

Rancang Bangun Mesin Penekuk Kawat Baja *Spring Bed* Berbasis Mikrokontroler

ABD.Rachman.BT¹, Mulyadi Herman², Andi Fitriati³, Yoan Elviralita⁴

^{1,2,3} Teknik Mekatronika, Politeknik Bosowa

^{1,2,3} JL.Kapasa raya, Tamalanrea, Kota Makassar, Sulawesi selatan

E-mail : arrach0997@gmail.com¹, Adi.herman1724@gmail.com²,

Abstrak

Meningkatnya kebutuhan konsumen membuat industri harus bisa menghasilkan produk yang banyak. Salah satu faktor yang mempengaruhi industri untuk menghasilkan produk yang banyak yaitu penggunaan biaya dalam produksinya. Penggunaan biaya yang besar dalam menghasilkan produk harus bisa diatur dengan baik agar cukup dalam memproduksi suatu produk, oleh karena itu untuk bisa mengatasi masalah tersebut maka penggunaan mesin pada industri harus bisa dikurangi, Pada industri PT Mega Prima membutuhkan dua buah mesin dalam pembuatannya sehingga jika salah satu mesin tidak berfungsi dengan baik maka pembuatan tulang (kawat frame) akan terkendala. Maka tujuan pembuatan mesin penekuk kawat ini yaitu untuk mengurangi penggunaan mesin. Metode yang digunakan adalah metode eksperimental, hasil dari rancangan mesin penekuk kawat ini dapat menekuk sudut 90° dan 180° yang berdiameter 5 mm dengan baik dan pada bagian penarik dapat menarik kawat dengan baik dan panjang kawat yang keluar sesuai dengan diameter *roller* yang digunakan adapun *error* pada hasil putaran *flywheel* sebesar $\pm 1^\circ$.

Kata Kunci: *Spring bed*, Mesin penekuk kawat, *Stepper* NEMA 23, Motor DC DGM-3522

I. PENDAHULUAN

Persaingan bisnis dari tahun ke tahun sangat kompetitif, setiap industri harus dapat menghasilkan produk yang banyak dan berkualitas. Hal penting yang dibutuhkan industri dalam persaingan bisnis yaitu memenuhi kebutuhan konsumen dalam pengembangan produk, dan mengurangi biaya dalam memproduksi produknya. Pengurangan biaya produksi produk bagi industri ditentukan dari alur proses yang dipakai, salah satunya yaitu mengurangi dalam penggunaan mesin. Penggunaan dari dua buah mesin menjadi satu mesin dapat mengurangi biaya dalam pembelian mesin, dan perawatan mesin

Salah satu industri penghasil kasur *spring bed* terbesar pada bagian timur Indonesia PT. Makassar Mega Prima. Pada masa pelaksaannya magang mahasiswa di industri tersebut mahasiswa kadang melihat kurangnya stok tulang (kawat *frame*) yaitu kawat baja untuk pembuatan *spring bed*, kawat yang digunakan berdiameter 4 dan 5 mm dan dibentuk sesuai dengan ukuran Ram yaitu 180cmx200cm, 160cmx200cm, dan 120cmx200cm yang dipasang pada bagian sisi atas dan bawah bagian Ram menggunakan alat klip dengan peluru tipe CL 72 [1]. dalam proses pembuatan *spring bed*-nya hal ini dikarenakan mesin pembuat tulang (kawat *frame*) pada industri tersebut masih membutuhkan dua buah mesin dalam pembuatannya sehingga jika salah satu mesin tidak berfungsi dengan

baik maka pembuatan tulang (kawat *frame*) akan terkendala.

Berdasarkan dari permasalahan tersebut mahasiswa akan membuat alat mesin penekuk kawat otomatis yang mana mesin penekuk kawat otomatis ini menggabungkan 2 buah mesin yaitu mesin pelurus kawat dan mesin penekuk kawat menjadi satu. Mesin ini diharapkan dapat membentuk tulang (kawat *frame*) sesuai ukuran yang digunakan industri PT. Makassar Mega Prima sehingga dapat mengurangi kendala dalam produksi.

II. LANDASAN TEORI

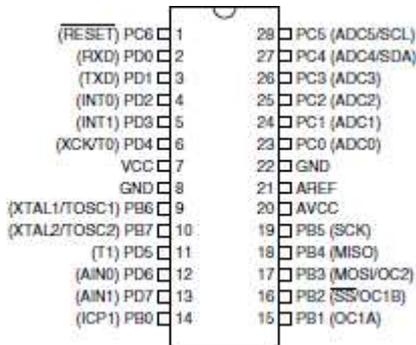
1. ATmega328p

ATmega328p adalah sebuah ic mikrokontroler CMOS 8-bit berdaya rendah berdasarkan AVR arsitektur RISC yang disempurnakan. ATmega328p dirancang agar dapat mengoptimalkan konsumsi daya dengan kecepatan pemrosesan. Atmega328p adalah salah satu chip ic mikrokontroler yang banyak digunakan dalam pembuatan sistem (sistem minimum), chip ic ini mudah ditemukan di pasaran komponen elektronika. Adapun *feature* yang dimiliki ATmega328p dapat dilihat pada tabel berikut yaitu:

Tabel 1. *Feature* Atmega328p [3]

Microcontroller	Atmega328p
-----------------	------------

<i>Operating voltage</i>	1.8 – 5.5 V
<i>Pin I/O</i>	28 pin
<i>Analog I/O pins</i>	6 pin channel 10 bit ADC
<i>Temperature Range</i>	-40 ⁰ C to 85 ⁰ C
<i>Flash Memory</i>	32K bytes in system self – programmable flash program memory
SRAM	2K bytes
EEPROM	1K bytes
<i>Clock speed</i>	0-20 MHz



Gambar 1. ATmega328p [3]

2. Motor stepper

Motor stepper adalah salah satu jenis Motor DC yang dikendalikan dengan pulsa-pulsa digital. Prinsip kerja Motor stepper adalah bekerja dengan mengubah pulsa elektronis menjadi gerakan mekanis diskrit dimana Motor stepper bergerak berdasarkan urutan pulsa yang diberikan kepada Motor stepper tersebut [6].

Motor stepper pada Tugas Akhir ini dihubungkan dengan *roller* yang mana berfungsi untuk menarik kawat yang selanjutnya menuju ke bagian penekuk.



Gambar 2. Motor Stepper

3. Power Supply

Power supply adalah suatu alat listrik yang sering digunakan sebagai penyedia energi listrik untuk perangkat elektronika. Pada dasarnya *power supply* mengubah energi listrik AC 220 V ke energi listrik DC 12 – 24 Vdc. *Power supply* digunakan untuk memberikan daya pada perangkat sistem minimum dan *Driver Motor Stepper* [6].



Gambar 3. Power supply

4. Motor DC DGM-3522

Salah satu komponen aktuator yang digunakan dalam Tugas Akhir ini yaitu Motor DC, Motor DC yang digunakan yaitu Motor DC DGM-3522 yang memiliki tegangan 19Vdc, kecepatan 230 RPM (300 RPM jika diberi tegangan 24 Vdc).



Gambar 4. Motor DC DGM-3522

5. Driver TB6600

Driver Motor TB6600 digunakan sebagai pengatur response kecepatan Motor stepper. Minimum frekuensi yang bisa diterima oleh driver Motor TB6600 adalah 50Hz sedangkan untuk Maksimal frekuensi yang dapat diterima dari driver Motor ini adalah 20Khz. Untuk maximal arus yang dapat dihasilkan adalah 4,5A dengan voltase minimal adalah 20Vdc dan voltase maksimal adalah 32Vdc [5].



Gambar 5. Driver TB6600

6. Driver BTS7960

Secara teori Motor DC DGM-3522 bisa

langsung dihubungkan langsung pada power suply tapi karena RPM dari Motor DC harus diatur maka digunakan *Driver* BTS7960 yang mana driver tersebut dapat mengeluarkan arus hingga 43A, dengan memiliki fungsi PWM. Tegangan sumber DC yang dapat diberikan antara 5.5 - 27Vdc, sedangkan tegangan input level antara 3.3 - 5Vdc, *Driver* Motor ini menggunakan rangkaian *full H-bridge* dengan IC BTS7960 dengan perlindungan saat terjadi panas dan arus berlebih.



Gambar 6. Driver BTS7960

7. Rotary Encoder

Rotary Encoder incremental adalah jenis perangkat encoder yang mengubah gerakan sudut atau posisi poros menjadi kode analog atau digital untuk mengidentifikasi posisi atau gerakan. *Encoder incremental* adalah salah satu rotary encoders yang paling umum digunakan [6].



Gambar 8. Rotary Encoder

8. Flywheel

Flywheel digunakan sebagai komponen penekuk kawat yang dihubungkan dengan Motor DC DGM-3522 menggunakan roda gigi sebagai penghubung penggerakannya.



Gambar 9. Flywheel

9. Roller

Roller digunakan sebagai penarik kawat yang dihubungkan pada *shaft* Motor stepper.



Gambar 10. Roller

10. Fleksibel coupling

Fleksibel coupling ialah suatu alat yang berfungsi untuk menghubungkan dua poros guna menyalurkan suatu gerak (torsi), secara sederhana kopling berfungsi sebagai transmisi penggerak [6].

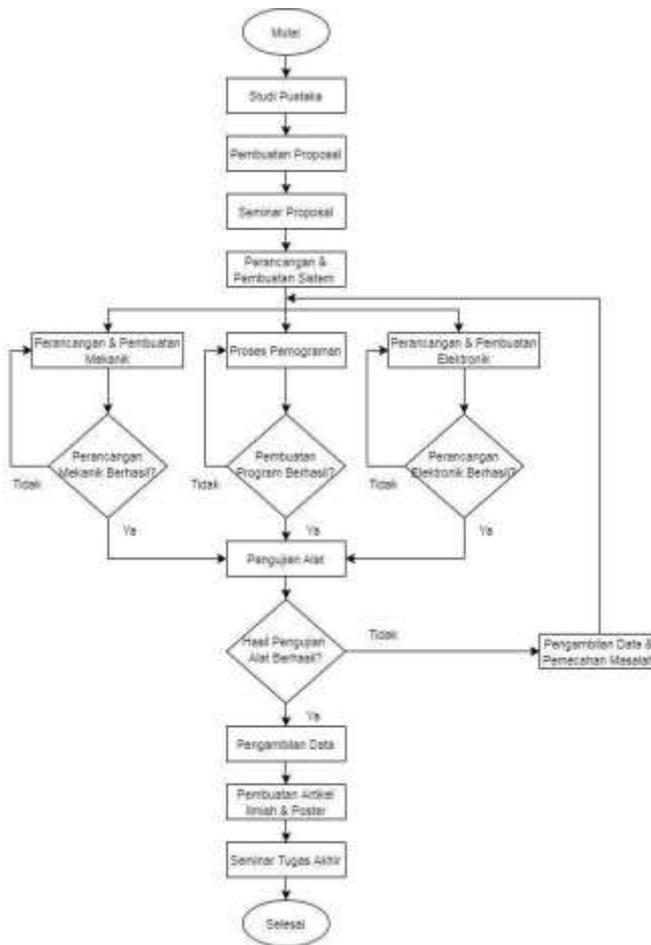
Fleksibel coupling pada Tugas Akhir ini digunakan untuk menghubungkan *rotary encoder* dengan Motor DC DGM-3522.



Gambar 11. Fleksibel coupling

III. METODE PENELITIAN

A. Diagram Alir



Dari diagram alir di atas mahasiswa memulai tugas akhir diawali dengan studi pustaka, di bagian studi pustaka mahasiswa mengumpulkan informasi dari buku, internet, dan lapangan untuk menentukan judul yang akan diangkat. Kemudian judul tersebut dibuatkan proposal sebagai penentuan judul Tugas akhir.

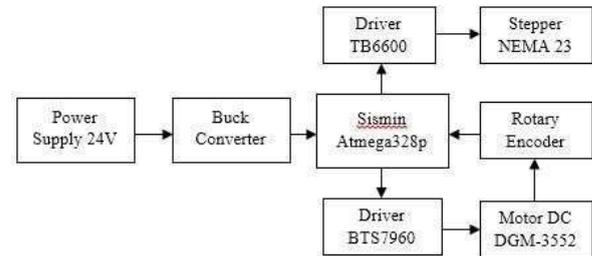
Setelah itu perancangan dan pembuatan sistem di bagian tersebut perancangan dan pembuatan dibagi kedalam 3 kategori yaitu: Perancangan dan pembuatan Mekanik menggunakan *software solidwork*, Proses pemrograman menggunakan *software Arduino IDE*, Perancangan dan pembuatan elektrik menggunakan *software proteus* atau *diptrace*. Lalu setelah itu dilakukan pengujian alat terhadap alat yang dibuat, jika alat berfungsi dengan baik maka akan dilakukan pengambilan data, jika tidak maka akan dilakukan pemecahan masalah dari segi mekanik, program, atau elektriknya lalu melakukan pengambilan data ulang.

Setelah data terkumpul kemudian dilanjutkan pembuatan artikel ilmiah dan poster, artikel dan poster tersebut akan digunakan dalam seminar tugas akhir.

Adapun hasil rancangan awal desain mekanik menggunakan *software solidwork*:

B. Rancangan Sistem Mesin Penekuk Kawat

1. Diagram Blok Sistem



Gambar 14. Diagram Blok

- Power Supply 24V berfungsi untuk menyuplai tegangan ke *Driver TB6600*, *Driver BTS 7960* dan *Buck Converter*.
- *Buck Converter* berfungsi untuk menurunkan tegangan yang masuk ke *Sismin Atmega328p*.
- *Sismin Atmega328p* yaitu mikrokontroler yang menggunakan IC *Atmega328p* bertipe DIP dengan jumlah 28 pin yang dipasangi *clock 16000Mhz* berfungsi sebagai komponen kontrol *Input/Output*.
- *Driver TB6600* berfungsi sebagai perangkat pengontrol putaran dan kecepatan *Stepper NEMA 23*.
- *Driver BTS7960* berfungsi sebagai perangkat pengontrol putaran dan kecepatan *Motor DC DGM-3552*.
- *Rotary Encoder* berfungsi untuk memberikan hasil pembacaan putaran pada *Motor DC DGM-3552*.
- *Motor DC DGM-3552* berfungsi sebagai aktuator penggerak *flywheel* pada bagian penekuk.
- *Stepper NEMA 23* yaitu stepper bertipe bipolar yang memiliki torsi tinggi berfungsi sebagai aktuator penggerak *roller* pada bagian penarik.

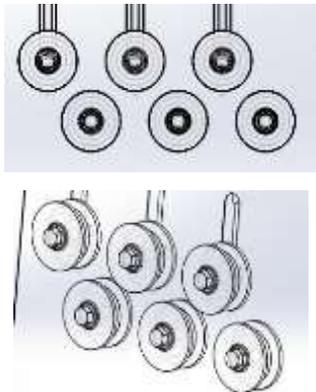
2. Rancangan Mekanik



Gambar 15. Rancangan Mekanik

Rancangan mekanik pada gambar 15 menggunakan *software solidwork 2014* untuk mendesain mekaniknya, adapun pada bagian mekaniknya dibagi ke dalam 3 bagian yaitu:

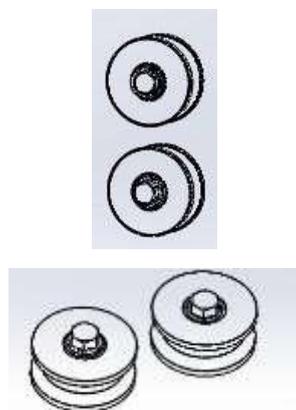
- Bagian Pelurus



Gambar 16. Bagian Pelurus

Pada bagian pelurus kawat akan diluruskan menggunakan roda pagar model V yang disusun sebagaimana ditunjukkan pada gambar 16.

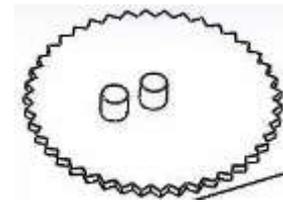
- Bagian Penarik



Gambar 17. Bagian Penarik

Pada bagian penarik kawat akan ditarik menggunakan *roller* yang dihubungkan dengan stepper NEMA 23 tipe bipolar.

- Bagian Penekuk



Gambar 18. Bagian Penarik

Pada bagian penekuk kawat akan ditekuk 90° menggunakan *flywheel* yang dihubungkan pada motor DC DGM-3552 lalu motor DC DGM-3552 dihubungkan pada *rotary encoder*. Adapun pada bagian penekuk menggunakan beberapa persamaan untuk menemukan derajatnya yaitu pada gambar 19 dan 20.

- Persamaan Rasio Roda Gigi

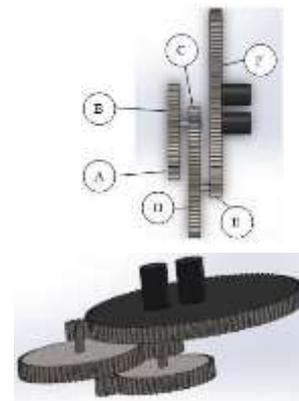
$$\frac{B}{A} \times \frac{D}{C} \times \frac{F}{E}$$

Gambar 19. Persamaan Rasio Roda Gigi [4]

Persamaan rasio roda gigi digunakan untuk mencari perbandingan rasio roga gigi pada *gearbox* pada motor DC DGM-3552 dengan *flywheel* yang mana hasil perhitungan perbandingan tersebut akan dimasukkan pada Persamaan mencari derajat pada *rotary encoder*. Adapun model susunan roda gigi pada gearbox motor DC DGM-3552 hingga ke *flywheel* dan jumlah gigi pada setiap roda gigi :

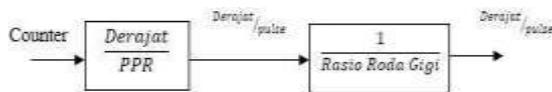
Keterangan roda gigi:

1. A = 8
2. B = 48
3. C = 20
4. D = 60
5. E = 8
6. F = 105



Gambar 19. Susunan Roda Gigi Gearbox Dan Flywheel

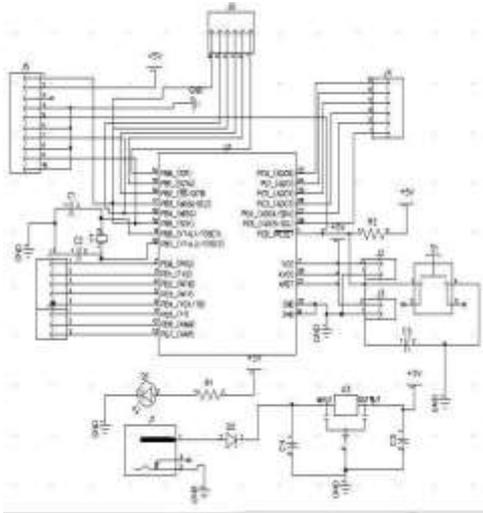
- Persamaan Derajat Pada *Rotary Encoder*



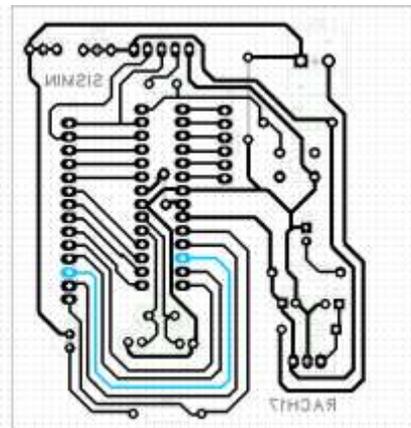
Gambar 20. Persamaan Pada *Rotary Encoder*

Persamaan pada gambar menggunakan nilai 360 untuk derajatnya dan PPR(*pulse/revolution*) dengan nilai $360 \times 4 = 1440$ yang didapat dari *datasheet rotary encoder*.

3. Rancangan Sistem eletronik dan Kontrol



Gambar 21. Skematik PCB



Gambar 22. PCB Layout

Rancangan sistem eletronik dan sontrol pada gambar 21 dan 22 menggunakan *software diptrace 2014* untuk ,mendesain sismin Atmega328p.

IV. HASIL DANPEMBAHASAN

A. Hasil Rancangan

- Rancangan Mekanik



Gambar 23. Mekanik Penekuk dan Penarik

Pada hasil rancangan mekanik yang telah dibuat, hasil rancangan tidak sesuai dengan desain mekanik alat, hal ini karena terdapat beberapa masalah pada proses penekukan kawat dengan dimensi besar apabila mekanik alat dibuat sesuai dengan desain.

- Rancang sistem elektronik dan kontrol



Gambar 24. Sistem Elektronik Dan Kontrol

Pada rancangan sistem eletronik dan kontrol, rancangan disesuaikan denan konsep diagram blok sistem.

B. Hasil Pengujian Pada Bagian Penekuk

Tabel 2. Hasil Pembacaan Pertama

<i>Counter</i>	Derajat Pembacaan <i>Software</i> (°)	Derajat <i>Real</i> (°)
79129	83,640	90
157440	166,407	180
237466	257,344	270
316223	337,645	360



Gambar 25. Grafik Pembacaan Pertama

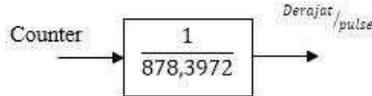
Dari hasil data yang didapat menggunakan persamaan sebelumnya di dapat hasil yang kurang akurat yaitu sudut yang terbaca pada *software* tidak sesuai dengan sudut putaran pada *flywheel*.

Maka dilakukan perhitungan ulang menggunakan data encoder sebelumnya menggunakan persamaan *gradient* [2]:

$$m = \frac{y-y_0}{x-x_0}$$

Gambar 25. Persamaan *Gradient*

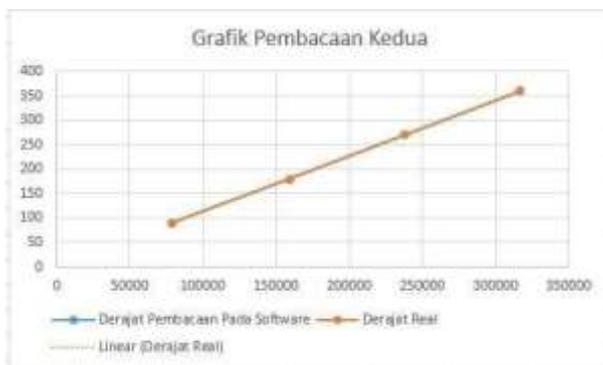
Sehingga didapat persamaan:



Gambar 26. . Persamaan Pada *Rotary Encoder*

Tabel 3. Hasil Pembacaan Kedua

Counter	Derajat Pembacaan Pada Software (°)	Derajat Real (°)
79108	90,177	90
158780	180,209	180
237521	270,114	270
316433	360,239	360



Gambar 27. Pembacaan Kedua

Dari hasil pengujian kedua jika nilai pembacaan dari rotary encoder di masukkan pada Persamaan perhitungannya maka akan didapatkan sudut yang diinginkan, sudut yang terbaca pada *software* memiliki sudut yang akurat dengan sudut putaran *flywheel*:

Tabel 4. Hasil Pembacaan Kedua

Diameter Kawat	Inputan Pada Program	Hasil Tekukan
5 mm	120°	90°
5 mm	210°	180°

Dari hasil tabel diatas jika kawat berdiameter 5mm mm ingin ditekuk sesuai sudut yang diinginkan maka sudut yang diinginkan tersebut harus ditambah 30° untuk mendapatkan hasil yang diinginkan.

C. Pengujian Pada Bagian Penarik

Pada bagian penarik menggunakan stepper nema 23 dengan *Driver* TB6600. Hal awal yang harus diperhatikan untuk menguji coba bagian penarik ini yaitu pengaturan pada *Driver* TB6600.

Tabel 5. Pengaturan *Driver* TB6600

Micro step	Pulse/rev	S1	S2	S3
1	200	ON	ON	OFF
2/A	400	ON	OFF	ON
2/B	400	OFF	ON	ON
4	800	ON	OFF	OFF
8	1600	OFF	ON	OFF
16	3200	OFF	OFF	ON
32	6400	OFF	OFF	OFF

Dari tabel didapat nilai Pulse/rev yang akan mempengaruhi nilai inputan pada program untuk mendapatkan satu putaran penuh stepper.

Tabel 6. Hasil Penarikan Kawat

Input pada program	Diameter Rolling Bearing	Panjang Kawat Keluar
3200	4,2	13,2 cm
1600	4,2	6,6 cm
800	4,2	3.3 cm

Dari hasil pembacaan pada tabel 6 pergerakan satu putaran encoder dipengaruhi oleh settingan dari *Driver* TB6600 dan hasil panjang kawat yang keluar sesuai dengan diameter *bearing* yang digunakan. Inputan yang digunakan dalam tabel yaitu nilai pulse/rev pada *driver* sehingga jika diberi inputan 3200 maka setteper akan bergerak 1 putaran dan panjang kawat yang keluar yaitu 13,2 cm sesuai dengan diameter *rolling bearing* yang digunakan. Jika diberi inputan 1600 maka setteper akan

bergerak $\frac{1}{2}$ putaran dan panjang kawat yang keluar yaitu 6,6 cm sesuai dengan diameter *rolling bearing* yang digunakan. Jika diberi inputan 3200 maka setteper akan bergerak $\frac{1}{4}$ putaran dan panjang kawat yang keluar yaitu 3,3 cm sesuai dengan diameter *rolling bearing* yang digunakan.

[6] Saputro, A. W. 2016. *Rancang Bangun Mesin Bending Otomatis Untuk Begel Diameter 8mm*. Palembang : Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Sriwijaya, 2016

V. PENUTUP

Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang didapat:

1. Pada bagian penarik pada mesin sering terjadi slipt yang diakibat oleh *roller* kurang sempirna dalam menarik.
2. Mesin mampu menekuk sudut 90° dan 180° dan tekukan 90° sudut tetukan pada kawat terlalu melengkung..
3. Adapun error putaran sudut pada *flywheel* yaitu $\pm 1^\circ$.

Saran

Adapun saran yang dapat diberikan untuk pengembangan lebih lanjut, yaitu:

1. Untuk menghasilkan kawat yang panjang pada bagian penarik lebar diameter bearing mempengaruhi panjang kawat yang dihasilkan.
2. Agar tekukan kawat tidak terlalu lebar maka poros pada bagian penekuk tidak boleh terlalu besar.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan Terima kasih kepada Allah SWT atas segala hikmah dan karunianya, serta ucapan Ibu Fitriati selaku Pembimbing 1, Ibu Yoan Elviralita selaku Pembimbing 2 dan segenap dosen Teknik Mekatronika yang telah membantu serta membimbing dalam mengerjakan Tugas Akhir ini ,beserta teman-teman Teknik Mekatronika yang telah membatu dan memberi saran dalam mengerjakan Tugas Akhir ini.

VI. DAFTAR PUSTAKA

- [1] ABD.Rachman.BT. 2019. *Laporan Praktek Kerja Industri PT.Makassar Mega Prima*. Makassar : Politeknik Bosowa, 2019.
- [2] Astawan, Made. 2016. *ilmuhitung.com. Cara menghitung Gradien Suatu garis lurus*. [Online] 10 19, 2016. [Cited: 07 27, 2020.] <https://ilmuhitung.com/persamaan-garis-lurus/>.
- [3] Atmel, *8-bit Microcontroller with 4/8/16/32K Bytes In-System Programmable Flash*.
- [4] Juan. <https://www.teknik-otomotif.com/>. *Menghitung Gear Ratio Pada Roda Gigi Transmisi*. [Online] [Cited: 07 27, 2020.] <https://www.teknik-otomotif.com/2017/09/menghitung-gear-ratio-pada-roda-gigi.html>.
- [5] Risciawan, Andra. 2016. *Rancang Bangun Dan Implementasi Computer Numeric Control Portable Pada Mesin Plotter Berbasis Mikrokontroller*. Surabaya : Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya, 2016.