 = 1440 \text{ Rpm}$
  - Putaran pulley 2 :  $n_2 = 424 \text{ Rpm}$
- : 2.35

## Putaran 1 $\frac{n_1}{n_2}$

Diameter Pulley :

Diameter Pulley 1 dan 2 didapatkan dari table 8.4 (*Mechanical Design – Peter Child*), dimana untuk speed ratio 2.35 diameter *pitch* yang sesuai adalah :

Diameter 1 : 70 mm

Diameter 2 : 50 mm

(Sumber: [8] hal 94)

## 2.6.6 Menentukan Sudut Kontak Dan Panjang Belt

Sudut kontak dan panjang belt mempunyai berbagai macam transmisi belt.

$$\begin{aligned} u &= 180^\circ - \frac{D_2 - D_1}{60^\circ} \\ &A \\ &= 2a + \pi(D_2 + D_1) + \frac{(D_2 + D_1)^2}{4A} \end{aligned} \quad (2.18)$$

(Sumber: [8] hal 86)

## 2.6.6 Perhitungan Kerugian Daya

Kerugian transmisi daya dengan belt karena adanya rangkakan (*creep*) antara beltdengan *pulley*, geseksn pada bantalan *pulley* atau *idler – pulley*, dan tahanan udara pada belt, pule dan idler-pule.

$$LT = Fe.u + Fe u \quad (2.19)$$

(Sumber: [8] hal 78)

## 2.6.7 Perhitungan Gaya Max Pada Poros *Pulley*

Gaya yang diterima oleh poros dari *pulley*, sesuai dengan besarnya tarikkan dan arahnya berhimpit dengan belt pada kedua sisi *pulley*. Untuk tarikkan awal dibuat cukup besar, denga tambahan sebesar 50% dengan sudut kontak a minimal 120°

$$F_{R, \max} = 2 \cdot F_e \cdot \sin \frac{\alpha}{2} \quad (2.20)$$

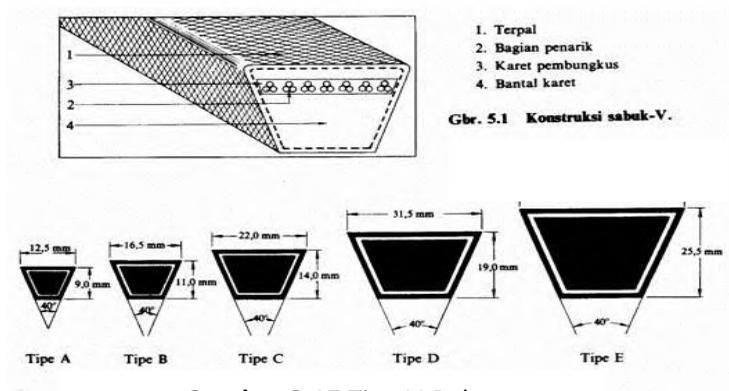
2

(Sumber: [8] hal 83)

## 2.6.8 Penentuan Tipe Belt

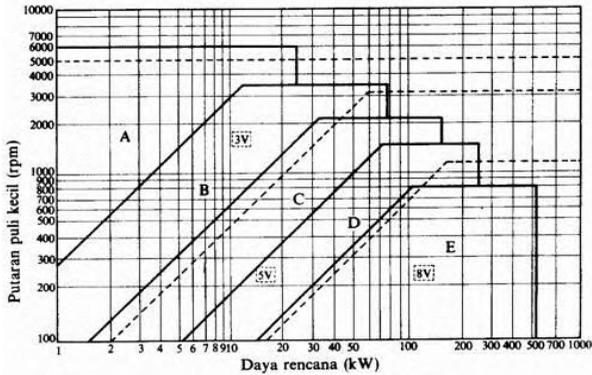
Dari ketentuan yang ada pada buku *Mechanical Design – Peter Child*, jenis belt yang dipakai

dipengaruhi oleh *power*, kecepatan putar dan rasio kecepatan



**Gambar 2.17** Tipe V-Belt

(Sumber: [8] hal 98)



**Gambar 2.18** Diagram pemilihan V-Belt

(Sumber: [8] hal 97)

## 2.7 Pulley

*Pulley* merupakan alat yang digunakan sebagai penghantar daya yang berfungsi sebagai sabuk untuk menjalankan kekuatan.



**Gambar 2.19** Pulley (Sumber: [8] hal 83)

### **2.7.1 Fungsi**

Fungsi dari *Pulley* seperti hanya deskripsi dari *Pulley* itu sendiri yaitu Penghantar daya, tak hanya itu sebenarnya *Pulley* mempunyai fungsi penghubung mekanis kepada AC, *Power Steering*, Alternator dan masih banyak lagi yang akan dihubungkan dengan *Pulley*.

Jenis *Pulley* memiliki beberapa Varian :

- *Sheaves/V-Pulley*
- *Variabel Speed Pulley*
- *Mi-Lock*

### **2.7.1 Koefisien gesek antara puli dan sabuk**

Koefisien gesek antara sabuk dan puli tergantung berdasar pada faktor berikut :

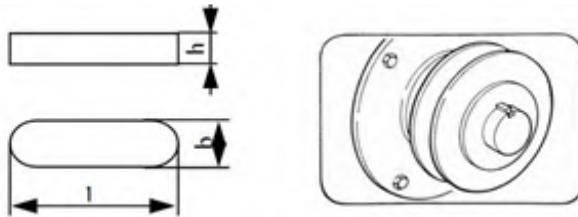
- 1. Bahan sabuk
- 2. Bahan puli
- 3. Gelincir sabuk
- 4. Kecepatan sabuk

### **2.8 Pasak**

Pasak (*Key Pin*) adalah salah satu elemen mesin yang dapat dipakai menempatkan barang bagian-bagian mesin seperti roda gila, sprocket, puli, kopling dan lain-lain. Selain itu penggunaannya juga sebagai pengaman posisi, pengaturan kekuatan putar atau kekuatan luncur dari naf terhadap poros, perletakan kuat dari gandar, untuk sambungan *flexible* atau

bantalan, penghenti pegas, pembatas gaya, pengaman sekrup dan lain-lain.

Salah satu bagian penting dari elemen mesin adalah pasak, dan pasak disambungkan pada *pulley* dan poros mesin. Salah satu fungsi pasak adalah bagian yang menjamin tersambungannya poros dan *pulley* dan menjaga hubungan putaran *relative* antara poros dengan peralatan mesin yang lain.



**Gambar 2.20** Pasak (Sumber: [8] hal 89)

Dengan keterangan sebagai berikut :

- H = Tinggi pasak
- b = Lebar pasak
- L = Panjang pasak
- $F_s$  = Gaya geser
- $F_c$  = Gaya Kompresi

Dibedakan dari bentuknya pasak di bedakan menjadi : pasak datar pasak lurus (*tapered key*), (*square key*), dan pasak setengah silinder (*wood ruff key*). Pasak juga diklasifikasikan Menurut arah gaya menjadi : pasak melintang dan pasak memanjang.

Fungsi dari pasak memanjang (*spie*) adalah untuk menerima gaya sepanjang pasak terbagi secara merata, dan pasak juga dapat dibedakan menjadi pasak baji, pasak kepala, pasak benam dan pasak tembereng.

Distribusi tegangannya dapat diketahui sehingga dalam perhitungan tegangan disarankan menggunakan faktor keamanan sebagai berikut :

- a.  $N = 1$  untuk torsi yang tetap atau konstan
- b.  $N = 2,5$  untuk beban kejut kecil atau rendah
- c.  $N = 4,5$  untuk beban kejut yang besar terutama dengan bolak balik.

Perlu diperhatikan bahwa lebar pasak sebaiknya antara 25% s/d 30 % dari diameter poros, dan panjang pasak jangan terlalu panjang dibandingkan dengan diameter poros, yaitu antara 0,75 s/d 1,5 kali diameternya. Pasak mempunyai standarisasi yang sesuai dengan desain yang dibutuhkan.

## **2.9 Motor Listrik**

Motor listrik arus searah AC motor listrik arus searah adalah jenis motor listrik yang beroperasi dengan sumber tegangan arus listrik searah AC. Motor listrik arus searah AC ini dapat dibedakan lagi berdasarkan sumber dayanya sebagai berikut. Motor AC sumber daya terpisah/*Separately Excited*. Adalah jenis motor AC yang sumber arus medan *disupply* dari sumber terpisah, sehingga motor listrik AC ini disebut motor AC sumber daya terpisah (*separately excited*).

Motor AC sumber daya sendiri/*Self Excited*. Adalah jenis motor AC yang sumber arus medan *disupply* dari sumber yang sama dengan kumparan motor listrik, sehingga motor listrik AC ini disebut motor AC sumber daya sendiri (*self excited*).

Motor AC sumber daya sendiri/*self excited* ini dibedakan lagi menjadi 3 jenis berdasarkan *konfigurasi supply* medan dengan kumparan motornya sebagai berikut.

**Motor AC shunt**, Pada motor AC shunt gulungan medan (medan *shunt*) disambungkan secara paralel dengan gulungan motor listrik. Oleh karena itu total arus dalam jalur merupakan penjumlahan arus medan dan arus dinamo.

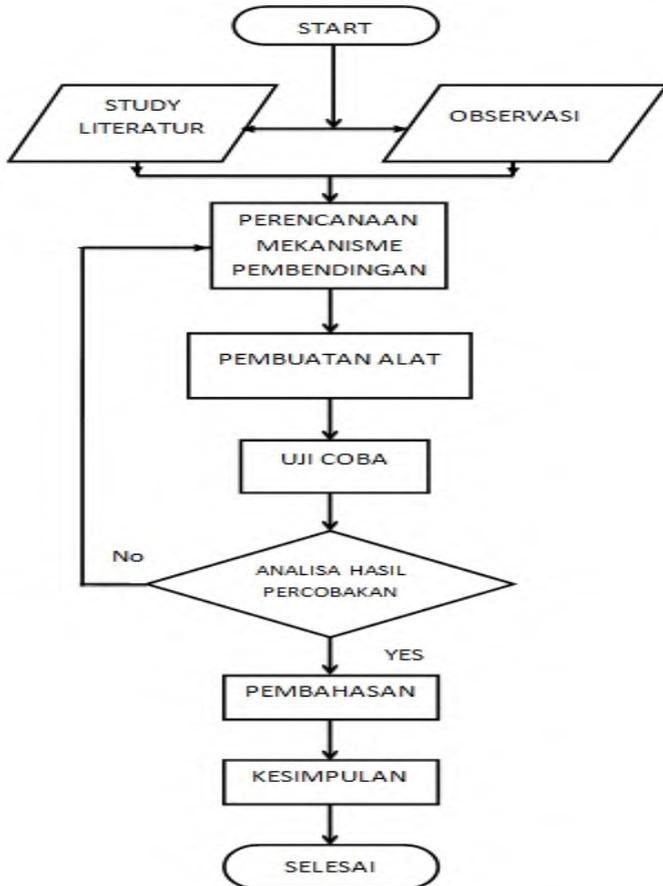
**Motor AC Seri**, Pada motor AC seri, gulungan medan (medan shunt) dihubungkan secara seri dengan gulungan kumparan motor (A). Oleh karena itu, arus medan sama dengan arus dinamo.

**Motor AC Kompon/Gabungan**, Motor Kompon AC merupakan gabungan motor seri dan shunt. Pada motor kompon, gulungan medan (medan *shunt*) dihubungkan secara paralel dan seri dengan gulungan motor listrik. Sehingga, motor kompon memiliki torque penyalaan awal yang bagus dan kecepatan yang stabil.

Adalah jenis motor AC yang sumber arus medan *disupply* dari sumber terpisah, sehingga motor listrik AC ini disebut motor AC sumber daya terpisah (*separately excited*).

### BAB III METODOLOGI

Dibuatlah diagram alir/*flowchart* dengan tujuan memperjelas langkah pengerjaan dan pembuatan alat. Dapat dilihat dari langkah awal dan langkah akhir maka seperti berikut ini :



**Gambar 3.1** *Flowchart* perencanaan pembuatan mesin pembending kawat

### 3.1 Diagram Alir Perencanaan

Dibawah ini merupakan beberapa metode penelitian pada proses pengerjaan mesin penganyam kawat ini, antara lain meliputi :

1. **Studi Literatur:**

Pada studi literatur meliputi mencari dan mempelajari bahan pustaka untuk mencari informasi mengenai alat yang telah dibuat atau direncanakan terdahulu melalui buku-buku di perpustakaan, jurnal-jurnal penelitian dan melalui internet dimana tujuan dari metode ini adalah pengetahuan mengenai komponen - komponen apa saja yang digunakan pada mesin dan agar perencanaan alat yang di buat dapat memiliki kelebihan dan juga adapengembanganda rigeranis sebelumnya, supaya penggunaannya lebih maksimal bagi pengguna alat.

2. **Observasi:**

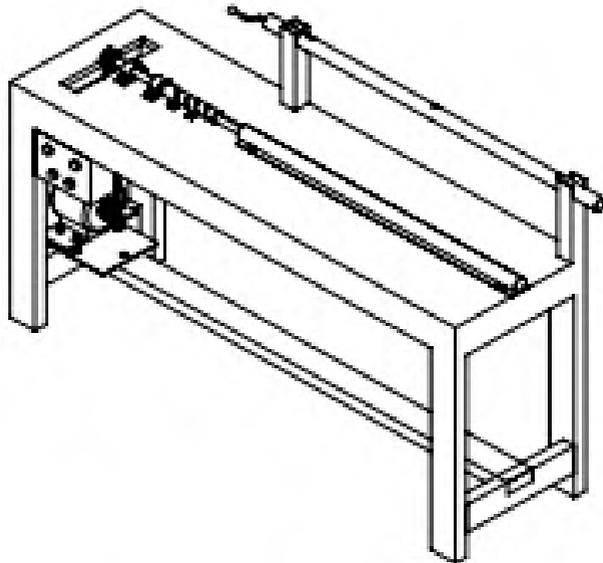
Observasi merupakan tahap yang bertujuan melakukan survei alat-alat pengayam (pembending) kawat yang sudah pernah dibuat sebelumnya, mengamati bentuk pembendingnya dan juga mengamati mekanisme sistem gerakan, dimana alat penganyam ini pernah dilakukan antara lain dalam pembuatan wire mesh machining yang di peruntuhkan untuk pembuatan sangkar burung yang membutuhkan kawat ukuran tak terlalu besar yakni berdiameter 1.6mm dengan ukuran lubang 25 x 25mm dapat di kerjakan dengan manual yakni menggunakan spindle ( Joko Sutrisno dkk,2009).

3. **Perancangan Mekanisme Gerakan Pembendingan:**

Perancangan dilakukan bertujuan untuk mengetahui gerakan pembendingan yang cocok untuk bahan kawat (wire) yang akan di bending menjadi bentuk zig zag yang nantinya akan di bentuk anyaman roll.

4. **Sket Gambar Mesin:**

Gambar sket mesin sangat diperlukan penggambaran bentuk mesin tersebut. Karena dengan gambar sket mesin dapat mempermudah dalam proses pembangunan mesin dan proses pembendingan di mesin tersebut.



**Gambar 3.2** Sket Mesin PembendingKawat

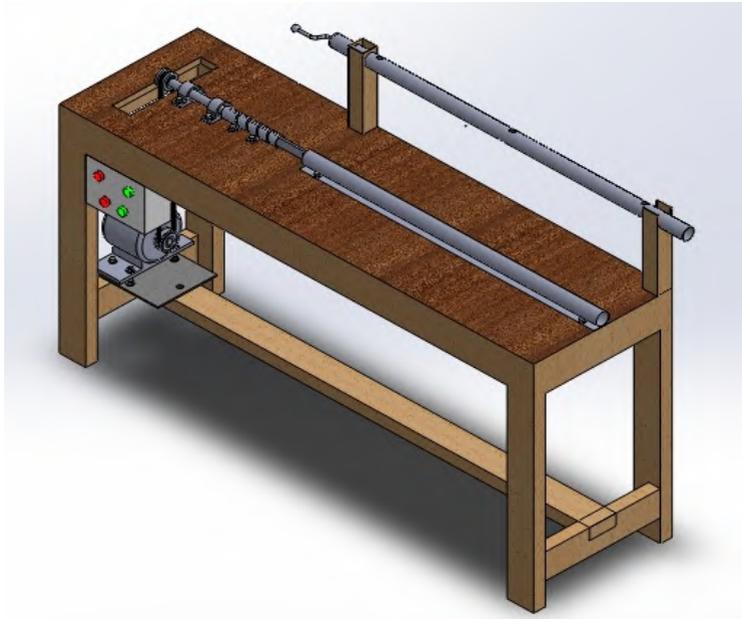
5. **Pemilihanbahan:**

Hal ini diawalidenganpemilihan bahan kayu balok, motor AC 1440RPM, v-belt, *Pulley*, pipa dengan diameter tertentu, plat pembending, poros dan bagian elemenmesinlainnya. Pemilihan bahan ini sangat diperlukan. Hal ini dilakukan sebelum pembuatan mesin.

6. **Pembahasan:**

Pada bab pembahasan ini dilakukan pembahasan tentang mesin dan perhitungan secara detail.

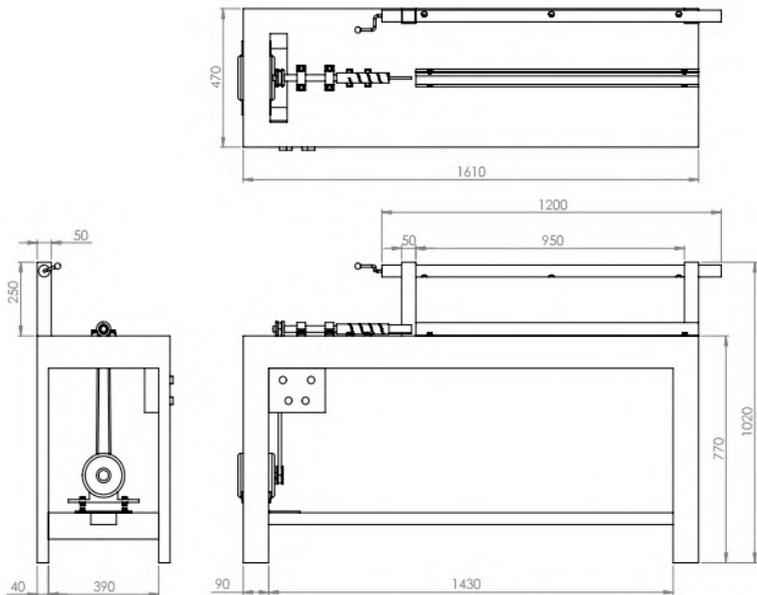
### 3.2 Prinsip kerja mesin penganyam kawat



**Gambar 3.3** Prinsip Mesin Pembending Kawat

Pada Mesin Pembending kawat ini di rencanakan dapat membending kawat dan merubah kawat (*wire*) yang sebelumnya lurus menjadi zig zag setelah mengalami proses pembendingan. Plat pembending di hubungkan dengan poros dengan cara di sambung menggunakan media pengelasan, poros tersambung dengan sprocket dan sproket terhungung dengan V-Belt ke motor listrik. Pada Perencanaan ini menggunakan motor listrik 1HP dengan putaran 1440 RPM. di hubungkan oleh V-Belt dengan tambahan *Contaktor*, *Timer Diley*, *Rellay*, Kontrol panel, sehingga menghasilkan putaran yang sesuai yang diinginkan dalam melakukan proses pembendingan.

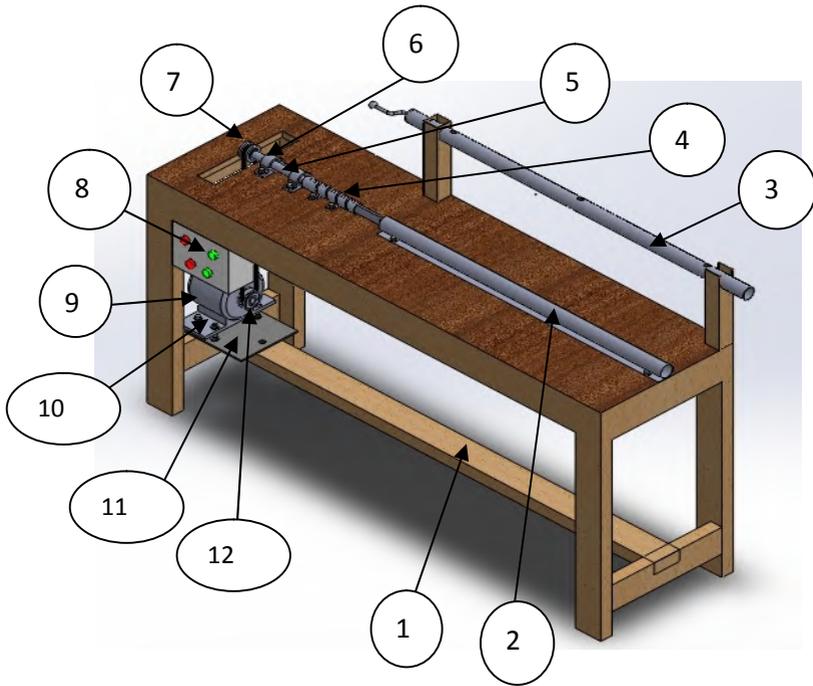
### 3.3 Prosedur pengoprasian



**Gambar 3.4** Hasil Mesin Penganyam Kawat Jenis Harmonika

Setelah pembending kawat ini selesaidirencanakan,maka berikut ini merupakan perencanaan prosedur pengoprasian mesin pembending kawat :

1. Pertama-tama kawat atau wire di bengkokkan ujungnya sedikit guna mempermudah proses pembendingan.
2. Selanjutnya memasukan ujung kawat yang sudah di bengkokkan ke dalam lubang pembending guna mempermudah proses pembendingan.
3. Proses selanjutnya menghidupkan motor dengan cara menekan saklar on pada tombol saklar, motor bergerak menggerakkan meputar ke poros melalui V-Belt dan pulley.
4. Kawat (*wire*) tersebut akan tergulung dan terbending dengan mengikuti alur yang sudah di buat di pipa alur pembending, dan menunggu sampai kawat keluar dari pipa dalam bentuk zig zag.
5. Setelah proses pembendingan kawat (*wire*) keluar dari pipa pembending dalam bentuk zig zag, selanjutnya ujung kawat menyatudengan melalu ipipa potong sehingga dapat menjadi sebuah anyaman dan memotong kawat tersebut dengan ukuran yang di sesuaikan,setelah itu pipa rollakanmenggulung anyaman yang sudah jadi, dan proses tersebut dilakukan berulang ulang sehingga anyaman kawat (*wire*) tersebut menjadi lembaran anyaman.
6. Setelah kawat anyaman yang berada di dalam roll terpenuhi maka kawat roll bisa diambil
7. Selesai.



**Gambar 3.5** Bagian-bagian mesin pembending kawat

Keterangan :

1. Meja
2. Pipa Potong
3. Pipa Roll
4. Pipa Ulir
5. Poros Pahat
6. Pillow Block
7. V-Belt
8. Kontrol Panel

9. Motor
10. Mur Baut
11. Plat Motor
12. Pulley

### **3.4 Keunggulan mesin pembending kawat**

Berikut ini merupakan keunggulan mesin pembending kawat antara lain :

1. Memiliki gerakan dimensi yang kecil sehingga mudah untuk di pindah-pindah tempat.
2. Menggunakan motor DC 1HP, 1440Rpm, 1phase.
3. Sangat sederhana dan mudah dalam pengoprasiaan jika di pergunakan untuk oprator pemula.
4. Harga ekonomis.

## BAB IV PERHITUNGAN DAN PERENCANAAN

### 4.1 Data Material dan Produk

Dari hasil pengolahan data uji tarik dari material benda kerja di dapatkan :

- Jari-jari benda kerja (r) : 0,6 mm
- Batas ulur : 30,80 kgf/mm<sup>2</sup>
- Batas tarik : 53,16 kgf/mm<sup>2</sup>
- Regangan : 23,45 %

Untuk ukuran benda awal kawat (*wire*) dan produk yang akan di buat adalah sebagai berikut:



(a)



(b)

**Gambar 4.1** Kawat: a) benda sebelum di bending, b) Setelah dibending.



**Gambar 4.2** Produk Hasil Proses Bending

#### 4.2 Gaya bending

Sebelum merencanakan mesin pembuatan kawat zig zag, maka terlebih dahulu di tentukan besarnya gaya pembentukan yang di perlukan pada proses bending dapat di hitung dengan persamaan sebagai berikut

$$\sigma = \frac{MC}{I} = \frac{4.F.W}{\pi r^3}$$

Dimana :  $\sigma = 53,16 \text{ Kgf/mm}^2$

$W = 4 \text{ mm}$

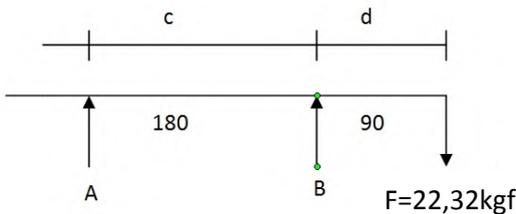
$$c = r = 0,6 \text{ mm}$$

Dari rumus di atas dapat di turunkan rumus yang sesuai untuk menentukan gaya pembentukan yang terjadi pada proses bending.

$$\begin{aligned}
 F &= \frac{\sigma \pi r^3}{4W} \\
 &= \frac{53,16 \cdot 3,14 \cdot (0,6)^3}{4 \cdot 4} \\
 &= \frac{166,9224 \cdot 0,216}{16} \\
 &= 36,05 \text{ kgf} = 353,52 \text{ N}
 \end{aligned}$$

### 4.3 Gaya Tumpuhan

Untuk menghitung tumpuhan beban pada Pemegang (*clamp*) rumah bending dapat di hitung sebagai berikut:



$$+ \uparrow = R_{Ay} + R_{By} - F = 0$$

$$R_{Ay} = F - R_{By} \dots \dots \dots \text{pers I}$$

$$+ \cup = - RBy \cdot c + F \cdot (c + d) = 0$$

$$- RBy = \frac{-F(c+d)}{c}$$

$$- RBy = \frac{-22,32[180+90 \cdot 10^{-3}]}{180 \cdot 10^{-3}}$$

$$- RBy = \frac{-22,32 \cdot 0,27}{0,18}$$

$$RBy = \frac{2,916}{0,19}$$

$$RBy = 16,2 \text{ kg}$$

$$\begin{aligned} \text{Pers I } R_{Ay} &= 22,32 - RBy \\ &= 22,32 - 16,2 \\ &= -6,12 \text{ kg} \end{aligned}$$

## 4.4 Perhitungan pada Belt dan Pulley

### 4.4.1 Daya Dan Momen Perencanaan

Dari table 8.2 (*Mechanical Design – Peter Child*) untuk mesin pemotong dengan asumsi waktukerja 10 jam/hari didapatkan servis factor 1.

$$P_d = f_c \cdot P$$

$$P_d = 1,1 \cdot 0,75$$

$$P_d = 0,825 \text{ kw}$$

### 4.4.2 Putaran Pulley

Pemilihan atau menghitung besarnya diameter *pulley*, dapat menggunakan rumus perbandingan putaran (i). Maka rumus:

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{D_2}{D_1}$$

$$n_2 = \frac{n_1 \cdot D_1}{D_2}$$

$$= \frac{1440 \cdot 50}{70}$$

$$n_2 = 1028 \text{ rpm}$$

#### 4.4.3 Daya Desain dan Torsi

##### Torsi 1

$$T1 = 9,74 \cdot 10^5 \cdot \frac{0,825}{1440}$$

$$T1 = 558,02 \text{ kg. Mm}$$

##### Torsi 2

$$T2 = 9,75 \cdot 10^5 \cdot \frac{0,825}{1440}$$

1028

$$= 781,66 \text{ kg.mm}$$

#### 4.4.4 Perencanaan Gaya

Diantara tiga gaya yaitu: F1, F2 Dan Fe, biasanya yang lebih dahulu diketahui adalah Fe dengan menggunakan rumus:

$$F_e = \frac{T_1}{r_1} = \frac{558,02}{0,025} = 22,32 \text{ kg}$$

$$r_1 = 25\text{mm}$$

#### 4.4.5 Kecepatan Linier

Besarnya kecepatan keliling atau kecepatan linier yang bisa dilambangkan “v” atau “u” dapat dinyatakan dengan persamaan

$$v = \frac{\pi \cdot D_1 \cdot n_1}{60 \times 1000} = \frac{\pi \cdot 50\text{mm} \cdot 1440\text{rpm}}{60 \cdot 1000} = 3,768 \text{ m/s}$$

#### 4.4.6 Sudut Kontak

Sudut kontak dan panjang belt mempunyai berbagai macam transmisi belt.

$$L = 180^\circ - \frac{70 - 50}{100} \cdot 60^\circ$$
$$453,82$$

$$L = 177,36^\circ$$

#### 4.4.7 Panjang V-Belt

$$\begin{aligned}
 L &= 2A + \pi (D_2 + D_1) + \frac{(D_1 + D_2)^2}{4A} \\
 &= 2 \cdot 453,82 + 1,57 (120) + \frac{(20)^2}{1815,28} \\
 &= 1096,26 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

#### 4.4.8 Gaya Max Pada Poros Pulley

Gaya yang diterima oleh poros dari *pulley*, sesuai dengan besarnya tarikan dan arahnya berhimpit dengan belt pada kedua sisi *pulley*. Untuk tarikan awal dibuat cukup besar, dengan tambahan sebesar 50% dengan sudut kontak  $\alpha$  minimal  $120^\circ$

$$\begin{aligned}
 F_{R\text{Max}} &= 2,25 F_e \cdot \sin \frac{L}{2} \\
 &= 2,25 \cdot 22,32 \cdot \sin 88,68 \\
 &= 50,21 \text{ kgf}
 \end{aligned}$$

#### 4.4.9 Daya Perhitungan

$$P = F_e \cdot u = 22,32 \cdot 3,762$$

$$10^2 \quad 102$$

$$= 0,83 \text{ kw}$$

#### 4.4.10 Menghitung Kerugian Gaya

Kerugian transmisi daya dengan belt karena adanya rangkakan (*creep*) antara beltdengan *pulley*, geseksn pada bantalan *pulley* atau *idler – pulley*, dan tahanan udara pada belt, pule dan *idler-pule*.

$$\eta = 0,96 \text{ efisiensi}$$

$$\eta \cdot (F_e \cdot u + L_T) = F_e \cdot u$$

$$F_e \cdot u + L_T = \frac{F_e \cdot u}{\eta}$$

$$\eta$$

$$L_T = \frac{F_e \cdot u}{\eta} - F_e \cdot u$$

$$\eta$$

$$= \frac{84,1}{0,96} - 84,1$$

$$= 87,61 - 84,1$$

$$= 3,51$$

$$102$$

$$= 0,034 \text{ kw}$$

#### 4.4.11 Tegangan Belt

Tegangan maksimum dapat berlaku untuk v-belt dengan mengganti harga luasan A yang sesuai dengan luasan penampang v-belt. Luasan penampang belt.

$$\begin{aligned}\Sigma_d &= \frac{F_e}{A \cdot b \cdot h} \\ &= \frac{22,32}{12 \cdot 8} \\ &= 0,22 \text{ kg/mm}^2\end{aligned}$$

#### 4.4.12 Jumlah Belt

Diantara tiga gaya yaitu: F1, F2 Dan Fe, biasanya yang lebih dahulu diketahui adalah Fe dengan menggunakan rumus:

$$\begin{aligned}Z &= \frac{F_e}{\Sigma d \cdot A} \\ &= \frac{22,32}{0,22 \cdot 0,81 \text{ cm}^2} \\ &= \frac{22,32}{0,22 \cdot 0,81 \cdot 100} \\ Z &= 1,25 \implies 1\end{aligned}$$

## 4.5 Perhitungan Bantalan

### 4.5.1 Perencanaan Bantalan

Poros mesin diketahui mempunyai diameter 12mm, sehingga pemilihan bearing dipilih bearing jenis gelinding (*ball – single row – deep groove*) dengan *number* 6201, dan dari pemilihan tersebut didapat data – data sebagai berikut:

Bearing *number* 6201 :

$$\text{Diameter ( d )} = 12 \text{ mm}$$

$$\text{Diameter ( D )} = 32 \text{ mm}$$

$$\text{Leabar ( B )} = 10 \text{ mm}$$

$$\text{Kemampuan menerima beban static (C0)} = 3050 \text{ N}$$

$$\text{Kemampuan menerima beban Dynamic (C)} = 6800 \text{ N}$$

Data lain yang diperlukan dalam perhitungan bantalan adalah :

$$V = 1 \text{ ( ring dalam yang berputar )}$$

b ( konstanta yang tergantung tipe bantalan) = 3 untuk bantalan gelinding .

# Deep-groove Ball Bearings

Bearing No. : NACHI 6201

**Bearing Type** 
**Clearance** 
**Tolerance Class**

(0.003--0.018)

<p>Dimensions</p> <p>d = 12     0              -0.008</p> <p>D = 32     0              -0.011</p> <p>B = 10     0              -0.120</p> <p>r = 0.6~1 (Radial Direction)</p> <p>r = 0.6~2 (Axial Direction)</p>		<p>Dimensions</p> <p>da(min) = 17</p> <p>Da(max) = 27</p> <p>ra(max) = 0.6</p> <p>Mass = 0.037 kg</p>																		
<p>Basic Dynamic Load Rating Cr : <b>6,800 N</b></p> <p>Basic Static Load Rating Cor : <b>3,050 N</b></p> <p>Limiting Speed :</p> <p style="padding-left: 20px;">Grease Lubrication : <b>22,000 min<sup>-1</sup></b></p> <p style="padding-left: 20px;">Oil Lubrication : <b>28,000 min<sup>-1</sup></b></p>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th style="text-align: center;">INNER RING</th> <th style="text-align: center;">OUTER RING</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>O.D. Surface Runout with Side :</td> <td></td> <td style="text-align: center;">-</td> </tr> <tr> <td>Axial Runout with Bore :</td> <td style="text-align: center;">-</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Axial Runout with Raceway :</td> <td style="text-align: center;">-</td> <td style="text-align: center;">-</td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 20px;">Width Variation :</td> <td style="text-align: center;"><b>0.020</b></td> <td style="text-align: center;"><b>0.020</b></td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 20px;">Radial Runout :</td> <td style="text-align: center;"><b>0.010</b></td> <td style="text-align: center;"><b>0.020</b></td> </tr> </tbody> </table>		INNER RING	OUTER RING	O.D. Surface Runout with Side :		-	Axial Runout with Bore :	-		Axial Runout with Raceway :	-	-	Width Variation :	<b>0.020</b>	<b>0.020</b>	Radial Runout :	<b>0.010</b>	<b>0.020</b>	
	INNER RING	OUTER RING																		
O.D. Surface Runout with Side :		-																		
Axial Runout with Bore :	-																			
Axial Runout with Raceway :	-	-																		
Width Variation :	<b>0.020</b>	<b>0.020</b>																		
Radial Runout :	<b>0.010</b>	<b>0.020</b>																		

Sumber: Batalan [4]

## 4.5.2 Gaya Radial Bantalan

Sehingga perhitungan gaya radial yang terjadi pada bantalan adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 F &= \sqrt{(F_H)^2 + (F_V)^2} \\
 &= \sqrt{(2,47)^2 + (141,76N)^2} \\
 &= \sqrt{6,10N^2 + 20095,8N^2} \\
 &= \sqrt{20101,99N^2} \\
 &= 141,78 N \qquad \qquad \qquad = 31,89 lbf
 \end{aligned}$$

### 4.5.3 Beban Ekivalen

Bantalan menerima beban yang berkombinasi antara beban radial ( $F_r$ ) dan beban aksial ( $F_a$ ) karena type bantalan yang dipilih adalah single row bearing maka:

$$i. \frac{F_a}{C_o} = 0$$

Karena  $F_a = 0$  nilai  $X = 1$  dan  $Y = 0$

$$P = V \cdot X \cdot F_b + Y \cdot F_a \quad V = 1,2 (\text{Ring luar berputar})$$

$$= 1,2 \cdot 1 \cdot 31,89 + 0,0$$

$$= 38,26 \text{ lbf}$$

$$P_c = V \cdot X \cdot F_c + Y \cdot F_a$$

$$= 1,2 \cdot 1 \cdot 6,51 + 0,0$$

$$= 7,81 \text{ lbf}$$

### 4.5.4 Umur bantalan

Untuk mengetahui berapa umur bantalan yang nantinya diganti yang baru, maka umur bantalan sebaiknya diganti dengan umur :

$$L_{10h} = \left( \frac{C}{P} \right)^h \frac{10^6}{60n_4}$$

$$= \left( \frac{3660}{38,26} \right)^3 \left( \frac{10^6}{60.10,3rpm} \right)$$

$$= 1,41 \times 10^9 \text{ jam kerja}$$

#### **4.6 Pembahasan Hasil Perencanaan ulang Mesin Bending Kawat Jenis Harmonika**

Dalam perencanaan ulang mesin bending kawat ini menggunakan pipa dari bahan galvanis. Gerakan pembendingan di lakukan dengan proses penekukan melingkar, di karenakan ada aliran atau alur pada dinding pipa sehingga terjadi gaya dorong antara kawat (wire) yang telah di bending, sehingga benda kawat (wire) yang awalnya lurus setelah masuk dalam pipa pembendingan dan di dalam pipa terjadi proses pembendingan dan benda tersebut keluar dari ujung pipa membentuk kawat Zig-zag. Poros menggunakan bahan ASTM A490 dengan diameter 12 mm dengan panjang 155 mm direncanakan mendapatkan gaya putaran dari pulley yang berasal dari Motor Listrik dengan bantuan pulley motor listrik dan v-belt. V-Belt yang di pergunakan adalah A47, Penggunaan v-belt di pakai dengan kecepatan sampai 600 m/min Bahan: Karet dan serat benrat umumnya menggunakan karet pres.

*(halaman sengaja dikosongkan)*

## LAMPIRAN

### LAMPIRAN 1

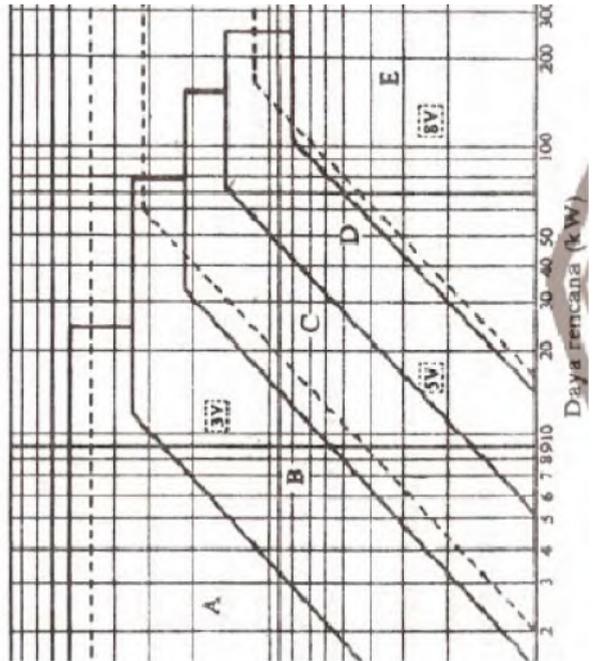
Tabel Faktor Koreksi Belt

Mesin yang digerakkan		Pengerak					
		Momen puntir puncak > 200%			Momen puntir puncak > 200%		
		Motor arus bolak-balik (momen normal, sangkar bajing, sinkron), motor arus searah (lilitan shunt)			Motor arus bolak-balik (moment tinggi, fasa tunggal, lilitan seri), motor searah (lilitan kompon, lilitan seri), mesin torak, kopleng tak tetap		
		Jumlah jam kerja tiap hari			Jumlah jam kerja tiap hari		
		3-5 jam	8-10 jam	16-24 jam	3-5 jam	8-10 jam	16-24 jam
beban sangat	Pengaduk zat cair, kipas angin, blower (sampai 7,5 kW) pompa sentrifugal, konveyor tugas ringan.	1,0	1,1	1,2	1,2	1,3	1,4
Variable beban kecil	Konveyor sabuk (pasir, batu bara), pengaduk, kipas angin (lebih dari 7,5kW), mesin torak, peluncur, mesin perkakas, mesin pencetak.	1,2	1,3	1,4	1,4	1,5	1,6
Variable beban sedang	Konveyor (ember, sekrup), pompa torak, kompresor, pilingan palu, pengocok, roots-blower, mesin tekstil, mesin kayu	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8
Variable beban bebas	Penghancur, gilingan bola atau batang, pengangkat, mesin pabrik karet (rol, kalender)	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0

(Sularso, 1991:163)

## LAMPIRAN 2

Diagram Pemilihan V-Belt



### LAMPIRAN 3

#### Dimensi dan Bahan Belt

	Leather	Rubber canvas	5 cord-canvas cotton	Woven Wooden	Interlatched rubber	Woven semi-leam
Width, b (mm)	20-300	20-500	30-250	50-500	20-135	15-55
Thickness, h (mm)	single 3 - 6.5 double 7.5 - 10	2.5 - 13.5	4.5 - 6.5 - 8.5	6 - 9 - 11	1.75 - 2.5 - 3.3	1.75
UTS ( kg/cm <sup>2</sup> )	200	440 (without layer 370 (with layer)	350 - 405	300	300	500
Maximum Elongation	10% at 100 kg/cm <sup>2</sup>	15% at rupture	20 - 25% at rupture	60% at rupture	16% at rupture	10% at rupture
Ratio ( D-min/h) Recommended Allowable	35 25	40 30	30 - 40 25 - 35	30 25	40 30	30 25
Recommends v max (m/s)	40	20 - 30	25	30	50	50
Specific weight (kg/cm <sup>3</sup> )	0.98	1.25 - 1.50	0.75 - 1.05	0.90 - 1.24	1.2	1
Constants a w	29 300	25 100	21 150	18 150	23 200	21 150
Modulus of Elasticity ( kg/cm <sup>2</sup> )	1000 - 1500	800 - 1200	300 - 600		1000 - 1200	

# LAMPIRAN 4

## Tabel konversi

<b>TABLE A.1 Conversion Factors</b>	
<b>Area</b>	
1 mm <sup>2</sup> = 1.0 × 10 <sup>-6</sup> m <sup>2</sup>	1 ft <sup>2</sup> = 144 in. <sup>2</sup>
1 cm <sup>2</sup> = 1.0 × 10 <sup>-4</sup> m <sup>2</sup> = 0.1550 in. <sup>2</sup>	1 in. <sup>2</sup> = 6.4516 cm <sup>2</sup> = 6.4516 × 10 <sup>-4</sup> m <sup>2</sup>
1 m <sup>2</sup> = 10.7639 ft <sup>2</sup>	1 ft <sup>2</sup> = 0.092 903 m <sup>2</sup>
<b>Conductivity</b>	
1 W/m-K = 1 J/s-m-K = 0.577 789 Btu/h-ft-R	1 Btu/h-ft-R = 1.730 735 W/m-K
<b>Density</b>	
1 kg/m <sup>3</sup> = 0.06242797 lbm/ft <sup>3</sup>	1 lbm/ft <sup>3</sup> = 16.018 46 kg/m <sup>3</sup>
1 g/cm <sup>3</sup> = 1000 kg/m <sup>3</sup>	
1 g/cm <sup>3</sup> = 1 kg/L	
<b>Energy</b>	
1 J = 1 N-m = 1 kg-m <sup>2</sup> /s <sup>2</sup>	1 lbf-ft = 1.355 818 J
1 J = 0.737 562 lbf-ft	= 1.28507 × 10 <sup>-3</sup> Btu
1 cal (Int.) = 4.1868 J	1 Btu (Int.) = 1.055 056 kJ
	= 778.1693 lbf-ft
1 erg = 1.0 × 10 <sup>-7</sup> J	
1 eV = 1.602 177 33 × 10 <sup>-19</sup> J	
<b>Force</b>	
1 N = 0.224809 lbf	1 lbf = 4.448 222 N
1 kp = 9.80665 N (1 kgf)	
<b>Gravitation</b>	
g = 9.80665 m/s <sup>2</sup>	g = 32.17405 ft/s <sup>2</sup>
<b>Heat capacity, specific entropy</b>	
1 kJ/kg-K = 0.238 846 Btu/lbm-R	1 Btu/lbm-R = 4.1868 kJ/kg-K
<b>Heat flux (per unit area)</b>	
1 W/m <sup>2</sup> = 0.316 998 Btu/h-ft <sup>2</sup>	1 Btu/h-ft <sup>2</sup> = 3.15459 W/m <sup>2</sup>
<b>Heat transfer coefficient</b>	
1 W/m <sup>2</sup> -K = 0.176 11 Btu/h-ft <sup>2</sup> -R	1 Btu/h-ft <sup>2</sup> -R = 5.67826 W/m <sup>2</sup> -K
<b>Length</b>	
1 mm = 0.001 m = 0.1 cm	1 ft = 12 in.
1 cm = 0.01 m = 10 mm = 0.3970 in.	1 in. = 2.54 cm = 0.0254 m
1 m = 3.28084 ft = 39.370 in.	1 ft = 0.3048 m
1 km = 0.621 371 mi	1 mi = 1.609344 km
1 mi = 1609.3 m (US statute)	1 yd = 0.9144 m

## LAMPIRAN 5

### Tabel konversi

TABLE A.1 (Continued) Conversion Factors			
<b>Mass</b>			
1 kg	= 2.204 623 lbm	1 lbm	= 0.453 592 kg
1 tonne	= 1000 kg	1 slug	= 14.5939 kg
1 grain	= $6.47989 \times 10^{-5}$ kg	1 ton	= 2000 lbm
<b>Moment (torque)</b>			
1 N-m	= 0.737 562 lbf-ft	1 lbf-ft	= 1.355 818 N-m
<b>Momentum (mV)</b>			
1 kg-m/s	= 7.232 94 lbm-ft/s	1 lbm-ft/s	= 0.138 256 kg-m/s
	= 0.224809 lbf-s		
<b>Power</b>			
1 W	= 1 J/s = 1 N-m/s	1 lbf-ft/s	= 1.355 818 W
	= 0.737 562 lbf-ft/s		= 4.626 24 Btu/h
1 kW	= 3412.14 Btu/h	1 Btu/s	= 1.055 056 kW
1 hp (metric)	= 0.735 499 kW	1 hp (UK)	= 0.7457 kW
			= 550 lbf-ft/s
			= 2544.43 Btu/h
1 ton of refrigeration	= 3.516 85 kW	1 ton of refrigeration	= 12 000 Btu/h
<b>Pressure</b>			
1 Pa	= $1 \text{ N/m}^2 = 1 \text{ kg/m-s}^2$	1 lbf/in. <sup>2</sup>	= 6.894 757 kPa
1 bar	= $1.0 \times 10^5 \text{ Pa} = 100 \text{ kPa}$	1 atm	= 14.695 94 lbf/in. <sup>2</sup>
1 atm	= 101.325 kPa		= 29.921 in. Hg [32 F]
	= 1.01325 bar		= 33.899 5 ft H <sub>2</sub> O [4°C]
	= 760 mm Hg [0°C]		
	= 10.332 56 m H <sub>2</sub> O [4°C]		
1 torr	= 1 mm Hg [0°C]	1 in. Hg [0°C]	= 0.49115 lbf/in. <sup>2</sup>
1 mm Hg [0°C]	= 0.133 322 kPa	1 in. H <sub>2</sub> O [4°C]	= 0.036126 lbf/in. <sup>2</sup>
1 m H <sub>2</sub> O [4°C]	= 9.806 38 kPa		
<b>Specific energy</b>			
1 kJ/kg	= 0.42992 Btu/lbm	1 Btu/lbm	= 2.326 kJ/kg
	= 334.55 lbf-ft/lbm	1 lbf-ft/lbm	= $2.98907 \times 10^{-3}$ kJ/kg
			= $1.28507 \times 10^{-3}$ Btu/lbm

## **BAB V PENUTUP**

### **5.8 Kesimpulan**

Dari hasil penelitian ini akhirnya dapat ditarik beberapa kesimpulan yang berkaitan alat yang sebelumnya pernah di buat yakni untuk

1. Pada rancang bangun alat bendering kawat zig-zag didapat besaran gaya untuk membendering kawat sebesar 353,52N
2. Perhitungan daya yang dibutuhkan untuk peralatan pembendering kawat dan mampu merangkai sebuah anyaman dihasilkan daya pada alat ini sebesar 0,83kw
3. Mudah dalam pengoperasiannya sehingga oprator baru pun tidak jadi masalah.

### **5.9 Saran**

Pada penelitian ini masih banyak hal yang perlu dikembangkan untuk penelitian selanjutnya. Oleh karena itu diberikan saran-saran sebagai berikut :

1. Perlu pembesaran diameter pipa pembendering guna mendapatkan hasil yang bervariasi.
2. Perlu adanya percobaan untuk perubahan pada alas pipa potong.
3. Perlu adanya pengembangan / desain pada pahat.

*(halaman sengaja dikosongkan)*

## DAFTAR PUSTAKA

1. CvSumberMakmu<http://www.sumbermakmur.co.id/PR-ODUCT/Galvanis/Kawat-Galvanis-Seng.html> (Diakses 11 Juli 2016)
2. CvTugupermataBendrat,<http://pancalogamjakarta.blogspot.co.id/2012/04/kawat-bendrat-kawat-beton-rrt-asli.html?m=1> (Diakses 11 Juli 2016)
3. ChandraHalimKawatbronjong[http://pabrikpagarbrc.com/?KAWAT\\_BRONJONG](http://pabrikpagarbrc.com/?KAWAT_BRONJONG) (Diakses 13 Juli 2016)
4. Dobrovolsky, V. 1978. *Machine Elements 2<sup>nd</sup> edition*. Moscow : Peace.
5. Edward M.Mielnik,1991; *Metalworking Science and Engineering*,McGraw Hill,Inc
6. Hibbeler,R.C, 2001,*Engineering Mechanic : Dynamic : Upper Saddle River*,Prentice – Hall.
7. Judahardwere,wiremersnyaman,<http://www.gudangbaja.com/category/besi-wiremesh/bu> (Diakses14 Juli2016)
8. Serope Kalpakjian,1997,*Manufakturing Science and Engineering, Materials*, Thirt Edition McGraw Hill, Inc
9. Sularso, Suga, Kiyokatsu. 1991. *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin 10<sup>th</sup> edition*. Jakarta : PT. Pradnya Paramita.
10. UdMandiriMakmur,AnyamanGalvanis,[http://www.kawats Semarang.com/2016/01/kawat-harmonika\\_8.html?m=0](http://www.kawats Semarang.com/2016/01/kawat-harmonika_8.html?m=0) (Diakses 13 Juli 2016)

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## BIODATA PENULIS



Assalaamu'alaikum, Wr, Wb. Penulis bernama lengkap Dwi Dirgantoro yang dilahirkan pada tanggal 22 Agustus 1993 dikota Surabaya, Provinsi Jawa Timur. Penulis merupakan anak kedua dari 2 bersaudara. Pendidikan formal yang pernah ditempuh yaitu SDN Babat Jerawat I Surabaya, SMP Negeri 14 Surabaya, SMKPGRI 4 Surabaya dengan bidang studi Otomotif.

Setelah itu penulis meneruskan pendidikan tingkat perguruan tinggi di Program Studi D3 Teknik Mesin bidang Manuk Faktur di Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya pada tahun 2011. Pengalaman kerja Penulis yaitu kerja praktek di PT. OMETRACO di Jl. Rungkut Industri 1, Surabaya. Penulis sering terinspirasi dengan kata mutiara berikut, “Teruslah berusaha semaksimal mungkin, Jujur adalah modal dalam kehidupan, bekerja adalah tanggung jawab, kesuksesan adalah impian, jangan terlarut dengan masa lampau dan lakukanlah semua hal dengan sebaik-baiknya dengan penuh keikhlasan yang tulus”, “orang yang tekun, giat, rajin, tidak mudah menyerah, dan bersungguh-sungguh akan menemukan jalan yang diinginkannya dan sukses”, dan “Jujurlah dalam semua hal, walaupun itu dalam tekanan kehidupan yang tinggi dan sulit sehingga bersabarlah pasti semuanya akan ada hikmah dibalik itu semua”.

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*