

**PERANCANGAN ULANG PEMOTONG KAWAT BESI PADA  
ALAT PEMBUAT SENGKANG BERBASIS PNEUMATIK**

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat  
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Mesin**



**Disusun Oleh :**

**Nama : ARISMANTO**  
**No. Mahasiswa : 12525073**  
**NIRM : 2012060558**

**JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
YOGYAKARTA**

**2018**

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING

PERANCANGAN ULANG PEMOTONG KAWAT BESI PADA  
ALAT PEMBUAT SENGKANG BERBASIS PNEUMATIK

TUGAS AKHIR



Pembimbing,

Agung Nugroho Adi, S.T., M.T.

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

PERANCANGAN ULANG PEMOTONG KAWAT BESI PADA  
ALAT PEMBUAT SENGKANG BERBASIS PNEUMATIK

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Nama : ARISMANTO

No. Mahasiswa : 12525073

NIRM : 2012060558

Tim Penguji

Agung Nugroho A

Ketua

Tanggal : 8/6/18

Arif Budi Wicaksono ST, M.Eng

Anggota I

Tanggal : 7/6/18

Faisal Ant Nurgesang, ST, MSc

Anggota II

Tanggal : 7/6/2018

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Mesin



## PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebut dalam referensi. Apabila di kemudian hari terbukti bahwa pernyataan ini tidak benar, maka saya sanggup menerima hukuman/sanksi apapun sesuai peraturan yang berlaku.



Yogyakarta, Juni 2018



Arismanto

## **HALAMAN PERSEMBAHAN**

*Laporan tugas akhir ini penulis persembahkan untuk :*

*Ayah dan Ibu tercinta, atas doa dan semangatnya dalam memberi pendidikan hingga sampai sejauh ini, semoga saya bisa menjadi salah satu wasilah untuk mendapat rahmat Allah Azza Wa Jalla.*

*Bapak Ibu dosen Teknik mesin yang berusaha memberi yang terbaik untuk mahasiswanya dalam menuntut ilmu.*

*Teman-teman Teknik Mesin yang saling mendukung untuk mendapatkan ilmu yang berkah.*

## **HALAMAN MOTTO**

*Jangan putus asa*

*Semangat . . .*

## KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh.

Segala puji bagi Allah Azza Wa Jalla atas nikmat, taufik dan hidayah-Nya. Shalawat serta salam semoga selalu tercurah kepada junjungan kita Nabi besar Muhammad Shalallahu Alaihi Wasalam, keluarga, sahabat dan pengikutnya hingga akhir zaman.

Laporan tugas akhir ini disusun untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Mesin program strata satu (S-1) jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.

Penulis menyadari dalam pelaksanaan tugas akhir ini tidak terlepas dari bimbingan, dorongan dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

- a. Ayah dan Ibu saya atas doa dan pendidikan yang telah diberikan.
- b. Bapak Risdiyono, S.T., M.Eng., Ph.D selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
- c. Bapak Agung Nugroho Adi, S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing 1 yang telah memberi arahan dan masukan dalam melaksanakan Tugas Akhir.
- d. Bapak dan Ibu dosen Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia.
- e. Teman-teman Teknik Mesin yang senantiasa saling mendukung dan semua pihak yang membantu penulis dalam melaksanakan tugas akhir.

Penulis menyadari bahwa dalam laporan ini masih banyak kekurangan, oleh karena itu saran serta masukan yang membangun sangat penulis harapkan. Semoga laporan tugas akhir ini dapat menjadi hasil karya yang berkah dan dapat dilanjutkan hingga produk akhir yang dapat digunakan di masyarakat.

Wassalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Yogyakarta, 2018

Penulis

# **PERANCANGAN ULANG PEMOTONG KAWAT BESI PADA ALAT PEMBUAT SENGGANG BERBASIS PNEUMATIK**

Arismanto

12525073

## **ABSTRAK**

*Alat pembuat sengkang berbasis pneumatik adalah alat pembuat sengkang yang menggunakan aktuator berupa silinder pneumatik sebagai pendorong penekuk dan pemotong pada kawat. Pada alat pembuatan sengkang yang telah dibuat sebelumnya masih belum bisa bekerja dengan baik, salah satunya pada bagian pemotong kawat yang pada bagian ini kami akan merancang ulang sehingga diharapkan perancangan ini dapat menghasilkan pemotong kawat yang lebih baik.*

*Tahap awal perancangan adalah menghitung kekuatan aktuator yang dimiliki, menghitung gaya yang dibutuhkan untuk dapat memotong kawat, membuat sketsa untuk desain alat pemotong, menghitung desain untuk mendapatkan desain dengan kekuatan yang cukup untuk memotong kawat, membuat alat pemotong dari desain yang telah dibuat, menguji alat pemotong.*

*Pada pengujian pemotong kawat dilakukan beberapa variasi seperti pada tekanan udara untuk pengoperasian aktuator, pisau pemotong yang digunakan dan pengujian pemotongan menggunakan quick exhaust. Dari hasil pengujian telah diperoleh desain yang dapat memotong kawat berdiameter 5.5 mm dengan menambahkan lengan untuk meningkatkan kekuatan pemotongan dan tanpa quick exhaust.*

*Kata kunci : sengkang, pneumatik, actuator, quick exhaust*

# **DESIGN OF IRON WIRE MACHINERY IN PLANTERS BASED ON PNEUMATIC BASED**

Arismanto

12525073

## **ABSTRACT**

*Pneumatic based sengkang maker is a sengkang maker that uses a pneumatic cylinder actuator as a driver for bending and cutting on wire. In the previously made sengkang making tool still can not work properly, one of them on the wire cutter section in this section we will redesign so that this design is expected to produce a better wire cutter.*

*The initial stage of design is to calculate the strength of the actuator, calculate the force required to cut the wire, make a sketch for the design of the cutting tool, calculate the design to get the design with enough power to cut the wire, make the cutting tool from the design that has been made, test the tool cutter.*

*In the wire-cut testing, there are several variations such as at air pressure for actuator operation, cutting knife used and cutting test using quick exhaust. From the test results have been obtained a design that can cut wire diameter 5.5 mm by adding sleeves to increase the cutting strength and without quick exhaust.*

*Keywords: sengkang, pneumatic, actuator, quick exhaust*

## DAFTAR ISI

Halaman Judul .....	i
Lembar Pengesahan Dosen Pembimbing .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Lembar Pengesahan Dosen Penguji .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Halaman Persembahan .....	iv
Halaman Motto .....	vi
Kata Pengantar.....	vii
Abstrak .....	viii
Daftar Isi .....	x
Daftar Tabel.....	xii
Daftar Gambar .....	xiii
Bab 1 Pendahuluan .....	1
1.1    Latar Belakang .....	1
1.2    Rumusan Masalah .....	1
1.3    Batasan Masalah .....	2
1.4    Tujuan Penelitian atau Perancangan .....	2
1.5    Manfaat Penelitian atau Perancangan .....	2
1.6    Sistematika Penulisan .....	2
Bab 2 Tinjauan Pustaka .....	4
2.1    Kajian Pustaka.....	4
2.2    Mesin Pemotong Kawat .....	4
2.3    Dasar Teori.....	5
2.4    Pneumatik.....	5
2.5    Aktuator .....	5
2.6    Gaya Pada Silinder Pneumatik.....	6
Bab 3 Metode Penelitian .....	10
3.1    Alur Penelitian .....	10
3.2    Perancangan pemotong kawat besi pada alat pembuat sengkang ..	11
3.3    Perhitungan kekuatan rancangan .....	14
3.4    Peralatan dan Bahan.....	17
3.5    Perancangan alat potong 1 .....	18

3.6	Pemilihan disain.....	19
3.7	Perancangan alat potong 2 .....	21
3.8	Bahan yang digunakan pada alat pemotong kedua .....	23
Bab 4 Hasil dan Pembahasan .....		26
4.1	Perancangan 1 .....	26
4.2	Perancangan 2 .....	27
4.3	Pembahasan pengujian alat pemotong kawat yang belum berhasil memotong kawat 6 mm meskipun tekanan sudah dinaikkan hingga 8 bar.....	30
Bab 5 Penutup.....		34
5.1	Kesimpulan .....	34
5.2	Saran.....	34
Daftar Pustaka .....		35
Lampiran.....		36

## DAFTAR TABEL

Tabel 2-1	Diameter baja tulangan beton polos (BjTP) (Gazal, 2014).....	7
Tabel 2-2	Sifat mekanis baja tulangan beton polos (BjTP) (Gazal, 2014).....	7
Tabel 3-1	Alat dan bahan .....	17

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2-1	Silinder Kerja Ganda (Pneumatik & Hidrolik, 2013) .....	6
Gambar 2-2	Diagram tegangan regangan (Rudy Dwi Wahyusyah, 2010) .....	8
Gambar 3-1	Diagram alur perancangan .....	10
Gambar 3-2	Bentuk sengkang yang akan dibuat (Gazal, 2014).....	11
Gambar 3-3	Penggunaan sengkang pada pondasi bangunan (Widi, 2013).....	11
Gambar 3-4	Alat pembuat sengkang dengan menggunakan motor listrik (Doli Cania, 2017).....	12
Gambar 3-5	Alat pembuat sengkang dengan menggunakan PLC (Habiburohman, 2017).....	12
Gambar 3-6	Alat pembuat sengkang dengan menggunakan pneumatik (Hafidz Al Asad, 2016).....	13
Gambar 3-7	Hasil pemotong kawat sengkang belum berhasil (Hafidz Al Asad, 2016) .....	13
Gambar 3-8	Hasil pemotongan kawat sengkang belum berhasil.....	14
Gambar 3-9	Gambar silinder pneumatik dengan diameter piston 55 mm (www.indiamart.com, 2018).....	14
Gambar 3-10	Gambar 3D desain rancangan 1 .....	18
Gambar 3-11	Gambar 3D desain rancangan 2 .....	19
Gambar 3-12	Gambar 3D desain rancangan 3 .....	19
Gambar 3-13	Gambar 3D desain rancangan 4 .....	19
Gambar 3-14	Gambar 3D desain rancangan 2 .....	20
Gambar 3-15	Disain yang dipilih dapat bergerak dari posisi 1 ke posisi 2.....	20
Gambar 3-16	Gambar sketsa untuk mencari desain baru yang sesuai dengan bolt cutter .....	21
Gambar 3-17	Gambar sketsa untuk mencari desain baru yang sesuai dengan bolt cutter .....	22
Gambar 3-18	Desain 3D yang telah dibuat .....	23
Gambar 3-19	Bolt Cutter.....	23
Gambar 3-20	Bolt cutter membutuhkan pembukaan lengan yang lebar .....	24
Gambar 3-21	Perubahan lengan bolt cutter.....	24

Gambar 3-22	Regulator yang digunakan pada alat pemotong kawat .....	25
Gambar 3-23	<i>Quick exhaust</i> .....	25
Gambar 4-1	Gambar disain yang telah dibuat .....	26
Gambar 4-2	Pisau potong rusak .....	26
Gambar 4-3	Hasil pemotongan kawat diameter 3 mm pada alat pemotong kawat pertama .....	27
Gambar 4-4	Kawat dengan diameter 5 mm .....	27
Gambar 4-5	Kawat dengan diameter 6 mm .....	28
Gambar 4-6	Hasil pembuatan alat potong kawat kedua .....	28
Gambar 4-7	Quick Exhaust.....	29
Gambar 4-8	Hasil pembuatan alat potong kawat kedua dengan penambahan quick exhaust .....	29
Gambar 4-9	Hasil pemotongan menggunakan alat potong kawat kedua dengan penambahan quick exhaust .....	30
Gambar 4-10	Gambar silinder pneumatik dengan diameter piston 55 mm (www.indiamart.com, 2018).....	30

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Sengkang adalah salah satu komponen yang digunakan untuk pembuatan suatu bangunan, salah satu penggunaan sengkang pada bangunan adalah untuk membuat kolom yang merupakan bagian bangunan yang akan menahan beban vertikal. Kata sengkang merupakan istilah yang sudah umum digunakan di Indonesia, sehingga istilah “beugel” yang berasal dari bahasa Belanda tidak perlu digunakan (Ir. Wiratman Wangsadinata, 1971).

Pembuatan sengkang saat ini sudah dilakukan dengan beberapa cara, seperti pembuatan menggunakan aktuator motor listrik, hidrolik, pneumatik dan pembuatan sengkang secara konvensional, teknik-teknik pembuatan sengkang tersebut memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing, salah satu kelebihan pembuatan sengkang dengan bantuan mesin adalah dapat membuat sengkang dengan waktu yang lebih efisien (Son and Satria, 2014).

Untuk perancangan sengkang yang akan diperbaiki menggunakan aktuator pneumatik, beberapa kelebihan aktuator ini adalah pergerakan aktuator cepat, sistem pneumatik juga dapat melakukan pengerjaan secara otomatis dengan menambahkan beberapa komponen. Dari kelebihan tersebut maka alat pembuat sengkang dengan aktuator pneumatik ini perlu dibuat.

Alat pembuatan sengkang sebelumnya dari (Yoga Tri Pramana, 2016) dan (Hafidz Al Asad, 2016) telah berhasil membuat alat pembuat sengkang akan tetapi ada beberapa bagian yang perlu diperbaiki karena alat belum bekerja dengan baik dan sengkang yang dihasilkan memiliki bentuk yang kurang siku serta sistem pemotong kawat belum berhasil dan perbaikan yang akan kami lakukan hanya pada bagian pemotong kawat.

### **1.2 Rumusan Masalah**

- a. Seberapa besar gaya yang dibutuhkan untuk dapat memotong kawat 6 mm
- b. Bagaimana kemampuan silinder pneumatik yang sudah ada

- c. Metode apa yang akan digunakan dalam pembuatan alat potong sehingga dapat memotong kawat dengan diameter 6 mm

### **1.3 Batasan Masalah**

- a. Aktuator yang digunakan adalah aktuator dengan *bore* 5.5 cm dan *stroke* 19 cm
- b. Kawat yang digunakan jenis baja tulangan beton polos (BjTP-24) dengan diameter 6 mm
- c. Dimensi maksimal alat potong dengan panjang 600 mm, lebar 200 mm dan tinggi 500 mm
- d. Tekanan yang digunakan aktuator 3-6 bar

### **1.4 Tujuan Penelitian atau Perancangan**

Tujuan dari perancangan ini adalah untuk memperbaiki pemotong kawat pada alat pembuat sengkang sebelumnya sehingga dapat memotong kawat dengan diameter 6 mm.

### **1.5 Manfaat Penelitian atau Perancangan**

Manfaat yang diharapkan dapat diperoleh dari alat pemotong kawat ini adalah alat potong kawat dapat memotong kawat 6 mm, dengan tekanan udara masukan untuk aktuator 3-6 bar, pengoperasian mudah hanya dengan menekan tombol katup pneumatik, alat portabel.

### **1.6 Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan disusun dengan urutan sebagai berikut.

- A. Bab I Pendahuluan, pada bagian ini dijelaskan mengenai latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, dan sistematika penulisan.
- B. Bab II Tinjauan pustaka, pada bab ini akan dipaparkan perancangan yang telah dilakukan sebelumnya dan perancangan atau penelitian lain yang

memiliki hubungan dengan perancangan pemotong kawat serta teori yang melandasi perancangan.

- C. Bab III Metodologi penelitian, pada bab ini dijelaskan langkah-langkah dan metode perancangan alat potong kawat.
- D. Bab IV Hasil dan pembahasan, pada bab ini dijelaskan hasil dan pembahasan perancangan yang telah dilakukan.
- E. Bab V Penutup, pada bab ini berisikan kesimpulan dari perancangan yang telah dilakukan dan hal-hal yang memungkinkan untuk dilakukan dalam perbaikan pada perancangan selanjutnya.

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Kajian Pustaka**

#### **2.2 Mesin Pemotong Kawat**

Alat pemotong kawat memiliki beberapa jenis yang bisa ditemukan di pasaran, beberapa diantaranya adalah alat pemotong kawat dengan aktuator hidrolis, alat pemotong kawat dengan aktuator pneumatik dan alat pemotong kawat manual dengan bantuan tenaga manusia.

Beberapa perancangan terkait alat pemotong kawat sudah dilakukan seperti pada perancangan (Joni Dewanto and Dharma S.N, 2016) perancangan ini menggunakan kawat jenis SAE 1008 berdiameter 0.81mm, metode yang digunakan berkonsep tang potong namun lengan pemotong dimodifikasi sehingga dapat dilewati gulungan kawat yang jatuh dari mesin coiler, pada perancangan ini aktuator menggunakan pneumatik, alat pembuat sengkang dengan aktuator pneumatik juga telah dilakukan (Hafidz Al Asad, 2016).

Perancangan berikutnya adalah perancangan pemotong kawat menggunakan aktuator hidrolis berjudul (Mr. Salve N.V et al., 2015). Prinsip pemotong pada perancangan ini menggunakan metode geser, pada penahan dan ujung penggeser kawat yang akan bertemu diberi mata pisau dan bagian aktuator menggunakan hidrolis. Selanjutnya perancangan alat pembuat sengkang menggunakan motor listrik (Doli Cania, 2017) dan perancangan menggunakan PLC (Habiburohman, 2017) dan (Gyan Cassandra Suwito, 2017).

Pada perbaikan alat pembuat sengkang ini bagian yang akan diperbaiki hanya pada pemotong kawat, metode yang digunakan dengan menggunakan lengan yang akan menciptakan momen agar daya dari pneumatik dapat diperbesar sehingga daya yang diperoleh dapat mencukupi kebutuhan kawat untuk dapat terpotong.

## **2.3 Dasar Teori**

## **2.4 Pneumatik**

Pneumatik merupakan suatu metode untuk memperoleh gaya atau gerakan dengan memanfaatkan udara bertekanan. Peralatan pneumatik beroperasi pada tekanan 8 hingga 10 bar dan pada praktiknya dianjurkan untuk beroperasi pada tekanan 5 hingga 6 bar agar penggunaannya ekonomis. Contoh aplikasi pneumatik dalam dunia industri bisa sebagai alat penggeser benda kerja, pengaturan posisi dan arah (Sudaryono, 2013).

## **2.5 Aktuator**

Aktuator pada pneumatik adalah bagian yang bergerak setelah mendapat masukan udara bertekanan dari kompresor, aktuator pneumatik ini bisa berupa gerak lurus dan gerak putar. Aktuator gerak lurus berupa silinder sedangkan aktuator gerak putar berupa motor udara. Aktuator gerak lurus sendiri terbagi kedalam dua bagian, yaitu:

### **a. Silinder kerja tunggal**

Aktuator ini memiliki satu masukan saluran udara yang akan mendorong silinder pneumatik maju dan untuk mundur aktuator ini tidak membutuhkan masukan udara karena sudah dibantu dengan pegas.

### **b. Silinder kerja ganda**

Aktuator silinder kerja ganda memiliki dua saluran udara masuk yang akan bekerja mendorong silinder maju dan mundur.

Pada perancangan alat potong kawat ini aktuator yang digunakan adalah aktuator silinder ganda seperti pada gambar 2-3 (Sudaryono, 2013).



Gambar 2-1 Silinder Kerja Ganda (Pneumatik & Hidrolik, 2013)

## 2.6 Gaya Pada Silinder Pneumatik

Pada silinder pneumatik gaya maju dan gaya mundur memiliki kekuatan yang berbeda, kemampuan gaya maju pada pneumatik lebih besar dari gaya mundur. Pada silinder kerja tunggal hal ini dikarenakan gaya mundur menggunakan pegas dan pada silinder kerja ganda gaya mundur lebih kecil karena luasan piston yang menerima udara pada saat mundur lebih kecil dari luasan piston yang menerima udara pada saat maju.

### ○ **Kompresor**

Kompresor merupakan mesin yang berfungsi untuk memampatkan udara atau gas dengan tujuan mendapatkan udara atau gas dengan tekanan tertentu sesuai kebutuhan. Kompresor bisa bekerja sebagai penguat dan sebagai pompa vakum. Kompresor bekerja sebagai penguat jika kompresor bekerja dengan menghisap udara atau gas yang bertekanan lebih tinggi dari tekanan atmosfer, sedangkan kompresor sebagai pompa vakum adalah kompresor yang bekerja dengan menghisap udara yang bertekanan lebih rendah dari tekanan atmosfer (Sudaryono, 2013).

### ○ **Baja tulangan beton**

Baja tulangan beton terbagi kedalam dua jenis, yang pertama adalah baja tulangan beton sirip (BjTS), jenis ini memiliki permukaan bersirip yang melintang dan rusuk memanjang yang dibuat dengan tujuan untuk meningkatkan daya lekat dan menahan gerakan membujur dari batang secara relatif terhadap beton. Jenis kedua adalah baja tulangan beton polos (BjTP), jenis ini memiliki

permukaan rata dan penampang berbentuk lingkaran dan jenis baja tulangan beton polos ini yang akan digunakan dalam perancangan alat potong kawat. Penjelasan mengenai baja tulangan beton polos ini dapat dilihat pada table 2-3 dan 2-4.

Tabel 2-1 Diameter baja tulangan beton polos (BjTP) (Gazal, 2014)

No	Penamaan	Diameter nominal (d)(mm)	Luas penampang Nominal (L)(cm <sup>2</sup> )
1	P.6	6	0,2827
2	P.8	8	0,5027
3	P.10	10	0,7854
4	P.12	12	1,131

Tabel 2-2 Sifat mekanis baja tulangan beton polos (BjTP) (Gazal, 2014)

Kelas baja tulangan	Nomor batang uji	Uji tarik			Uji lengkung	
		Batas ulur kgf/mm <sup>2</sup> (N/mm <sup>2</sup> )	Kuat tarik kgf/mm <sup>2</sup> (N/mm <sup>2</sup> )	Regang min. %	Sudut lengkung	Diameter pelengkung (mm)
BjTP 24	No. 2	minimum 24	minimum 39	20	180°	3 x d
	----- No. 3	(235)	(383)	24		
BjTP 30	No. 2	minimum 24	minimum 45	18	180°	d ≤ 16 = 3 x d
	----- No. 3	(294)	(441)	20		d > 16 = 4 x d
BjTS 30	No. 2	minimum 24	minimum 45	16	180°	d ≤ 16 = 3 x d
	----- No. 3	(294)	(441)	18		d > 16 = 4 x d
BjTS 35	No. 2	minimum 24	minimum 50	18	180°	d ≤ 16 = 3 x d
	----- No. 3	(343)	(491)	20		16 > d ≥ 40 = 4 x d d ≥ 50 = 5 x d
BjTS 40	No. 2	minimum 24	minimum 57	16	180°	5 x d
	----- No. 3	(392)	(559)	18		
Bj TS 50	No. 2	minimum 24	minimum 63	12	90°	d ≤ 25 = 5xd
	----- No. 3	(491)	(618)	14		d > 25 = 6 x d
CATATAN 1 Hasil uji Lengkung tidak boleh retak pada sisi luar lengkungan.						
CATATAN 2 Untuk baja tulangan sirip ≥ S 30 nilai rengang dikurangi 2 %. Untuk baja tulangan sirip S 40 dan S 50 dikurangi 4 % dari nilai pada tabel 6.						
CATATAN 3 1 N / mm <sup>2</sup> = 981 kgf/ mm <sup>2</sup>						

Untuk pembuatan sengkang, ukuran sengkang yang dibentuk disesuaikan dengan kebutuhan. Ukuran yang biasa digunakan adalah baja tulangan beton berukuran 4, 5, 6 mm untuk pembangunan rumah 1 lantai. Ukuran sengkang yang sering digunakan untuk pembuatan kolom beton rumah 1 lantai terdiri dari 9 x 12 cm, 9 x 15 cm, 15 x 15 cm dan 15 x 20 cm.

### A. Tegangan ( $\sigma$ )

Tegangan (stress) dapat didefinisikan sebagai gaya persatuan luas penampang.

$$\sigma = \frac{F}{A} (N/mm^2) \quad (2.1)$$

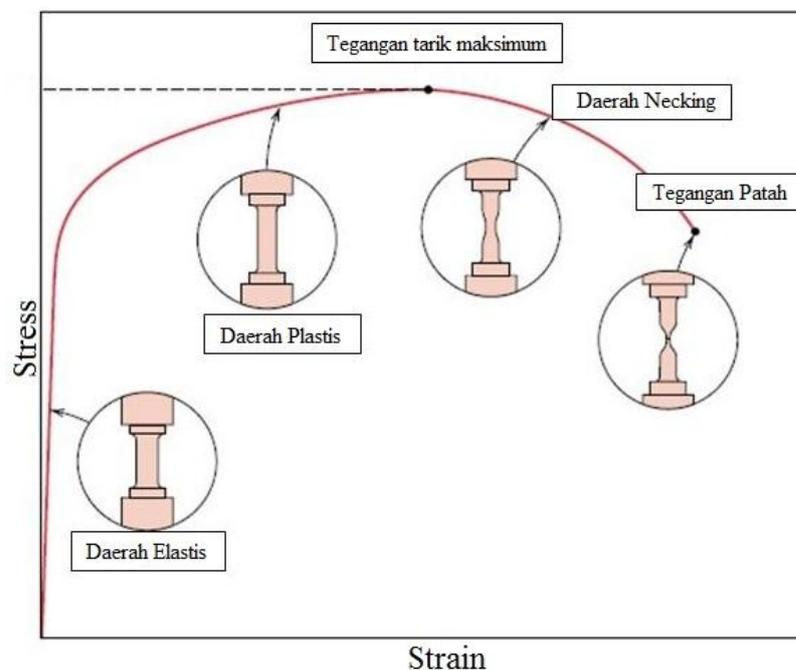
F : Gaya (N)

A : Luas penampang ( $mm^2$ )

- a. Tegangan tarik ( $\sigma_t$ ) : Tegangan akibat gaya tarik.
- b. Tegangan geser ( $\tau$ ) : Tegangan akibat gaya geser.

### B. Diagram Tegangan Regangan

Hubungan antara tegangan dan regangan dapat dilihat pada diagram tegangan – regangan berikut ini :



Gambar 2-2 Diagram tegangan regangan (Rudy Dwi Wahyusyah, 2010)

Dari diagram tegangan regangan pada Gambar 2-2 Diagram tegangan regangan di atas, terdapat tiga daerah kerja, yaitu:

- a. Daerah elastis digunakan dalam desain konstruksi mesin.
- b. Daerah plastis digunakan untuk proses pembentukan material.
- c. Daerah maksimum digunakan dalam proses pemotongan material.

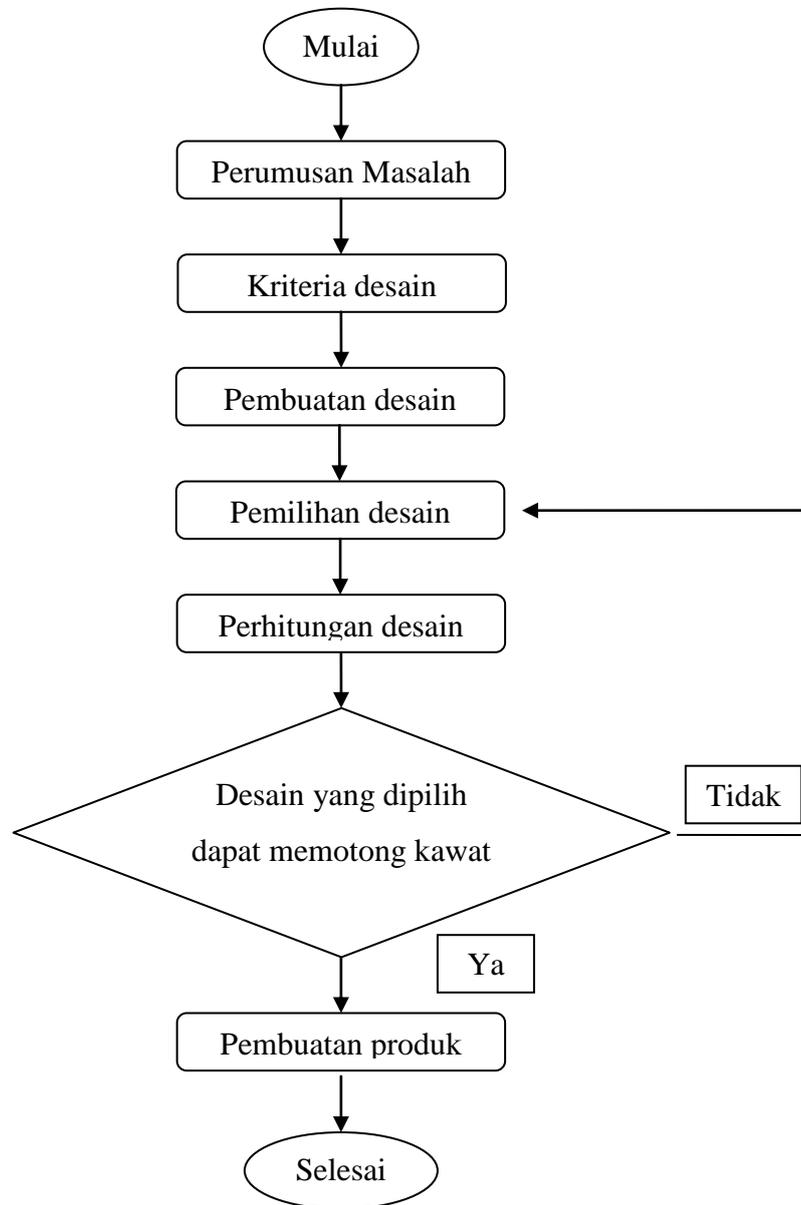
Dalam pembuatan desain dengan konstruksi yang kuat dan kaku dibutuhkan beberapa hal berikut ini :

- a. Tegangan ijin lebih besar dari beban yang terjadi atau tegangan kerja.
- b. Konstruksi harus kuat dan kaku membutuhkan deformasi yang elastis, sehingga dapat kembali ke bentuk semula setelah menerima pembebanan.
- c. Faktor keamanan sesuai dengan kondisi kerja dan jenis material yang digunakan.
- d. Daerah elastis atau daerah konstruksi mesin adalah daerah kerja.

# BAB 3

## METODE PENELITIAN

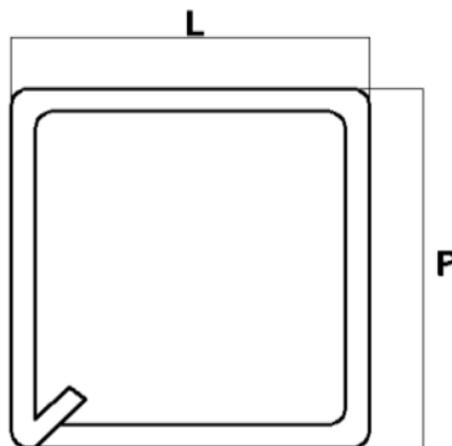
### 3.1 Alur Penelitian



Gambar 3-1 Diagram alur perancangan

### 3.2 Perancangan pemotong kawat besi pada alat pembuat sengkang

Sengkang merupakan salah satu bagian bangunan yang biasanya digunakan pada kolom dan sloof agar kuat dan tetap lurus pada saat terjadi gempa sehingga tidak melengkung yang dapat mengakibatkan kerusakan. Kata sengkang merupakan istilah yang sudah umum digunakan di Indonesia, sehingga istilah “beugel” yang berasal dari bahasa Belanda tidak perlu digunakan (Ir. Wiratman Wangsadinata, 1971). Penggunaan kawat baja untuk sengkang dapat menggunakan baja berdiameter 8 mm dan 6 mm. Salah satu bentuk sengkang ini bisa dilihat pada gambar 1-1 Sengkang.



Gambar 3-2 Bentuk sengkang yang akan dibuat (Gazal, 2014)



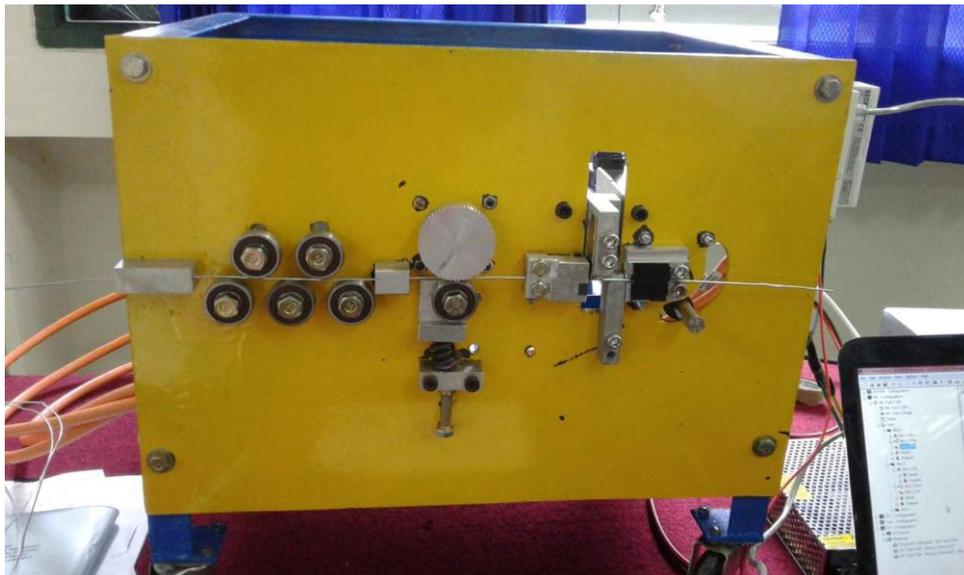
Gambar 3-3 Penggunaan sengkang pada pondasi bangunan (Widi, 2013)

Pembuatan sengkang pada dasarnya telah dibuat oleh beberapa perancang, beberapa hasil perancangannya adalah sebagai berikut.



Gambar 3-4 Alat pembuat sengkang dengan menggunakan motor listrik (Doli Cania, 2017)

Alat pembuat sengkang pada gambar 3-4 ini menggunakan motor listrik sebagai aktuator untuk seluruh proses pengerjaannya.



Gambar 3-5 Alat pembuat sengkang dengan menggunakan PLC (Habiburohman, 2017)

Alat pembuatan sengkang sebelumnya yang akan kami perbaiki dapat dilihat pada gambar dibawah ini



Gambar 3-6 Alat pembuat sengkang dengan menggunakan pneumatik (Hafidz Al Asad, 2016)

Untuk perancangan yang dibuat pada laporan ini adalah perancangan alat pembuat sengkang dengan actuator pneumatik yang mana perancangan ini adalah melanjutkan perancangan alat pembuat sengkang yang menggunakan aktuator pneumatik.

Pada perancangan ini bagian yang diperbaiki hanya pada bagian pemotong kawat pada alat pembuatan sengkang. Bagian pemotong kawat ini dirancang ulang karena hasil pemotongan masih belum berhasil, hasil pemotongan belum berhasil dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 3-7 Hasil pemotong kawat sengkang belum berhasil (Hafidz Al Asad, 2016)



Gambar 3-8 Hasil pemotongan kawat sengkang belum berhasil

### 3.3 Perhitungan kekuatan rancangan

A. Perhitungan pertama ini adalah mencari gaya yang dibutuhkan silinder pneumatic untuk memotong kawat baja polos dengan diameter 6 mm.

- **Langkah 1**

Menghitung gaya yang dikeluarkan silinder pneumatic berdiameter 55 mm dengan tekanan 3 bar atau  $0,3 \text{ N/mm}^2$ .



Gambar 3-9 Gambar silinder pneumatic dengan diameter piston 55 mm

(www.indiamart.com, 2018)

Rumus mencari kekuatan dorong silinder pneumatic :

$$F1 = P1 \times A1 \quad (3.1)$$

Keterangan :

$F1$  = Gaya yang dikeluarkan silinder pneumatic

$P1$  = Tekanan yang diberikan kepada silinder pneumatik

$A1$  = Luas penampang piston silinder pneumatik

$D1$  = Diameter silinder

$$D1 = 55 \text{ mm}$$

$$r1 = 25,5 \text{ mm}$$

$$A1 = ?$$

$$F1 = ?$$

Mencari  $F1$

$$\begin{aligned} A1 &= \pi \times r^2 \\ &= 3,14 \times (25,5 \text{ mm})^2 \\ &= 3,14 \times 650,25 \text{ mm}^2 \\ &= 2.041,785 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F1 &= P \times A \\ &= 0,3 \text{ N/mm}^2 \times 2.041,785 \text{ mm}^2 \\ &= 612,5355 \text{ N} \end{aligned}$$

Silinder pneumatik mampu mengeluarkan gaya 612,5355 N

- **Langkah 2**

Mencari gaya yang dibutuhkan silinder pneumatik untuk memotong kawat baja polos BJT 24 dengan diameter 6 mm.

Rumus mencari tegangan geser ijin

$$D2 = \sqrt{\frac{4 \times F2}{n \times \pi \times \sigma_g}} \quad (3.2)$$

Keterangan :

$F2$  = Gaya geser yang dibutuhkan untuk memotong kawat

$n$  = Jumlah kawat

$\sigma_g$  = Tegangan geser ijin

$D_2$  = Diameter kawat

$$D = 6 \text{ mm}$$

$$n = 1 \text{ Buah}$$

Mencari  $F_2$

$\sigma_g = 240 \text{ N/mm}^2$  (Baja menggunakan BjTP 24)

$$D_2 = \sqrt{\frac{4 \times F_2}{n \times \pi \times \sigma_g}}$$

$$6 \text{ mm} = \sqrt{\frac{4 \times F_2}{1 \times 3,14 \times \sigma_g}}$$

$$36 \text{ mm}^2 = \frac{4 \times F_2}{1 \times 3,14 \times 240 \text{ N/mm}^2}$$

$$36 \text{ mm}^2 = \frac{4 \times F_2}{753,6 \text{ N/mm}^2}$$

$$4 \times F_2 = 36 \text{ mm}^2 \times 753,6 \text{ N/mm}^2$$

$$4 \times F_2 = 27.129,6 \text{ N}$$

$$F_2 = \frac{27.129,6 \text{ N}}{4}$$

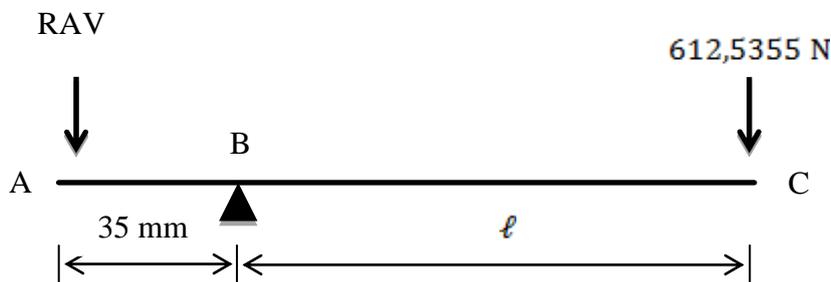
$$F_2 = 6.782,4 \text{ N}$$

Untuk dapat terpotong kawat membutuhkan gaya geser sebesar 6.782,4 N

Dari hasil perhitungan gaya geser yang dibutuhkan kawat untuk terpotong dan kekuatan yang mampu dikeluarkan silinder pneumatik, diperoleh gaya yang mampu dikeluarkan silinder pneumatik 612,5355 N dan gaya yang dibutuhkan kawat hingga terpotong 6.782,4 N. Dari hasil perhitungan tersebut silinder pneumatik belum mampu memenuhi gaya yang dibutuhkan kawat untuk dapat terpotong.

### Langkah 3

Mencari panjang lengan B-C sehingga gaya yang dikeluarkan silinder pneumatik mampu memenuhi gaya yang dibutuhkan kawat untuk terpotong.



$$\sum Mb = 0$$

$$-6.782,4\text{N} \times 35\text{mm} + \ell \times 612,5355\text{ N} = 0$$

$$-6.782,4\text{N} \times 35\text{mm} + \ell \times 612,5355\text{ N} = 0$$

$$-6.782,4\text{ N} = \frac{\ell \times 612,5355\text{ N}}{35\text{mm}}$$

$$\ell = \frac{6.782,4\text{ N} \times 35\text{mm}}{612,5355\text{ N}}$$

$$\ell = \frac{237.384\text{ Nmm}}{612,5355\text{ N}}$$

$$\ell = 387,5432\text{mm}$$

### 3.4 Peralatan dan Bahan

Peralatan dan bahan yang digunakan dalam tugas akhir antara lain sebagai berikut :

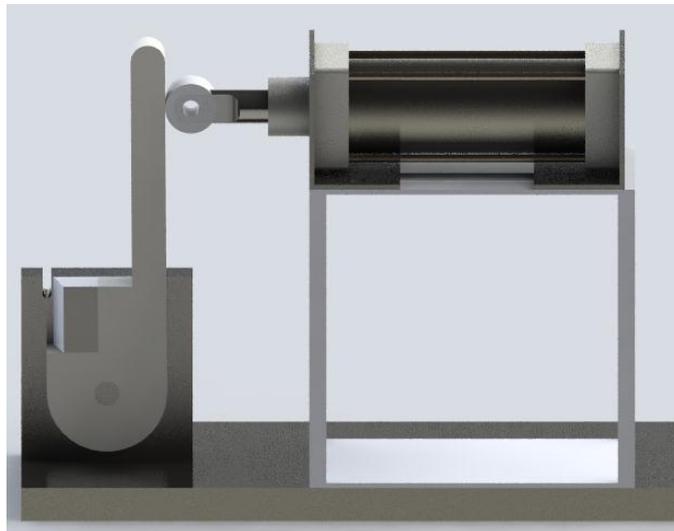
Tabel 3-1 Alat dan bahan

No	Alat
1	Software solidwork 2014
2	Jangka sorong
3	Las listrik

No	Bahan
1	Baja tulangan polos (BJTP) diameter 6 mm
2	Besi siku tebal 3 mm
3	Silinder pneumatik
4	Kompresor Model LVPM - 8003
5	Quick exhaust
6	Bolt cutter

### 3.5 Perancangan alat potong 1

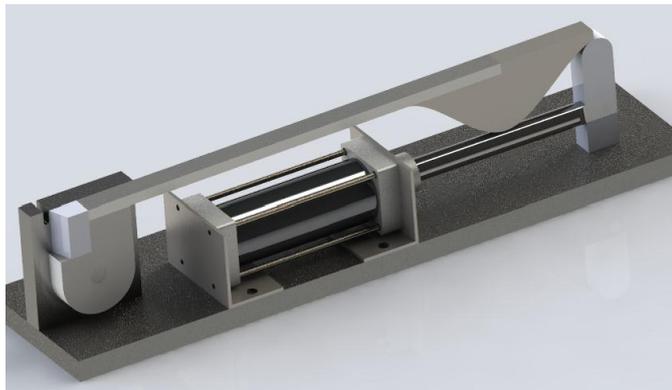
Pada proses ini dibuat beberapa model rancangan yang memungkinkan untuk dibuat sebagai alat potong kawat, selanjutnya dipilih salah satu model yang selanjutnya dilakukan perhitungan terhadap model yang telah dipilih tersebut.



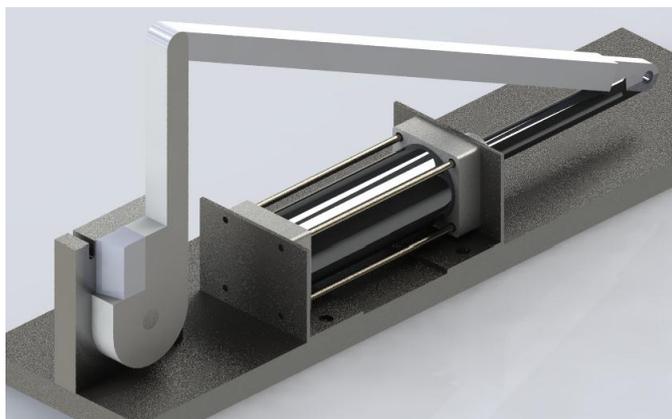
Gambar 3-10 Gambar 3D desain rancangan 1



Gambar 3-11 Gambar 3D desain rancangan 2



Gambar 3-12 Gambar 3D desain rancangan 3



Gambar 3-13 Gambar 3D desain rancangan 4

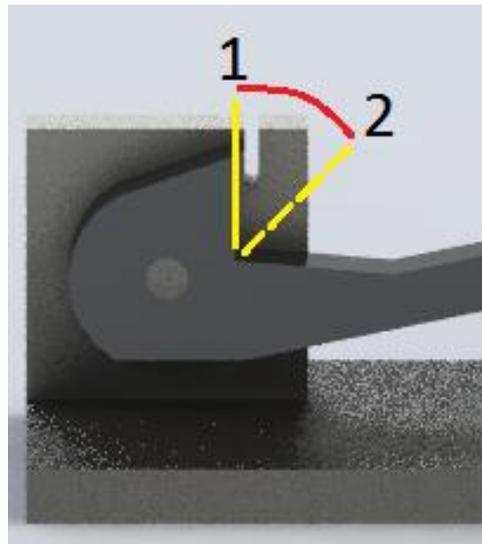
### 3.6 Pemilihan disain

Pada proses pemilihan disain yang pertama, disain yang dipilih dapat dilihat pada berikut.



Gambar 3-14 Gambar 3D desain rancangan 2

Disain tersebut dipilih karena secara perhitungan disain tersebut dapat memotong kawat dengan diameter 6 mm. Disain tersebut juga dapat bergerak untuk melakukan pemotongan dengan baik dan tetap memiliki lengan yang cukup untuk memperbesar gaya dari silinder pneumatik, lihat pada gambar berikut.

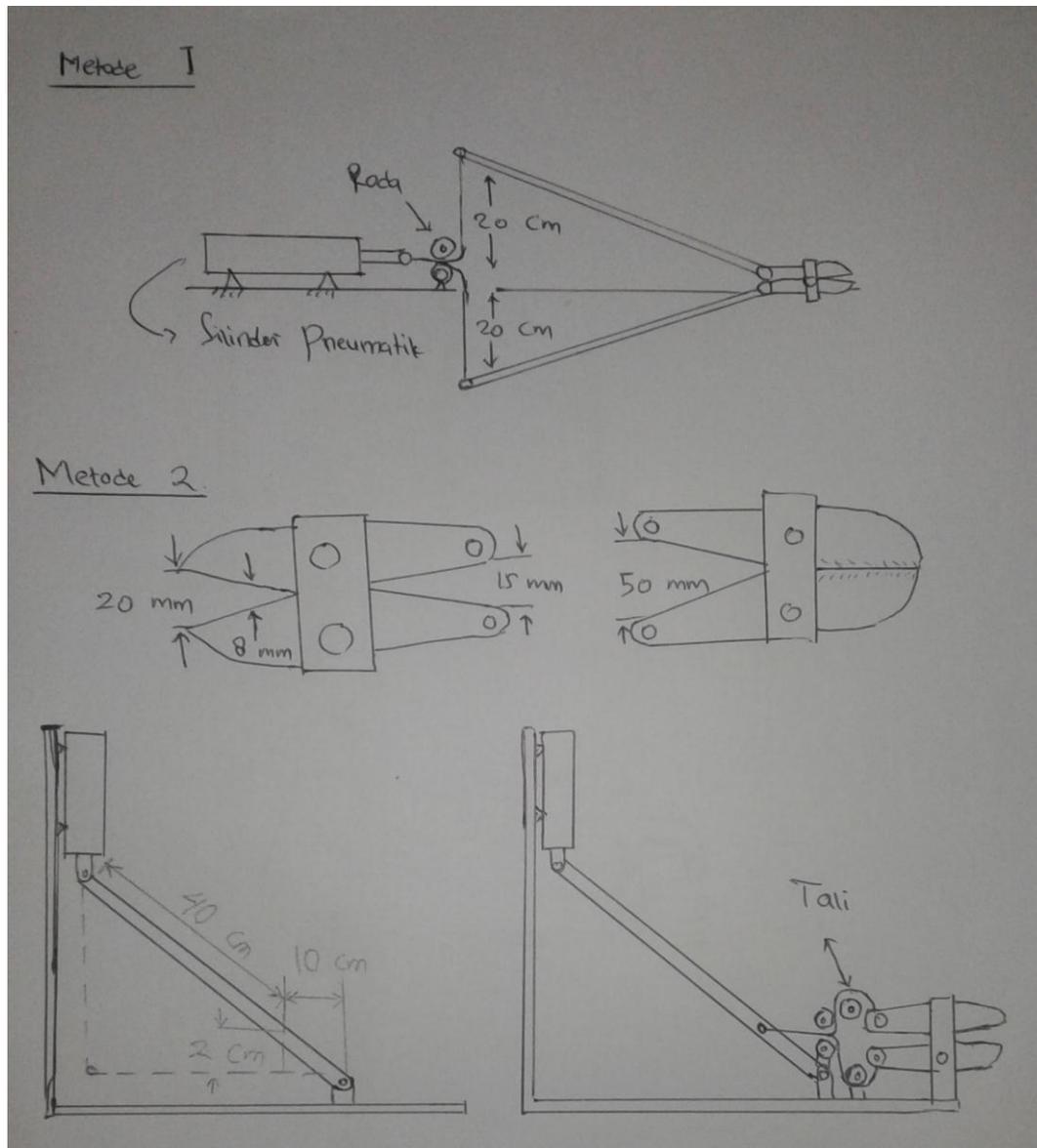


Gambar 3-15 Disain yang dipilih dapat bergerak dari posisi 1 ke posisi 2

Desain ini dipilih karena memiliki pergerakan penggungtingan paling besar, sehingga kawat dengan diameter 6 mm dapat berada di posisi pemotongan.

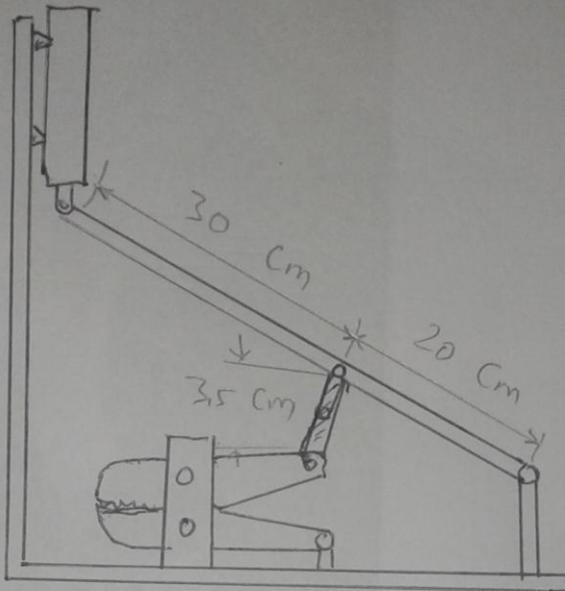
### 3.7 Perancangan alat potong 2

Perancangan alat pemotong kedua dimulai dengan membuat beberapa sketsa yang selanjutnya dipilih salah satu desain yang paling memungkinkan untuk memotong kawat yang ditargetkan.

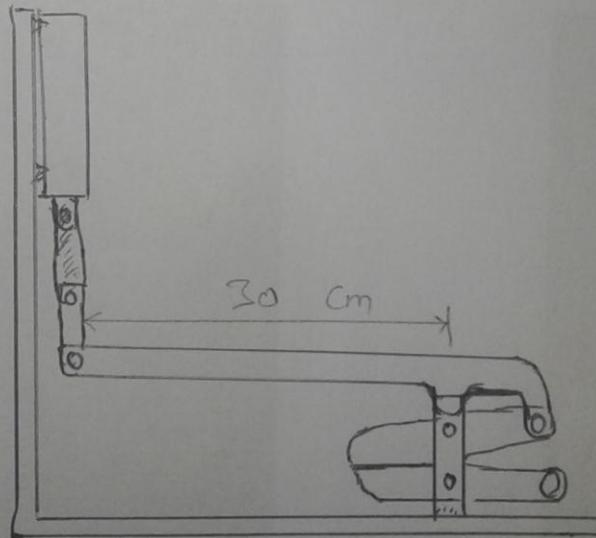


Gambar 3-16 Gambar sketsa untuk mencari desain baru yang sesuai dengan bolt cutter

Metode 3

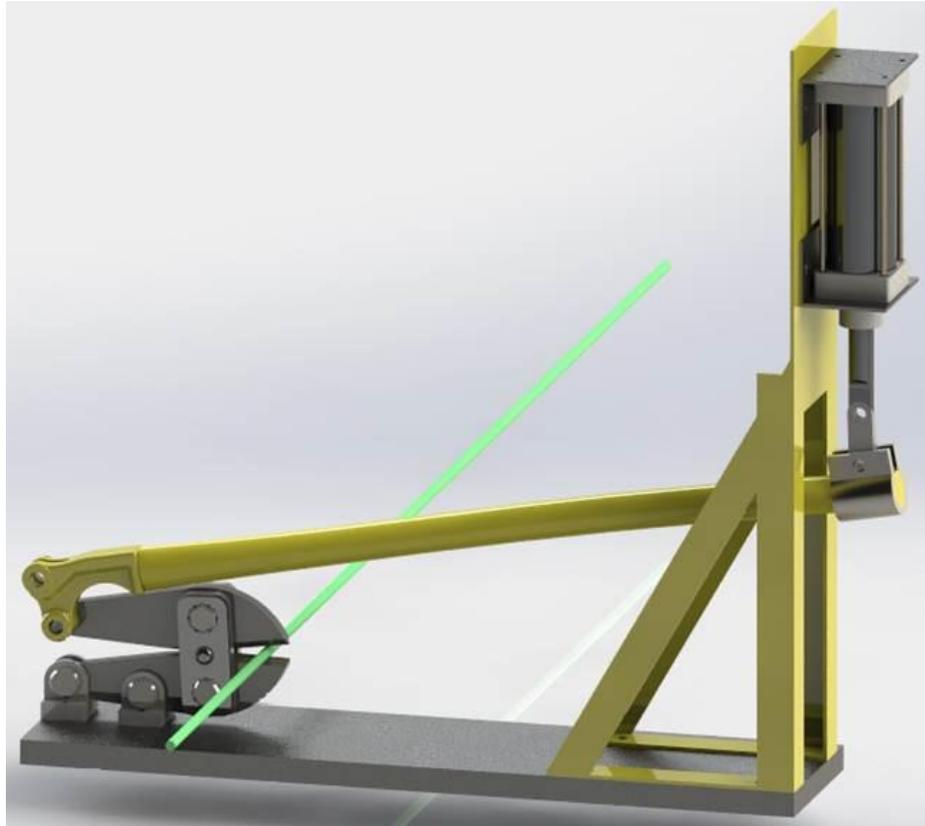


Metode 4



Gambar 3-17 Gambar sketsa untuk mencari desain baru yang sesuai dengan bolt cutter

Setelah dibuat beberapa sketsa, selanjutnya dipilih salah satunya untuk dibuat desain 3D.



Gambar 3-18 Desain 3D yang telah dibuat

Setelah mengetahui seperti apa disain yang akan dibuat, selanjutnya dilakukan pembuatan alat.

### 3.8 Bahan yang digunakan pada alat pemotong kedua

Untuk perbaikan disain pertama dibutuhkan beberapa bahan tambahan sebagai berikut.

#### 1. Bolt Cutter

Pisau pemotong yang digunakan adalah pisau dari bolt cutter



Gambar 3-19 Bolt Cutter

Bolt cutter tersebut akan digunakan sebagai pengganti pisau alat pemotong kawat pertama.



Gambar 3-20 Bolt cutter membutuhkan pembukaan lengan yang lebar

Pada perbaikan alat pemotong kedua ini terdapat permasalahan pada bolt cutter yang akan digunakan karena bolt cutter tidak bisa langsung digabungkan dengan alat pemotong pertama.

Permasalahan bolt cutter yaitu bolt cutter membutuhkan pembukaan lengan yang lebar untuk dapat membuka mata pisau pemotong hingga kawat 6 mm dapat ditempatkan diantara mata pisau dengan baik. Untuk mengatasi masalah ini dilakukan perubahan pemasangan lengan bolt cutter yang dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 3-21 Perubahan lengan bolt cutter



Gambar 3-22 Regulator yang digunakan pada alat pemotong kawat

Pada percobaan pemotongan, alat pemotong kawat menggunakan tekanan lebih dari 8 Bar.



Gambar 3-23 *Quick exhaust*

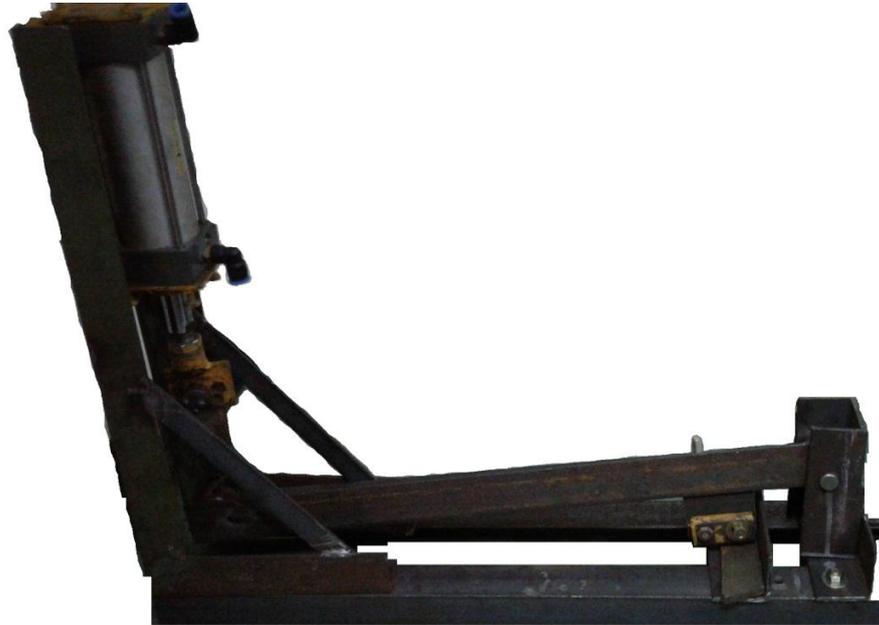
Percobaan terakhir pada pemotongan kawat ini menggunakan penambahan *quick exhaust* yang merupakan alat bantu untuk mempercepat pengeluaran udara pada silinder pneumatik, sehingga diharapkan dapat menambah kekuatan pemotongan.

## BAB 4

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Perancangan 1

Hasil perancangan alat pemotong kawat pertama dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 4-1 Gambar disain yang telah dibuat

Pada proses uji coba, alat pemotong pertama ternyata tidak berhasil melakukan pemotongan, hal ini dikarenakan pisau pemotong yang tidak bagus, lihat gambar berikut.



Gambar 4-2 Pisau potong rusak

Pada hasil perancangan alat pemotong kawat pertama ini diperoleh hasil pemotongan sebagai berikut.



Gambar 4-3 Hasil pemotongan kawat diameter 3 mm pada alat pemotong kawat pertama

Setelah diketahui penyebab kegagalan pada alat pemotong kawat pertama, selanjutnya dilakukan perbaikan dengan mengganti pisau alat potong, pisau yang dipilih adalah pisau dari bolt cutter.

## 4.2 Perancangan 2



Gambar 4-4 Kawat dengan diameter 5 mm



Gambar 4-5 Kawat dengan diameter 6 mm



Gambar 4-6 Hasil pembuatan alat potong kawat kedua

Pada hasil perancangan alat pemotong kawat kedua ini pengujian dilakukan dengan tekanan 3 hingga 8 bar, hasil pengujian dengan tekanan 6 bar kawat 5 mm sudah berhasil terpotong, akan tetapi untuk kawat 6 mm masih belum berhasil meskipun tekanan sudah dinaikkan hingga 8 bar.

Dikarenakan kawat 6 mm masih belum berhasil terpotong, pada pengujian alat potong kedua ini ditambahkan quick exhaust, quick exhaust ini memiliki fungsi untuk mempercepat pembuangan udara bertekanan di dalam silinder, dengan

pembuangan yang lebih cepat ini diharapkan dapat membantu alat pemotong melakukan pemotongan kawat 6 mm, gambar quick exhaust dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 4-7 Quick Exhaust

Hasil perancangan alat pemotong kedua dengan penambahan quick exhaust ini dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 4-8 Hasil pembuatan alat potong kawat kedua dengan penambahan quick exhaust

Setelah diberi tambahan quick exhaust pada posisi pembuangan udara pada saat silinder maju, selanjutnya alat diuji dengan tekanan udara hingga 8 bar, dari hasil pengujian tersebut diperoleh hasil seperti pada gambar berikut.



Gambar 4-9 Hasil pemotongan menggunakan alat potong kawat kedua dengan penambahan quick exhaust

Dari hasil pemotongan tersebut ternyata kawat 6 mm masih belum berhasil dipotong meskipun alat pemotong telah diberi tambahan quick exhaust. Dari hasil percobaan alat menggunakan quick exhaust dan tanpa quick exhaust maka kami rekomendasikan untuk tidak menggunakan quick exhaust.

### 4.3 Pembahasan pengujian alat pemotong kawat yang belum berhasil memotong kawat 6 mm meskipun tekanan sudah dinaikkan hingga 8 bar

- **Langkah 1**

Menghitung gaya yang dikeluarkan silinder pneumatic berdiameter 55 mm dengan tekanan 8 bar atau  $0,8 \text{ N/mm}^2$   $0,3 \text{ N/mm}^2$ .



Gambar 4-10 Gambar silinder pneumatic dengan diameter piston 55 mm

(www.indiamart.com, 2018)

Rumus mencari kekuatan dorong silinder pneumatik :

$$F1 = P1 \times A1 \quad (4.1)$$

Keterangan :

$F1$  = Gaya yang dikeluarkan silinder pneumatik

$P1$  = Tekanan yang diberikan kepada silinder pneumatik

$A1$  = Luas penampang piston silinder pneumatik

$D1$  = Diameter silinder

$$D1 = 55 \text{ mm}$$

$$r1 = 25,5 \text{ mm}$$

$$A1 = ?$$

$$F1 = ?$$

Mencari  $F1$

$$\begin{aligned} A1 &= \pi \times r^2 \\ &= 3,14 \times (25,5 \text{ mm})^2 \\ &= 3,14 \times 650,25 \text{ mm}^2 \\ &= 2.041,785 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F1 &= P \times A \\ &= 0,8 \text{ N/mm}^2 \times 2.041,785 \text{ mm}^2 \\ &= 1633,428 \text{ N} \end{aligned}$$

Silinder pneumatik mampu mengeluarkan gaya 1633,428 N

- **Langkah 2**

Mencari gaya yang dibutuhkan silinder pneumatik untuk memotong kawat baja polos BjTP 24 dengan diameter 6 mm.

Rumus mencari tegangan geser ijin

$$D2 = \sqrt{\frac{4 \times F2}{n \times \pi \times \sigma_g}} \quad (4.2)$$

Keterangan :

$F_2$  = Gaya geser yang dibutuhkan untuk memotong kawat

$n$  = Jumlah kawat

$\sigma_g$  = Tegangan geser ijin

$D_2$  = Diameter kawat

$$D = 6 \text{ mm}$$

$$n = 1 \text{ Buah}$$

Mencari  $F_2$

$$\sigma_g = 240 \text{ N/mm}^2 \text{ (Baja menggunakan BjTP 24)}$$

$$D_2 = \sqrt{\frac{4 \times F_2}{n \times \pi \times \sigma_g}}$$

$$6 \text{ mm} = \sqrt{\frac{4 \times F_2}{1 \times 3,14 \times \sigma_g}}$$

$$36 \text{ mm}^2 = \frac{4 \times F_2}{1 \times 3,14 \times 240 \text{ N/mm}^2}$$

$$36 \text{ mm}^2 = \frac{4 \times F_2}{753,6 \text{ N/mm}^2}$$

$$4 \times F_2 = 36 \text{ mm}^2 \times 753,6 \text{ N/mm}^2$$

$$4 \times F_2 = 27.129,6 \text{ N}$$

$$F_2 = \frac{27.129,6 \text{ N}}{4}$$

$$F_2 = 6.782,4 \text{ N}$$

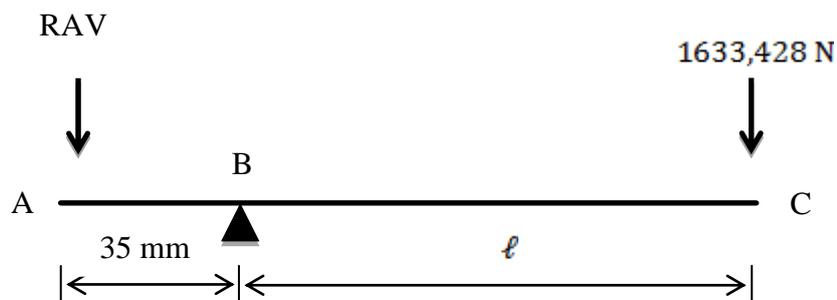
Untuk dapat terpotong kawat membutuhkan gaya geser sebesar 6.782,4 N

Dari hasil perhitungan gaya geser yang dibutuhkan kawat untuk terpotong dan kekuatan yang mampu dikeluarkan silinder pneumatik, diperoleh gaya yang

mampu dikeluarkan silinder pneumatik 1633,428 N dan gaya yang dibutuhkan kawat hingga terpotong 6.782,4 N. Dari hasil perhitungan tersebut silinder pneumatik belum mampu memenuhi gaya yang dibutuhkan kawat untuk dapat terpotong.

### Langkah 3

Mencari panjang lengan B-C sehingga gaya yang dikeluarkan silinder pneumatik mampu memenuhi gaya yang dibutuhkan kawat untuk terpotong.



$$\sum M_b = 0$$

$$-6.782,4\text{N} \times 35\text{mm} + l \times 612,5355\text{ N} = 0$$

$$-6.782,4\text{N} \times 35\text{mm} + l \times 1633,428\text{ N} = 0$$

$$-6.782,4\text{ N} = \frac{l \times 1633,428\text{ N}}{35\text{mm}}$$

$$l = \frac{6.782,4\text{ N} \times 35\text{mm}}{1633,428\text{ N}}$$

$$l = \frac{237.384\text{ Nmm}}{1633,428\text{ N}}$$

$$l = 145,32872\text{ mm}$$

Dari pembahasan tersebut diketahui secara perhitungan kawat dengan diameter 6 mm seharusnya dapat terpotong, selain dapat terpotong desain alat juga memiliki lengan yang lebih pendek yaitu 145,32872 mm yang berarti dimensi alat bisa lebih kecil.

## **BAB 5**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Dari penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa:

1. Dengan mengubah mekanisme pemotongan langsung ke mekanisme dengan lengan dapat meningkatkan kekuatan pemotongan hingga kawat 5 mm.
2. Penggunaan quick exhaust pada silinder pneumatik tidak memberikan kekuatan pemotongan yang signifikan, akan tetapi dapat mempercepat pergerakan silinder .
3. Percobaan pemotongan kawat dengan tekanan 8 bar dan menggunakan quick exhaust belum mampu memotong kawat dengan diameter 6 mm meskipun secara perhitungan seharusnya kawat 6 mm dapat terpotong.

#### **5.2 Saran**

Dari hasil penelitian ini masih banyak kekurangan yang memungkinkan untuk dilakukan pengembangan lebih lanjut. Diantaranya yaitu:

1. Alat pemotongan memiliki dimensi yang cukup besar dan berat, sehingga dapat dirubah mekanisme dan perhitungan kekuatan alat untuk memperkecil dimensi, meningkatkan kekuatan dan bisa lebih ringan.
2. Posisi penempatan kawat pada pisau alat pemotong bolt cutter belum dilakukan perhitungan sehingga dapat dihitung untuk dapat memaksimalkan pemotongan.
3. Percobaan pemotongan kawat dengan tekanan 8 bar dan menggunakan quick exhaust belum mampu memotong kawat dengan diameter 6 mm masih belum diketahui penyebabnya, untuk perbaikan berikutnya kami sarankan mencoba mengganti aktuator yang tidak menggunakan udara seperti aktuator hidrolis sehingga tidak terjadi kompresi udara yang memungkinkan penurunan kekuatan aktuator.

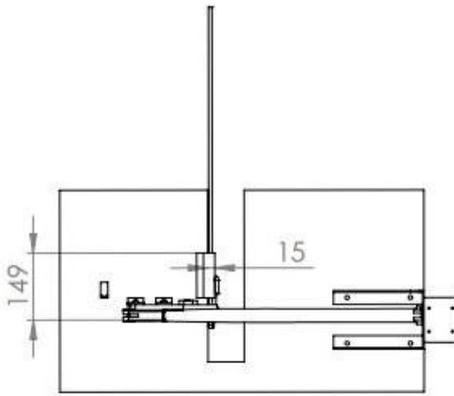
## DAFTAR PUSTAKA

- Al Asad, Hafidz. 2016. Pembuatan begel menggunakan aktuator pneumatik., Tugas Akhir, Prodi Teknik Mesin UII.
- Cania, Doli. 2017. Mekanisme Penekuk dan Pemotong Pada Rancangan Mesin Semi Otomatis Begel Skala UKM., Tugas Akhir, Prodi Teknik Mesin UII.
- Cassandra, G.S. 2017. Mekanisme pengumpan pada mesin begel CNC., Tugas Akhir, Prodi Teknik Mesin UII.
- Dewanto, J.N.J. Dharma S.N. 2016. Perancangan Mekanisme Kawat Bendrat Di PT. Surabaya Wire., Jurnal.
- Dwi, R.W. 2010. Diagram tegangan regangan. Diakses dari Rudydwi.wordpress.com pada 7/6/2018.
- Gazal, M. 2014. Rancang Bangun Alat Bantu Penekuk Begel Cincin Segiempat Untuk Konstruksi Beton (Biaya Produksi). Tugas Akhir, Politek Negeri Sriwijaya.
- Habiburohman. 2017. Mekanisme penekuk pada mesin begel CNC., Tugas Akhir, Prodi Teknik Mesin UII.
- Salve N.V, Mr.DeorukhkarSairaj, Khair S.S, Khanvilkar D.N. 2015. Hydraulic Bar Cutter Machine., Jurnal.
- Son, L., Satria, F. 2014. Rancang Bangun Alat Bending Senggang pada Kolom Skala Laboratorium., Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Andalas, Padang. 2014.
- Sudaryono, 2013. Pneumatik & Hidrolik. Kementerian Pendidikan & Kebudayaan. 2014.
- Tri, Y.P. 2016. Perancangan dan pembuatan sistem pengumpan pada mesin begel semi otomatis skala UKM., Tugas Akhir, Prodi Teknik Mesin UII.
- Wangsadinata, Wiratman. 1971. Penjelasan Pembahasan Mengenai Peraturan Beton Indonesia 1971., Perpustakaan Prosida. 1972.
- Widi, 2013. Desain Rumah Siap Bangun. studio@bangun-rumah.com.
- www.indiamart.com, 2018. Pneumatic Cylinder. www.indiamart.com.

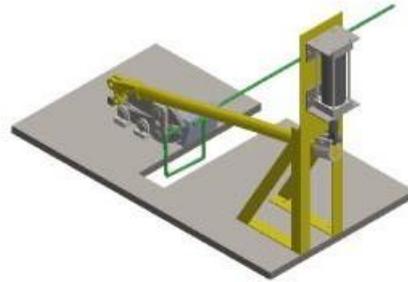
## **LAMPIRAN**



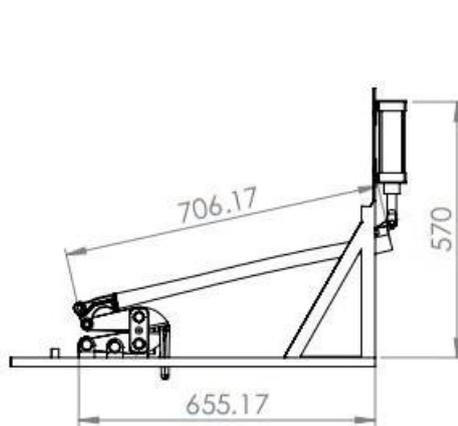
Skala : 1:3	Nama : A. Bimanto	TITLE: <b>Alat Pembuat Sengkang</b> A4
Satuan : mm	NIM : 12525073	
Tanggal : 7 Juni 2018	Diperiksa :	
Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia		SHEET 1 of 1



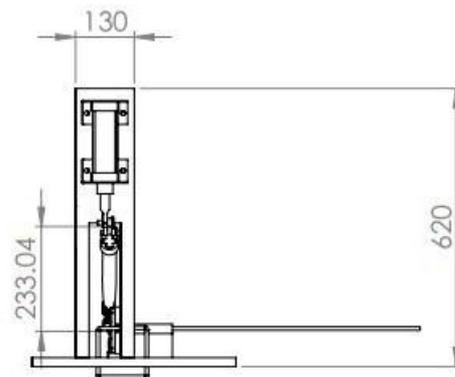
SCALE 1 : 13



SCALE 1 : 13

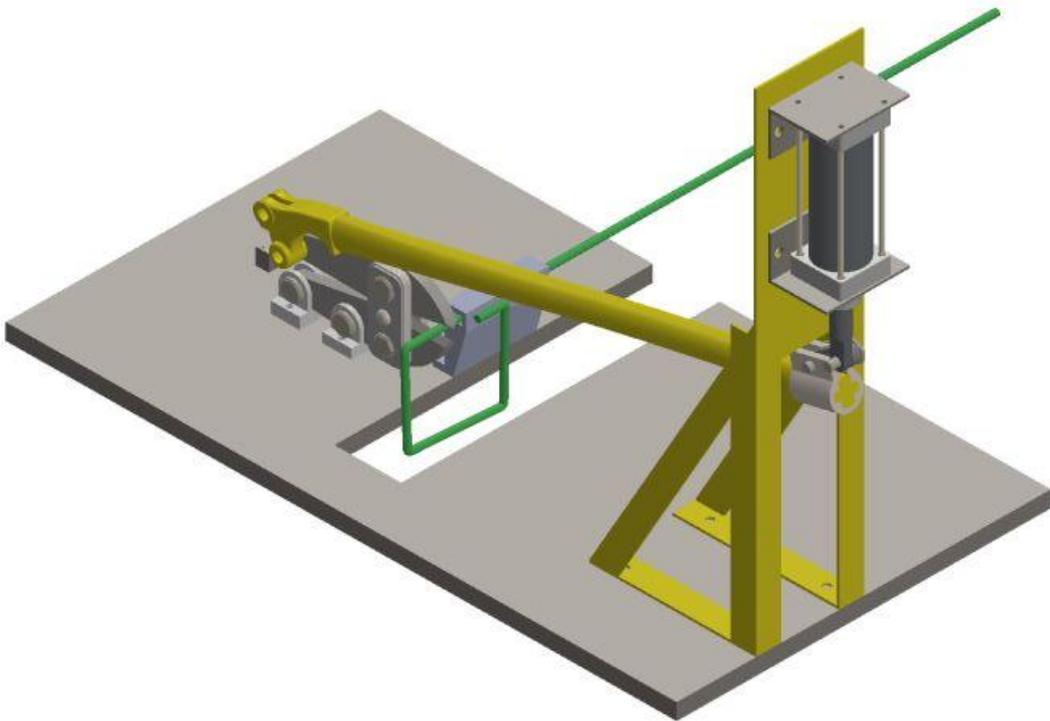


SCALE 1 : 13



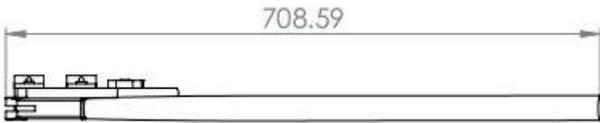
SCALE 1 : 13

	Skala : 1:5	Nama : Arismanto	TITLE: <b>Pemotong Kawat</b>	<b>A4</b>
	Satuan : mm	NIM : 12525073		
	Tanggal : 7 Juni 2018	Diperiksa :		
Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia			SHEET 1 OF 1	



SCALE 1 : 5

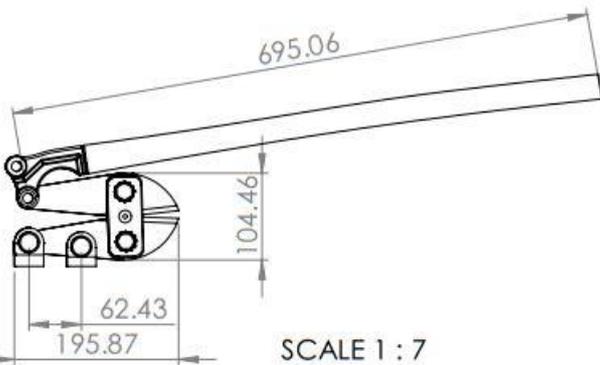
Skala : 1 : 5	Nama : Afsianto	TITLE: <b>Pemotong Kawat</b>	<b>A4</b>
Satuan : mm	NIM : 12525073		
Tanggal : 7 Juni 2018	Diperiksa :		
Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia		SHEET 1 OF 4	



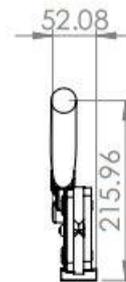
SCALE 1 : 7



SCALE 1 : 7



SCALE 1 : 7



SCALE 1 : 7



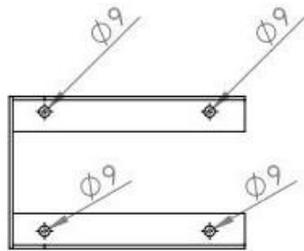
Skala : 1:7  
Satuan : mm  
Tanggal : 7 Juni 2018

Nama : Afrianto  
NIM : 12525073  
Diperiksa :

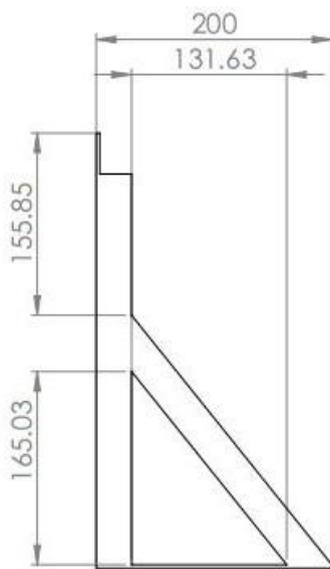
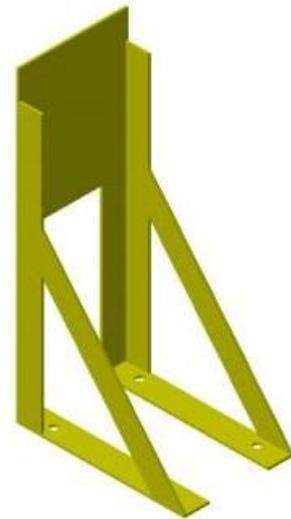
TITLE:

Bolt Cutter

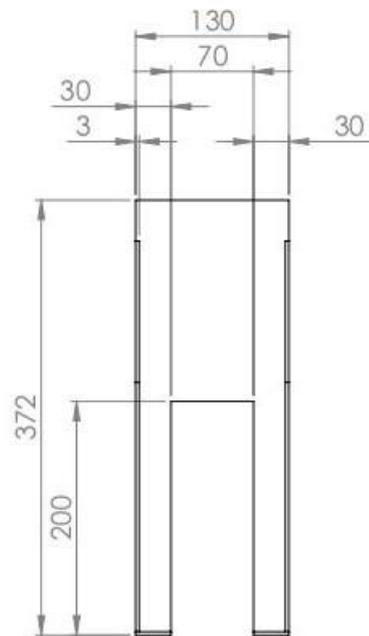
A4



SCALE 1:5

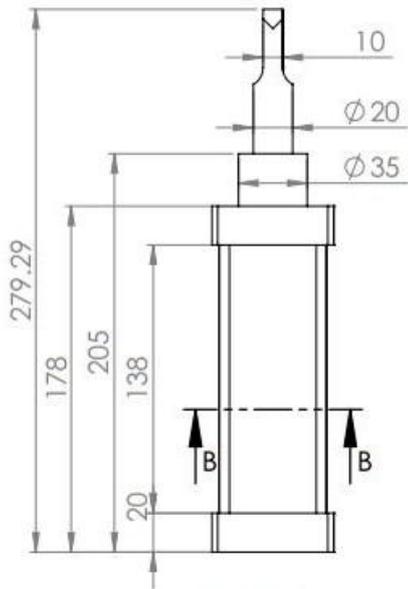


SCALE 1:5



SCALE 1:5

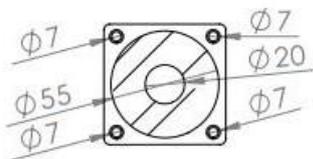
	Skala : 1:5	Nama : Aismanto	TITLE: <b>Dudukan Aktuator A4</b>
	Satuan : mm	NIM : 12525073	
	Tanggal : 7 Juni 2018	Diperiksa :	
Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia			SHEET 3 OF 4



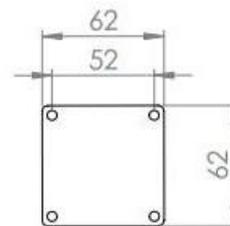
SCALE 1 : 3



SCALE 1 : 3



SECTION B-B  
SCALE 1 : 3



SCALE 1 : 3

	Skala : 1:3	Nama : Arifmanto	TITLE: <b>Silinder Pneumatik</b> A4
	Satuan : mm	NIM : 12525073	
	Tanggal : 7 Juni 2018	Diperiksa :	
Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia			SHEET 4 OF 4