PERANCANGAN ULANG PENGUMPAN BATANG BESI PADA ALAT PEMBUAT BEGEL BANGUNAN BERBASIS PNEUMATIK

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Mesin



Disusun Oleh :

Nama : Agus Mujib Maulana
No. Mahasiswa : 12525107
NIRM : 2012011442

JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2018

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING

PERANCANGAN ULANG PENGUMPAN BATANG BESI PADA ALAT PEMBUAT BEGEL BANGUNAN BERBASIS PNEUMATIK

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Nama : Agus Mujib Maulana

No. Mahasiswa : 12525107

NIRM : 2012011442

Yogyakarta, 22 Oktober 2018

Pembimbing I,	Pembimbing II,
Agung Nugroho Adi, S.T., M.T	Purtojo, S.T., M.Sc

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

PERANCANGAN ULANG PENGUMPAN BATANG BESI PADA ALAT PEMBUAT BEGEL BANGUNAN BERBASIS PNEUMATIK

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Nama : Agus Mujib Maulana

No. Mahasiswa : 12525107

NIRM : 2012011442

Tim Penguji

Purtojo, S.T., M.Sc
Ketua — Tanggal : 09/11/2018

Arif Budi Wicaksono, S.T., M.Eng
Anggota I — Tanggal : 8/11/2018

Faisal Arif Nurgesang, S.T., M.Sc
Anggota II — Tanggal : 9/11/18

Mengetahui
Ketua Jurusan Teknik Mesin

Dr. Eng. Risdiyono, S.T., M.Eng.

PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME

"Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam laporan tugas akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan orang lain untuk memperoleh gelar sarjana disuatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam penulisan naskah ini dan disebutkan sebagai referensi. Apabila kemudian hari terbukti pernyataan ini tidak benar, saya sanggup menerima hukuman atau sanksi apapun sesuai hukum yang berlaku".

Yogyakarta, 15 November 2018

Penulis,



Agus Mujib Maulana

HALAMAN PERSEMBAHAN

Puji Syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas segala Berkah, Rahmat dan keridhoan-Nya. Segala puji bagi Nabi Muhammad SAW, Yang selalu menjadi panutan bagi umatnya untuk melangkah ke jalan yang benar. Tugas Akhir ini penulis persembahkan kepada :

Ayahanda dan Ibunda tercinta yang tak pernah berhenti mendoakan dan mendukung dengan penuh ketulusan sehingga penulis dapat menyelesaikan study S1 di Universitas Islam Indonesia.

Ketujuh Kakak dan Abang saya yang selalu memberikan dukungan dan semangat untuk dapat menyelesaikan skripsi ini.

Keluarga kedua di Yogyakarta seperjuangan, satu atap sahabat kontrakan yang selalu memberikan semangat motivasi agar dapat menyelesaikan skripsi ini.

Ibu Haryanti selaku ibu kontrakan yang selalu memberi semangat dan nasehat dorongan agar dapat menyelesaikan skripsi ini.

Ahmad Sukri Lubis selaku rekan kerja dalam mengerjakan tugas akhir ini

Serta teman teman seperjuangan Teknik Mesin FTI UII yang selalu mendukung, menyemangati, mendoakan serta menghibur agar skripsi ini dapat terselesaikan.

HALAMAN MOTTO

"Galilah ilmu sedalam mungkin, gapailah ilmu setinggi mungkin."
"Karena sesungguhnya setiap kesulitan itu ada kemudahan"
(Q.S.Al-Insyirah: 5-6)

"Dan barang siapa yang bertaqwa kepada Allah,
niscaya Allah akan menjadikan baginya kemudahan dalam urusannya"
(Q.s.Ath Thalaq : 4)

"Harga kebaikan manusia adalah diukur menurut apa yang telah dilaksanakan/diperbuatnya"
(Ali Bin Abi Thalib)

"Kesusksesan tidak akan pernah datang begitu saja tanpa kamu tidak mau terus berusaha berjuang serta berdoa karena sesungguhnya kesuksesan dapat diraih oleh dirimu sendiri"

KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Alhamdulillah Robbilalamin, puji syukur khadirat Allah SWT atas segala limpahan nikmat rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir dengan baik. Sholawat serta salam penulis haturkan kepada Rashulullah Nabi Muhammad SAW. Beserta keluarga sahabat dan semua umatnya hingga saat ini.

Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia. Pada pelaksanaan tugas akhir, mahasiswa diharapkan dapat mengaplikasikan ilmu yang diperoleh selama studi di perguruan tinggi sehingga dapat membentuk pola berfikir dalam menghadapi masalah.

Selama tugas akhir ini,penulis banyak mendapatkan bantuan dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada :

1. Allah SWT atas segala limpahan nikmat rahmat dan hidayah-Nya.
2. Rasulullah Muhammad SAW yang menjadi teladan dan idola terbaik.
3. Bapak, ibu, kakak dan seluruh keluarga yang sangat saya cintai dan sayangi.
4. Bapak Dr. Eng. Risdiyono, S.T,. M.Eng. Selaku ketua jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia, yang telah memberi izin untuk melakukan Tugas Akhir ini.
5. Bapak Agung Nugroho Adi, S.T,. M.T Selaku dosen pembimbing 1 yang telah memberikan arahan, saran serta nasehat baik dalam proses bimbingan dan pembentukan karakter. Sehingga penulis dapat mengambil hikmah dari segala nasehat yang diberikan. Semoga Allah SWT membalas atas bantuan serta dorongan semangat yang menjadikan penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini.

6. Bapak Purtojo, S.T., M.Sc. Selaku dosen pembimbing dua yang telah memberikan arahan, saran nasehat baik dalam proses pembimbingan dan pembentukan karakter. Sehingga penulis dapat mengambil hikmah dari segala nasehat yang diberikan. Semoga Allah SWT membalas atas bantuan serta dorongan semangat yang menjadikan penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini.
7. Segenap karyawan jurusan dan staff laboraturium Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
8. Ahmad Sukri Lubis sebagai rekan kerja pelaksanaan tugas akhir yang telah banyak membantu dan memberikan saran nasehat serta dorongan semangat agar penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
9. Sahabat dan teman-teman kontrakan yang setia memberikan semangat dan nasehat baik kepada penulis.
10. Seluruh teman-teman seperjuangan mahasiswa teknik mesin.
11. Semua pihak yang telah membantu jalannya penelitian baik secara langsung maupun tidak langsung yang tidak bias disebutkan satu per-satu.

Semoga Allah SWT senantiasa memberikan balasan limpahan rahmat dan karunia-Nya, serta kelapangan hati atas segala kebaikan yang mereka berikan. Penulis menyadari bahwa penyususnan laporan tugas akhir ini masih terdapat banyak kekurangan dan kesalahan, untuk itu diharapkan masukan saran dan kritikan yang sekiranya dapat membantu pengetahuan serta lebih menyempurnakan laporan ini sehingga lebih bermanfaat lagi.

Wassalamu,alaikum Wr, Wb.

Yogyakarta, 22 Oktober 2018

Penyusun

Agus Mujib Mualana

NIM 12525107

ABSTRAK

Pada bangunan rumah atau gedung terdapat sebuah pondasi, guna untuk menahan beban atas maupun pondasi itu sendiri. Untuk membuat pondasi komponen yang diperlukan adalah begel dan *sloof*, begel merupakan komponen yang terbuat dari batang besi bulat yang dibentuk persegi atau persegi panjang. Pada masa sekarang ini pembuatan begel masih banyak dilakukan dengan manual yaitu dengan tangan manusia walaupun sudah ada terdapat pembuat begel dengan sistem mekanik maupun otomasi. Pada penelitian ini adalah membuat alat untuk pembuatan begel bangunan menggunkan sistem pneumatik. Salah satu mekanisme yang dibutuhkan pada alat ini adalah mekanisme pengumpanan (*feeder*). Sistem pengumpan menggunkan mekanisme jepitan yang degerakan oleh actuator pneumatik dengan dua kali gerakan untuk membuat begel 10x10cm. Dari hasil yang didapat mekanisme mampu mengumpan batang besi 4.7mm keproses penekuk, dengan panjang 54mm sekali gerakan pengumpanan.

Kata kunci: Begel, Pengumpan, Pneumatik, Sistem Pneumatik, Otomasi.

ABSTRACT

At the house or building there is a foundation, to to hold burden on the foundation and itself. To make the foundation components needed is begel and sloof, begel is a component made of iron rod round formed square or rectangular. The current is making begel there are many done with the manual with the hands of people even though has were begel maker system and automation mechanical. On research is making tools for making begel building both pneumatic system. One of the required on a this is the mechanism feeding (feeder). A pitcher mechanism that both tongs degerakan by actuator pneumatic by twice movement to make begel 10x10cm. From the obtained a mechanism capable of half a besi 4.7mm keproses penekuk, with long 54mm once movement feeding.

Keywords: Begel, a pitcher, Pneumatic, Pneumatic system, Automation

DAFTAR ISI

Halaman Judul i
Lembar Pengesahan Dosen Pembimbing ..... **Error! Bookmark not defined.**
Lembar Pengesahan Dosen Penguji ii
Pernyataan Bebas Plagiarisme iii
Halaman Persembahan iv
Halaman Motto vi
Kata Pengantar vii
Abstrak ix
Abstract x
Daftar Isi xi
Daftar Tabel xiv
Daftar Gambar xv
Bab 1 Pendahuluan 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 2
1.3 Batasan Masalah 2
1.4 Tujuan Tugas Akhir dan Perancangan 2
1.5 Manfaat Tugas Akhir dan Perancangan 3
1.6 Sistematika Penulisan 3
Bab 2 Tinjauan Pustaka 4
2.1 Kajian Pustaka 4
2.2 Dasar Teori 5
2.2.1 Sistem Pneumatik 5
2.2.2 Otomasi 6
2.2.3 Sistem Kontrol 6
2.2.4 Begel 7
2.2.5 Aktuator 7
2.2.6 Katup Pengatur Arah 8
2.2.7 Sofware Solidwork 9
Bab 3 Metodologi perancangan 10

3.1 Alur Perancangan 10
3.2 Observasi 11
3.3 Konsep Desain 11
3.3.1 Konsep Desain Pertama 12
3.3.2 Konsep Desain Kedua 13
3.3.3 Konsep Desain Ketiga 16
3.3.4 Konsep Desain Keempat 17
3.4 Peralatan dan Bahan 19
3.4.1 Aktuator 19
3.4.2 Katup Arah Pneumatik 19
3.4.3 Selang Pneumatik 20
3.4.4 Kontrol Kecepatan Pneumatik 20
3.4.5 Pinset 21
3.4.6 Konektor T Selang Pneumatik 21
3.4.7 Besi Siku 22
3.4.8 Papan Besi 22
3.4.9 Batang Besi Kotak 23
3.4.10 Kompresor 23
Bab 4 Hasil dan Pembahasan 24
4.1 Hasil Perancangan Alat Pembuat Begel Sistem Pneumatik 24
4.1.1 Hasil Perancangan Pengumpan 27
4.1.2 Hasil Perancangan Penekuk 29
4.1.3 Hasil Perancangan Pemotong 29
4.1.4 Perbaikan Sistem Pengumpan 30
4.1.5 Hasil Pembuatan Sistem Pengumpan 32
4.1.6 Perakitan Alat 32
4.2 Sistem Operasional Dan Kontrol 33
4.2.1 Diagram alur kerja alat 33
4.2.2 Sistem kerja alat 33
4.2.3 Langkah kerja alat 36
4.2.4 Kontrol sistem pneumatik 36
4.3 Hasil Pengujian Sistem Pengumpan 37

4.4 Hasil Pengujian Alat 38
4.5 Analisis dan Pembahasan 41
4.5.1 Analisis 41
4.5.2 Pembahasan 43
4.6 Peluang Perbaikan 44
Bab 5 Penutup 49
5.1 Kesimpulan 49
5.2 Saran 49
Daftar Pustaka 51
Lampiran 53

DAFTAR TABEL

Tabel 4- 1 Hasil Pengujian 40
Tabel 4- 2 Grafik Hasil pengujian 40

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2- 1 Sistem pneumatik 5
Gambar 2- 2 Sistem otomasi 6
Gambar 2- 3 Begel 7
Gambar 2- 4 Aktuator kerja tunggal 8
Gambar 2- 5 Aktuator kerja ganda 8
Gambar 2- 7 Katup pengatur arah pneumatik 9
Gambar 2- 8 *Software Solidwork* 9
Gambar 3- 1 Diagram alir penelitian 10
Gambar 3- 2 Balok ger lurus 12
Gambar 3- 3 Mekanisme konsep pertama 13
Gambar 3- 4 Konsep kedua pengumpan 14
Gambar 3- 5 Sistem konsep kedua 15
Gambar 3- 6 Konsep ketiga sistem pengumpan 16
Gambar 3- 7 Konsep ke empat sistem pengumpan 17
Gambar 3- 8 Mekanisme saat plat keluar dari lintasan 18
Gambar 3- 9 Saat plat kembali kebelakang 18
Gambar 3- 10 Aktuator pneumatik 19
Gambar 3- 11 Katup Arah Pneumatik 19
Gambar 3- 12 Selang Pneumatik 20
Gambar 3- 13 Kontrol kecepatan pneumatik 20
Gambar 3- 14 Pinset 21
Gambar 3- 15 Konektor T selang pneumatik 21
Gambar 3- 16 Besi siku 22
Gambar 3- 17 Papan besi 22
Gambar 3- 18 Batang besi kotak 23
Gambar 3- 19 Kompresor 23
Gambar 4- 1 Desain alat pembuat begel pneumatik 24
Gambar 4- 2 Tiga mekanisme pada alat pembuat begel pneumatik 25
Gambar 4- 3 Komponen-komponen 26
Gambar 4- 4 Hasil perancangan pengumpan 27

Gambar 4- 5 Hasil perancangan penekuk 29
Gambar 4- 6 Hasil perancangan pemotong 30
Gambar 4- 7 Penambahan lintasan bagian atas untuk plat 31
Gambar 4- 8 Posisi plat v bagian atas 31
Gambar 4- 9 Hasil akhir mekanisme pengumpan 32
Gambar 4- 10 Hasil penggabungan alat 32
Gambar 4- 11 Sistem kerja alat 34
Gambar 4- 12 Sistem kerja katup arah 35
Gambar 4- 13 Arah tekanan udara mausk aktuator 35
Gambar 4- 14 Saat mengumpan 50mm 37
Gambar 4- 15 Saat mengumpan dua kali menjadi 100mm 37
Gambar 4- 16 Setelah membuat satu sisi 38
Gambar 4- 17 Setelah membuat sisi keempat 38
Gambar 4- 18 Saat akan dilakukan pemotongan 38
Gambar 4- 19 Begel Hasil Pengujian 39
Gambar 4- 20 Mekanisme pengumpan alat baru 41
Gambar 4- 21 Pengumpan pada saat maju 42
Gambar 4- 22 Pengumpan saat kembali keposisi awal 42
Gambar 4- 23 Pengumpan saat keluar lorong 43
Gambar 4- 24 Dinding lintasan atau jalur 44
Gambar 4- 25 Dudukan lintasan 45
Gambar 4- 26 Solusi pembuatan dudukan batang besi 46
Gambar 4- 27 Pipa dudukan batang besi 47
Gambar 4- 28 Lubang pipa tidak rata dengan landasan batang besi 47
Gambar 4- 29 Sisi dalam plat harus dibuat kasar atau bergerigi 48

BAB 1
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pembangunan infrastruktur di indonesia beberapa tahun belakangan ini semakin berkembang cepat. Terdapat banyak bangunan-bangunan perkantoran, perumahan, jembatan dan infrastruktur lainnya sebagai penunjang perekonomian dalam kebudayaan atau kehidupan manusia dalam membangun peradapannya.

Dalam struktur bangunan terdapat suatu pondasi, pondasi merupakan salah satu bagian kontruksi pada bangunan yang terletak di bawah dan berfungsi untuk menahan beban kontruksi bagian atas. Pondasi dibuat sekuat dan seaman mungkin untuk mendukung beban dari kontruksi bagian atas dan pondasi itu sendiri. Pada pembuatan pondasi terdapat tulangan besi yang disebut sengkang atau begel yang membentuk suatu pola pada struktur bangunan. Sengkang terbuat dari batang besi berbentuk bulat yang diikatkan pada empat besi panjang.

Pembuatan begel kebanyakan masih dikerjakan secara konvensional yang dibuat oleh tangan manusia, meskipun terdapat juga proses pembuatan begel dengan mengunakan alat mekanik dan otomasi. Seperti penelitian pembuatan begel menggunakan motor listrik yang dilakukan oleh Pramana (2017) dan Cania (2017) , terdapat juga penelitian pembuatan begel dengan menggunakan sistem PLC yang dilakukan oleh Suwito (2018) dan Habiburohman (2018), dan penelitian pembuat begel dengan sistem pneumatik yang dilakukan oleh Aji (2016) dan Al asad (2016). Tentunya dari berbagai cara pembuatan begel tersebut mempunyai kelebihan dan kekurangan masing-masing. Salah satunya pembuatan begel dengan mengunakan sistem dapat membuat begel dengan waktu yang lebih efisien serta mengurangi kecelakaan.

Tujuan dari penelitian ini adalah melakukan pembaruan atau pengembangan alat pembuat begel sistem pneumatik, dari penelitian yang telah dilakukan oleh Aji (2016) dan Al asad (2016). Pada alat pembuat begel sistem pneumatik yang telah dibuat, proses pengerjaan masih terdapat kendala yaitu

batang besi yang akan dibuat begel jarang sekali terumpan, dikarenakan terdapat lost atau slip pada pengait pengumpan.

Pada penelitian perancangan dan pembuatan alat pembuat begel berbasis pneumatik ini yang akan diperbarui dan kembangkan yaitu pada bagian unit atau sistem pengumpan. Kemudian pada sistem penekuk telah dirancang oleh Ahmad Sukri Lubis (n.d.), dan untuk penelitian sistem pemotong yang telah dikembangkan oleh Arismanto (2018). Batang besi yang di umpan masih sering slip sehingga batang besi jarang terumpan, maka penulis mengembangkan pada sistem pengumpan berbasis pneumatik dengan mekanisme penjepitan untuk menarik dan memajukan batang besi kebagian sistem penekukan.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana agar batang besi terumpan oleh mekanisme sistem pneumatik.
2. Bagaimana mekanisme pengumpan agar batang besi terumpan dan tidak tertarik kembali.
3. Bagaimana solusi agar pengumpan bisa membuat begel dengan ukuran 10x10cm.

1.3 Batasan Masalah

1. Menggunakan aktuator pneumatik dari alat sebelumnya.
2. Batang besi yang digunakan jenis baja tulangan beton polos dengan diameter 4.7mm.
3. Hanya untuk membuat begel dengan satu ukuran saja, yaitu 10x10cm.

1.4 Tujuan Tugas Akhir dan Perancangan

Tujuan dari tugas akhir ini adalah:

1. Merancang ulang mekanisme pengumpan agar batang besi dapat diumpan keproses penekukan.
2. Dapat membuat begel bangunan dengan ukuran 10x10cm.
3. Batang besi saat terumpan tidak terbawa kembali.

1.5 Manfaat Tugas Akhir dan Perancangan

Manfaat dari tugas akhir perancangan ini adalah mampu membuat begel 10x10cm, sistem pengumpan mampu mengumpan batang besi berdiameter 4.7mm keproses penekukan. Setelah pengumpanan maka batang besi tidak tertarik kembali oleh penjepit sehingga dapat melakukan kembali proses pengumpanan.

1.6 Sistematika Penulisan

Pada bagian ini sistematika disusun dengan urutan sebagai berikut :

1. Bab 1 Pendahuluan pada bagian ini dijelaskan mengenai latar belakang rumusan masalah, Batasan masalah, Tujuan tugas akhri, Manfaat tugas akhir dan Sistematika penulisan.
2. Bab 2 Tinjauan pustaka pada bab ini akan dipaparkan tentang perancangan yang telah dilakukan sebelumnya, dan perancangan atau penelitian lain yang memiliki hubungan dengan perancangan pendorong serta yang melandasi perancangan.
3. Bab 3 Metodelogi penelitian pada bab ini dijelaskan langkah-langkah dan metode perancangan sistem pengumpan pada alat pembuat begel.
4. Bab 4 Hasil dan Pembahasan pada bab ini dijelaskan hasil penelitian dan pembahasan perancangan yang telah dilakukan.
5. Bab 5 Penutup pada bagian ini yang berisikan tentang kesimpulan dari hasil penelitian perancangan yang sudah dilakukan.

BAB 2
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Pustaka

Feeder merupakan istilah yang dipakai untuk suatu alat atau mekanisme yang berfungsi untuk membawa, mengantarkan, dan mempersiapkan benda kerja keproses yang selanjutnya. Ada beberapa jenis atau macam *feeder* yang umum di pakai antara lain seperti*: vibrator feeder, rotary feeder, konveyor feeder*, pneumatik atau hidrolik *feeder*, ulir atau *spiral feeder, roll feeder* dan lainnya Surya (2014).

Seperti yang dikatakan oleh Akhmad (2009) peralatan sistem pneumatik ini cukup sederhana, dan operatornya memperoleh keamanan dan keselamatan kerja yang lebih terjamin. Pengaplikasian sistem pneumatik ini banyak dijumpai hampir pada seluruh perusahaan insudtri, seperti pada bidang otomotif, bidang pemesinan, bidang perkapalan dan khususnya pada bidang-bidang kontruksi lainya yang membutuhkan gerakan linier maupun rotasi.

Suwito (2018) merancang sistem pengumpan pada simulasi mesin CNC pembuat begel. Dengan menggunakan teknologi PLC Beckhoff yang dimana teknologi tersebut dapat mengendalikan motor servo DC untuk mekanisme pembentukan cincin begel. Sistem bekerja berdasarkan pengendalian pergerakan motor melalui derajat putaran sehingga dapat beroperasi sesuai kebutuhan. Pada hasil akhirnya, mekanisme mampu megumpan kawat begel diameter 1 mm.

Al Asad (2016) telah melakukan penelitian perancangan sistem penekuk pembuatan begel dengan menggunakan penggerak sistem pneumatik. Dan telah dilakukan penelitian perancangan sistem pengumpan dan sistem pemotong oleh Aji (2016). Kemudian dilanjutkan penelitian pembuatan begel menggunakan sistem pneumatik dengan pengembangan perancangan alat baru yang telah dilakukan oleh Arismanto (2018) yaitu pada bagian unit sistem pemotong dan pengembangan perancangan sistem penekuk oleh Lubis (n.d.).

Pramana (2017) melakukan penelitian perancangan dan pembuatan sistem pengumpan pada mesin begel semi otomatis skala UKM. Dengan mengandalkan

mekanisme tenaga listrik dan daya relatif rendah. Sistem ini bekerja berdasarkan pergerakan mekanik yang telah dirancang untuk menghasilkan panjang umpan kawat secara presisi.

Pembuatan begel selama ini masih banyak dikerjakan secara konvensional, dengan semakin berkembangnya teknologi maka dibutuhkan alat yang dapat membantu proses pengerjaan secara otomatis. Salah satunya dengan menggunakan pneumatik. Pada penelitian yang dilakukan oleh Son dan Satria (2014) menjelaskan bending adalah proses deformasi plastis dari logam terhadap sumbu linier dengan sedikit tidak mengalami perubahan luas permukaan.

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Sistem Pneumatik

Pneumatik adalah ilmu yang mempelajari suatu gerakan atau perpindahan udara dan gejala atau fenomena udara. Dengan kata lain pneumatik berarti mempelajari tentang gerakan angin yang dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan tenaga, daya dan kecepatan gerakan sistem pneumatik dapat dilihat pada Gambar 2- 1 (Akhmad, 2009).



Gambar 2- 1 Sistem pneumatik
Sumber: https://www.indiamart.com

2.2.2 Otomasi

Otomasi adalah proses pengerjaan yang menggunakan sistem secara otomatis. Mengontrol operasi produksi dan perlengkapan sistem, serta perlengkapan mekanik atau elektronika yang dapat mengganti manusia dalam mengamati dan mengambil keputusan. Sistem otomasi dapat dilihat pada Gambar 2- 2. Ada beberapa alasan dalam penggunaan sistem otomasi antara lain sebagai berikut (Santono, Martinus, & Sugiyono, 2013) :

a. Meningkatkan produktifitas perusahaan.
b. Tingginya biaya tenaga kerja.
c. Kurangnya tenaga kerja untuk kemampuan tertentu.
d. Tenaga kerja cenderung berpindah kesektor pelayanan.
e. Tingginya harga bahan baku.
f. Meningkatkan kualitas produk.
g. Menurunkan manufakturing lead time (MLT).



Gambar 2- 2 Sistem otomasi

Sumber: http://studyotomasirobotika.blogspot.com/2015/05/apa-itu.html

2.2.3 Sistem Kontrol

Sistem kontrol merupakan bagian penting dalam sistem otomasi. Apabila suatu sistem otomasi sama seperti semua organ tubuh manusia, maka sistem kontrol merupakan bagian otak atau pikiran yang mengatur dari keseluruhan gerak tubuh. Sistem kontrol dapat tersusun dari komputer, rangkaian elektronik sederhana dan peralatan mekanik (Santono et al., 2013).

2.2.4 Begel

Begel adalah suatu komponen yang terdapat pada pondasi bangunan terbuat dari batang besi beton yang berbentuk bulat. Kegunaan dari begel yaitu untuk menahan gaya geser dari sloof beton bertulang, dan untuk menahan cor pada sebuah pondasi dan tiang tulangan pada dinding rumah sehingga semakin kokoh. Pada umumnya begel dibentuk dengan ukuran atau dimensi yang berbeda -beda, berikut adalah ukuran atau dimensi begel yang umum dipasaran dan sering digunakan dalam kontruksi bangunan antara lain, 8x8cm, 10x10cm, 12x12cm, 15x15cm, 8x15cm begel dapat dilihat pada Gambar 2- 3 (Ardiansyah, 2010)



Gambar 2- 3 Begel

Sumber: http://begelkiloan.blogspot.com

2.2.5 Aktuator

Aktuator atau yang disebut juga silinder pneumatik merupakan perangkat mekanis yang menggunakan kekuatan udara bertekanan untuk menghasilkan kekuatan dalam gerakan bolak-balik piston secara linier. Silinder pneumatik merupakan alat atau perangkat yang sering kita jumpai pada mesin-mesin industri baik itu didalam industri otomotif, industri kemasan, elektronik, dan berbagai industri maupun instansi yang lain. Aktuator pneumatik digolongkan menjadi 2 kelompok yaitu gerak lurus dan gerak putar. Aktuator dapat dilihat pada Gambar 2- 4 dan Gambar 2- 5 (Sudaryono, 2013).

Ada dua macam aktuator yang sering digunakan dan paling umum yaitu silinder pneumatik kerja tunggal dan silinder kerja ganda.

1. Silinder pneumatik kerja tunggal adalah jenis silinder pneumatik yang hanya memiliki satu port untuk masuknya udara yang bertekanan. Prinsip kerja silinder pneumatik ini yaitu menggunakan kekuatan udara bertekanan untuk mendorong piston maju kebatas maksimum sehingga piston akan kembali ketika udara ditarik kembali dan di bantu oleh pegas yang kuat.



Gambar 2- 4 Aktuator kerja tunggal
Sumber: https://www.festo-didactic.com

2. Silinder pneumatik kerja ganda, adalah silinder yang memiliki dua lubang port untuk udara bertekanan, Silinder pneumatik jenis ini menggunakan tekanan udara untuk mendorong piston maju sampai batas maksimum dan untuk mengembalikan piston pada posisi awal menggunakan tekanan udara sehingga piston bergerak mundur.

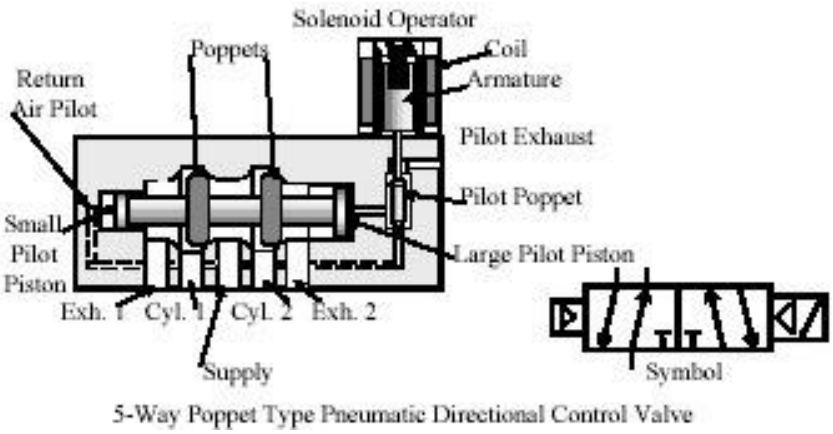


Gambar 2- 5 Aktuator kerja ganda
Sumber: https://www.festo-didactic.com

2.2.6 Katup Pengatur Arah

Katup pengatur arah merupakan komponen yang barada pada posisi sebelum aktuator, yaitu berfungsi untuk mengatur kerja aktuator dengan cara

mengatur arah udara yang terkompresi masuk dan keluar dari aktuator. Katup pengatur arah dapat dilihat pada Gambar 2- 6 (Prasetio & Pradana, 2013).

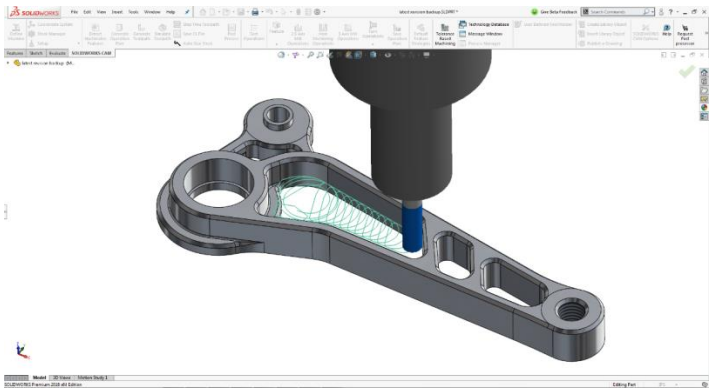


Gambar 2- 6 Katup pengatur arah pneumatik

Sumber: http://artikel-teknologi.com

2.2.7 Sofware Solidwork

Solidwork merupakan *software* yang digunakan untuk membuat desain produk dari yang sederhana sampai yang kompleks seperti roda gigi, kursi, meja, dsb. *Solidwork* mempermudah pengguna dalam menggambar 3D dikarenakan *Solidwork* menyediakan *feature-based*, *parametric solid modelling*. *Software Solidwork* dapat dilihat pada Gambar 2- 7 (Riyanto, 2016).



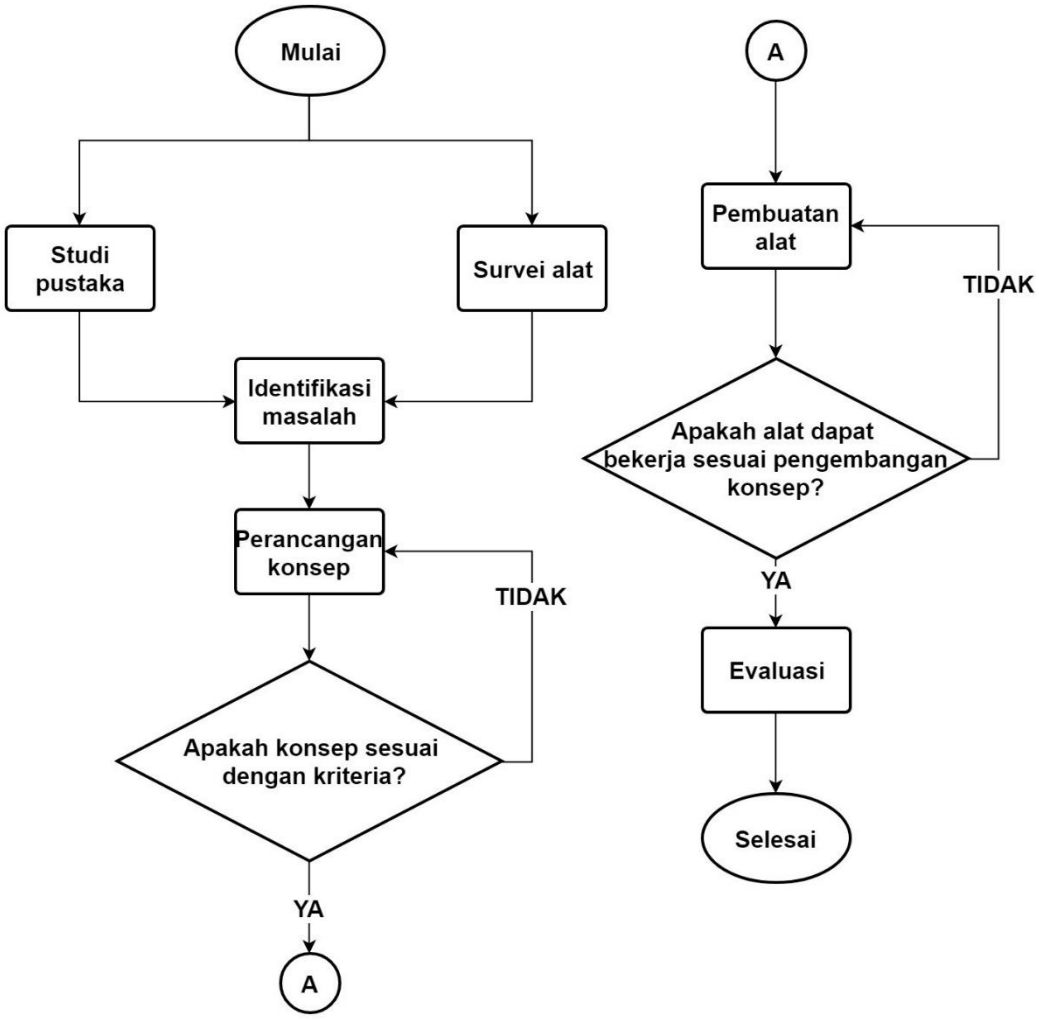
Gambar 2- 7 *Software Solidwork*

Sumber: http://blogs.solidworks.com

BAB 3
METODOLOGI PERANCANGAN

3.1 Alur Perancangan

Pada perancangan dari tugas akhir ini tentunya terdapat alur perancangan yang terdiri dari beberapa tahapan dan proses yang dilakukan sehingga dibentuk dalam diagram alir. Berikut ini diagram alur perancangan dapat dilihat pada Gambar 3- 1



Gambar 3- 1 Diagram alur penelitian

3.2 Observasi

Dalam perancangan tugas akhir ini dilakukan observasi dengan tujuan untuk melihat bagaimana alat pembuat begel sistem pneumatik bekerja yang telah dibuat oleh Aji (2016), Al Asad (2016) dan Arismanto (2018). Serta melakukan identifikasi masalah apa yang terjadi pada proses kerja. Dalam mengamati selama proses pengerjaan, sehingga dapat melakukan deskripsi untuk penelitian selanjutnya yaitu pada sistem pengumpan dan penelitian sistem penekuk yang dilakukan oleh Lubis (n.d.).

1. Identifikasi masalah.
   a. Mekanisme pengumpan menggunakan plat gerak miring.
   b. Saat aktuator bergerak maju batang besi tidak terdorong dan tidak terumpan.
   c. Pada saat aktuator kembali posisi awal batang besi masih terbawa kembali.
   d. Belum terdapat begel yang berbeda.

2. Deskripsi.

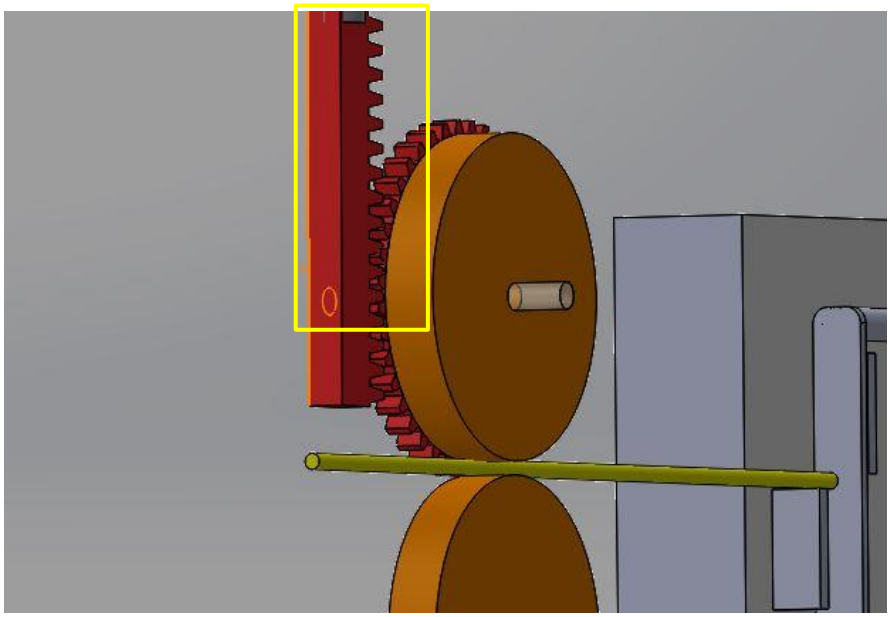
   Setelah mendapatkan hasil identifikasi masalah yang dilakukan, maka selanjutnya membuat deskripsi terkait dengan solusi desain yang akan dibuat atau dirancang, ada beberapa kriteria yang telah diinginkan yaitu sebagai berikut:
   a. Bisa mengumpan batang besi keproses penekuk.
   b. Ketika pengumpan kembali kebelakang maka batang besi tidak terbawa.
   c. Bisa mengumpan batang besi dengan ukuran.

3.3 Konsep Desain

Setelah melakukan observasi alat pembuat begel sistem pneumatik yang sudah ada, dilakukan proses perancangan desain alat baru yang diharapkan dapat beroperasi lebih baik lagi dari kekurangan alat sebelumnya.

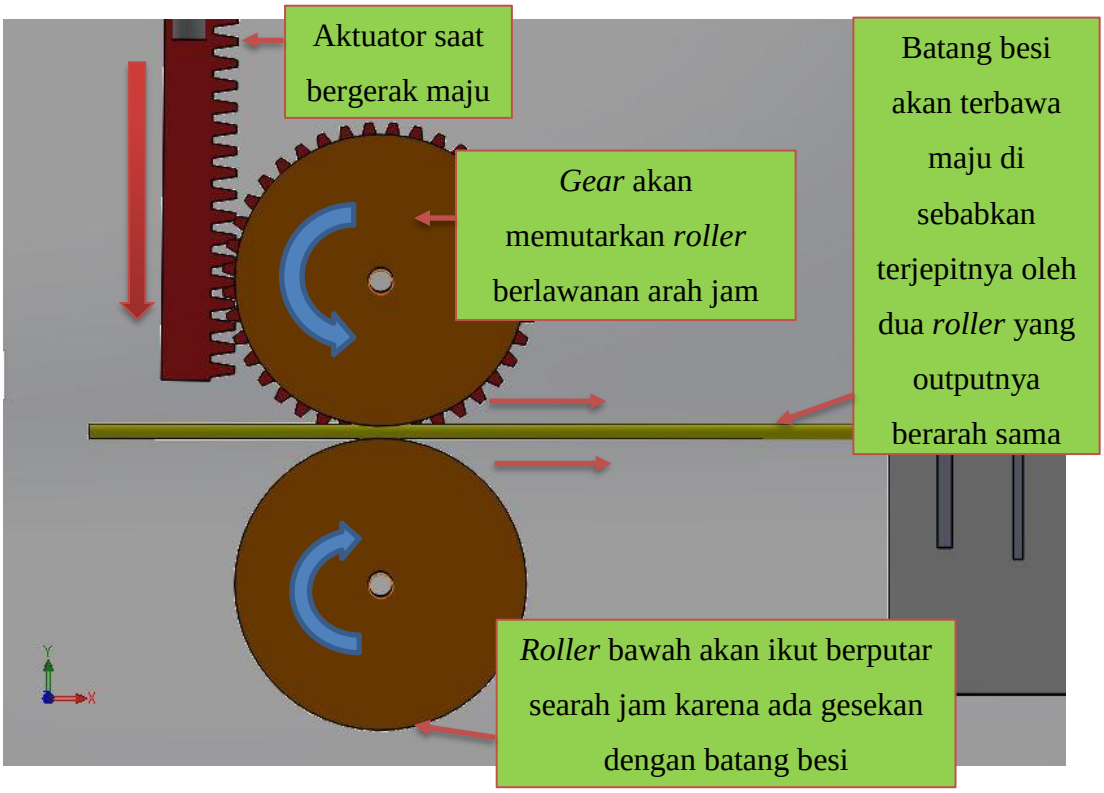
3.3.1 Konsep Desain Pertama

Desain pertama yang dibuat yaitu dengan menggunakan sistem mekanisme *roller*, cara kerja pada konsep ini adalah aktuator disambung dengan *rack gear* lurus yang berguna untuk memutarkan roda gigi dapat diliat pada Gambar 3- 2.



Gambar 3- 2 *Rack gear* lurus

Roller yang direkatkan pada roda gigi akan ikut berputar ketika aktuator bergerak maju, maka roda gigi akan berputar dan *roller* akan ikut berputar sampai batas maksimum piston aktuator bergerak maju. Roda gigi menggunakan bearing satu arah sehingga ketika aktuator kembali maka *roller* tidak akan ikut berputar melainkan hanya roda gigi saja yang ikut kembali berputar dapat dilihat pada Gambar 3- 3.

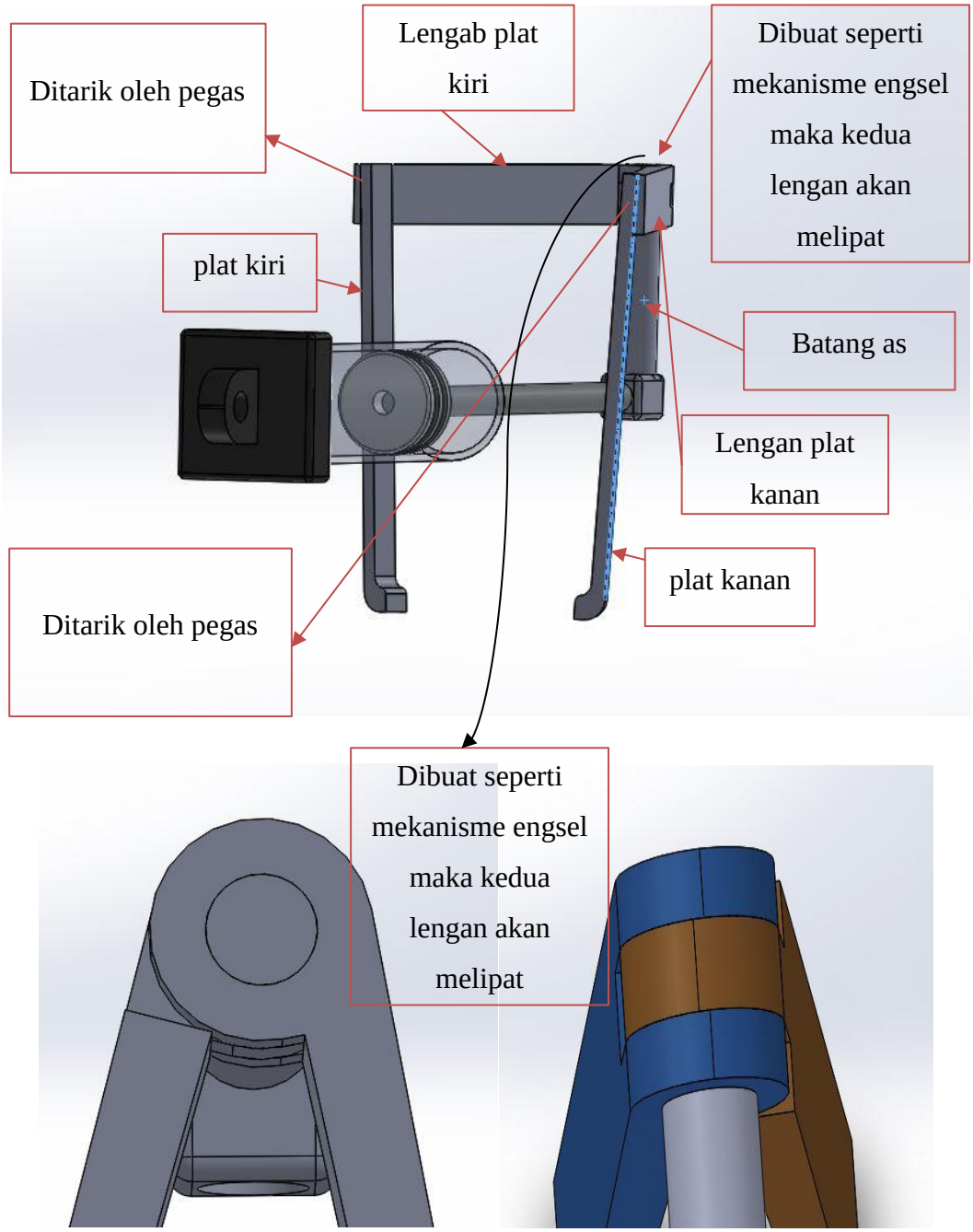


Gambar 3- 3 Mekanisme konsep pertama

Pada konsep ini peletakan untuk ukuran begel diletakan setelah unit penekuk, ukuran diambil dari jarak tumpuan penekuk keplat pembatas. Seperti pada penelitian yang dilakukan oleh Suwito (2018) dan Pramana (2017) yang telah menggunakan mekanisme *roller* untuk unit pengumpan. Untuk membuat konsep yang berbeda maka dibuat rancangan desain kedua yang dijelaskan dibawah ini.

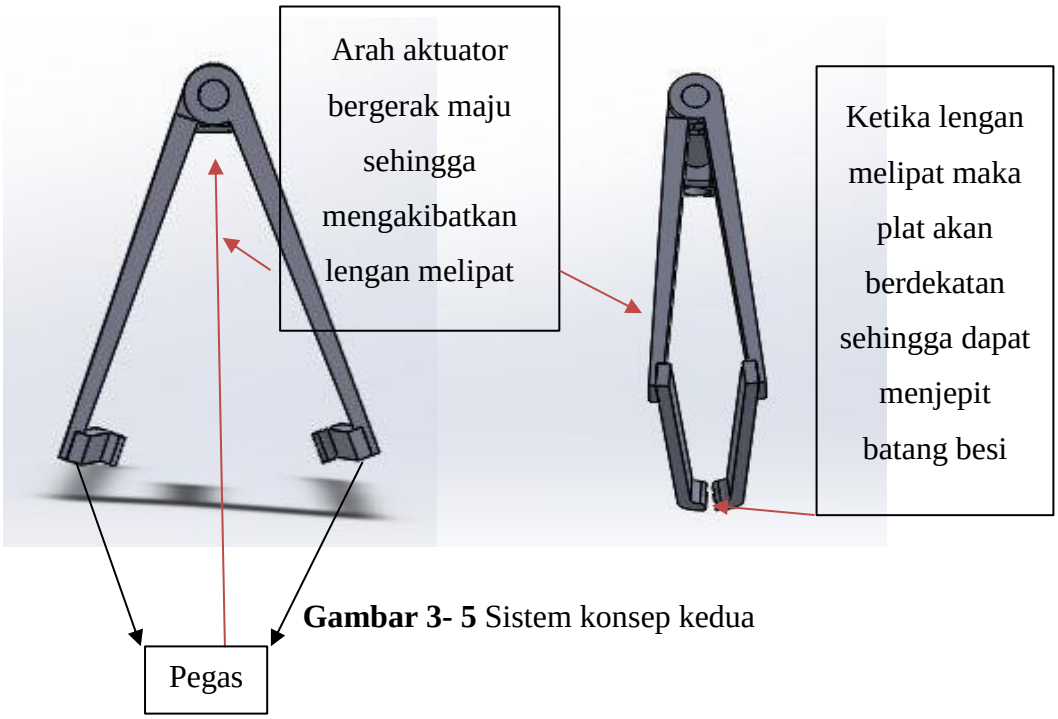
3.3.2 Konsep Desain Kedua

Sistem konsep kedua menggunakan mekanisme mirip dengan engsel pintu. Konsep desain kedua dapat dilihat pada Gambar 3- 4.



Gambar 3- 4 Konsep kedua pengumpan

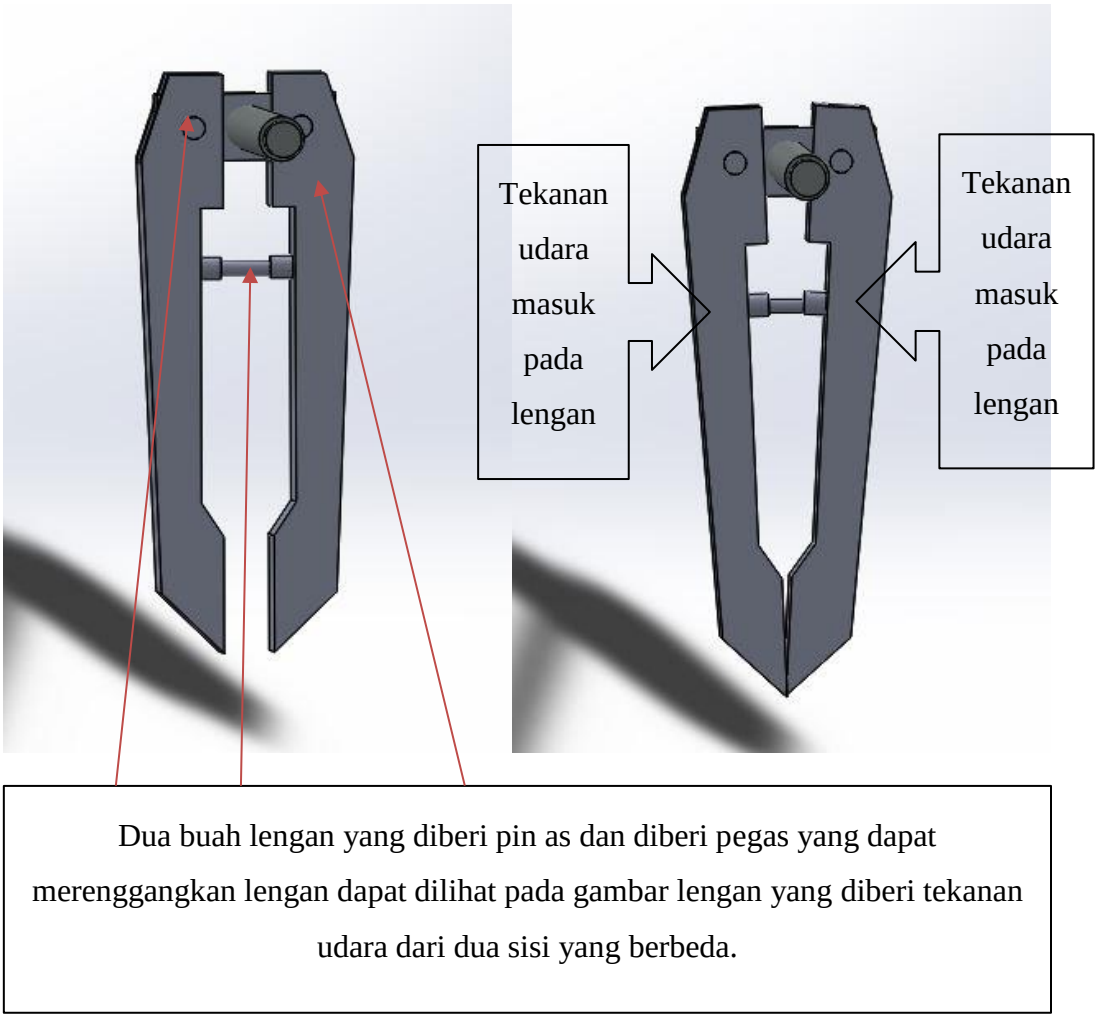
Konsep desain yang kedua ini menggunakan sistem mekanisme seperti sebuah engsel, sistem ini mengandalkan momen jepitan. Dua plat yang diberi lengan yang dikaitkan pada dua buah pegas, ilustrasi dapat dilihat pada Gambar 3- 5.



Gambar 3- 5 Sistem konsep kedua

Setelah membuat desain kedua, saat diamati ternyata banyak pertimbangan karena harus memikirkan berapa jarak panjang penumatik dengan lengan dan plat penjepit. Kedua pegas akan menarik lengan sangat kencang, ketika piston aktuator kembali kebelakang dan hal itu menyebabkan dentuman keras yang dapat menggeser posisi batang besi dan kepresisian pada lengan. Kemudian terjadinya slip pada kedua plat dan batang besi, karena tidak begitu kuat mencekam batang besi. Maka dari kekurangan itu diperoleh pemikiran baru dengan konsep ketiga dengan mekanisme yang hampir sama, yaitu mekanisme menjepit tetapi dengan menggunakan tekanan angin dari dua sisi dapat dilihat pada konsep ketiga Gambar 3- 6.

3.3.3 Konsep Desain Ketiga

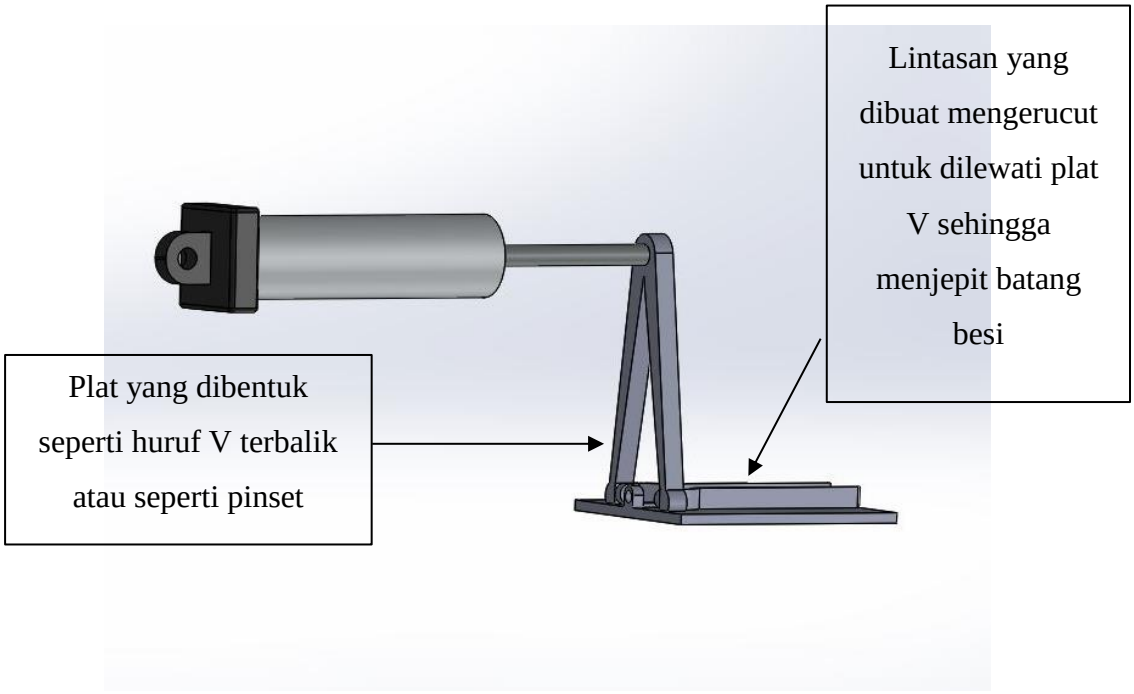


Gambar 3- 6 Konsep ketiga sistem pengumpan

Pada konsep ketiga dapat dilihat pada Gambar 3- 6 mekanismenya mengandalkan tekanan udara dari dua sisi yang menyebabkan lengan akan menjepit sehingga dapat menjepit batang besi. Sistem kerja konsep ketiga ini adalah saat sebelum aktuator pengumpan bergerak, maka kedua buah lengan penjepit harus diberi tekan udara terlebih dahulu sampai menjepit batang besi. Setelah batang besi terjepit, maka aktuator mulai untuk bergerak maju. Ketika piston aktuator kembali kebelakang, maka tekanan udara pada lengan dikeluarkan dan pegas akan berfungsi merenggangkan kedua lengan. Setelah kedua lengan renggang maka piston aktuator bergerak mundur. Dari konsep ketiga ini banyak pertimbangan saat untuk meimplementasikan karena cukup rumit untuk dibuat,

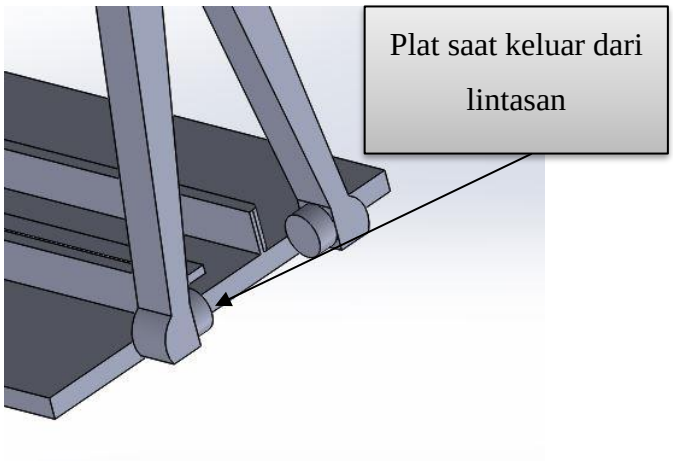
seperti rangkian udara yang diatur dan komponen yang sulit didapatkan, singga menyulitkan untuk melakukan pembuatan alat. Pada akhirnya memutuskan untuk membuat kembali konsep desain keempat dapat dilihat pada Gambar 3- 7.

3.3.4 Konsep Desain Keempat



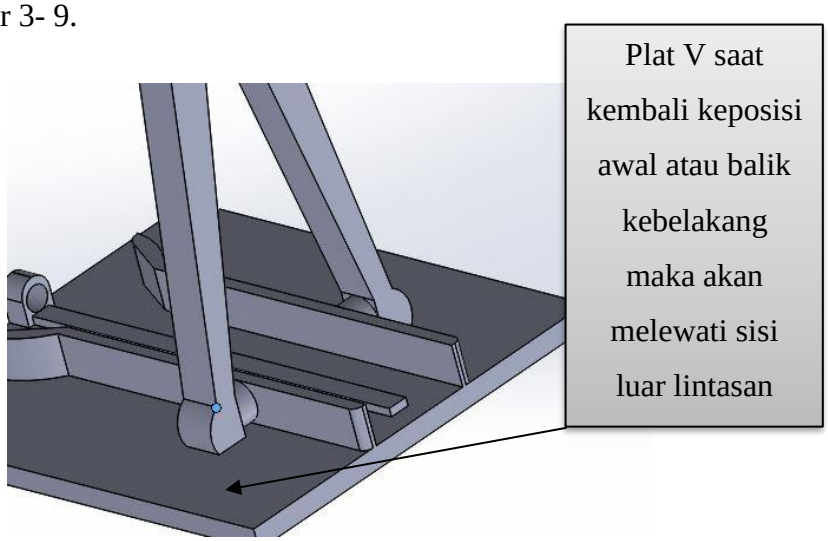
Gambar 3- 7 Konsep keempat sistem pengumpan

Mekanisme pada konsep keempat ini adalah menggunakan penjepitan yang diberikan plat seperti pinset, dengan diberi jalur atau lintasan pada landasan. Cara kerja konsep ini yaitu ketika aktuator bergerak maju maka plat berbentuk V akan masuk pada lintasan yang dibuat sehingga batang besi akan tercepit dan akan terbawa maju sampai plat V keluar dari lintasan mekanisme dapat dilihat pada Gambar 3- 8.



Gambar 3- 8 Mekanisme saat plat keluar dari lintasan

Ketika aktuator kembali keposisi awal maka plat V akan melewati sisi luar lintasan sehingga batang besi tidak akan terbawa kembali. Mekanisme dapat dilihat pada gambar Gambar 3- 9.



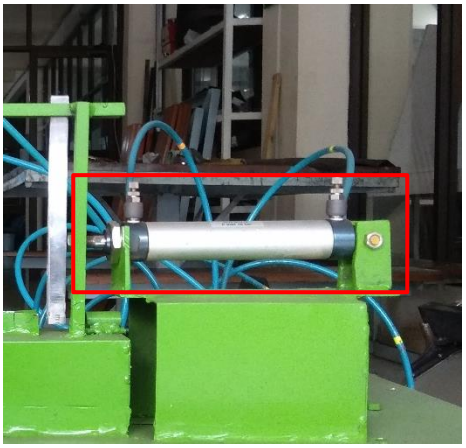
Gambar 3- 9 Saat plat kembali kebelakang

Dari konsep keempat ini saat diamati mampu untuk mengumpan batang besi dengan lintasan yang dibuat sekaligus dengan ukuran pengumpan 50mm. Sehingga mampu mengumpan batang besi sepanjang 50mm maka dari konsep keempat ini akhirnya diwujudkan untuk dilakukan pembuatan alat, sehingga terpilihnya desain konsep keempat ini untuk dirancang dan dibuat.

3.4 Peralatan dan Bahan

3.4.1 Aktuator

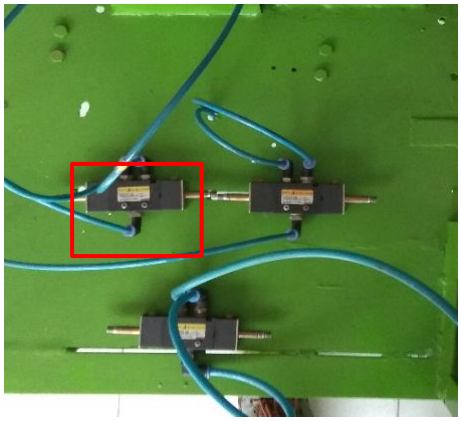
Pada penelitian ini aktuator yang digunakan adalah aktuator kerja ganda yang berfungsi sebagai penggerak mekanisme pengumpan. Aktuator yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 3- 10.



Gambar 3- 10 Aktuator pneumatik

3.4.2 Katup Arah Pneumatik

Katup arah pneumatik ini berfungsi sebagai pengatur arah tekanan udara yang berasal dari kompresor, untuk menggerakan aktuator maju mundur dengan dua asupan sisi yang berbeda. Katup yang digunakan pada penelitian ini adalah katup seri V5222-08 F.MC. katup arah yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 3- 11.



Gambar 3- 11 Katup arah pneumatik

3.4.3 Selang Pneumatik

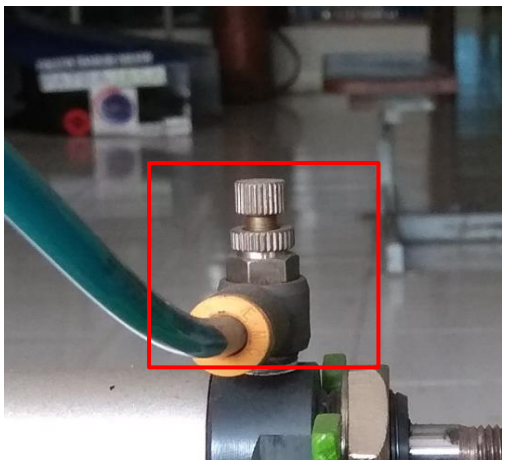
Selang pneumatik ini adalah selang yang dibuat khusus dan dipergunakan untuk sebuah sistem otomasi. Karena selang ini memiliki ketebalan dan kekuatan untuk menahan tekanan angin yang kuat sehingga selang tidak akan mengembung. Selang yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3- 12.



Gambar 3- 12 Selang pneumatik

3.4.4 Kontrol Kecepatan Pneumatik

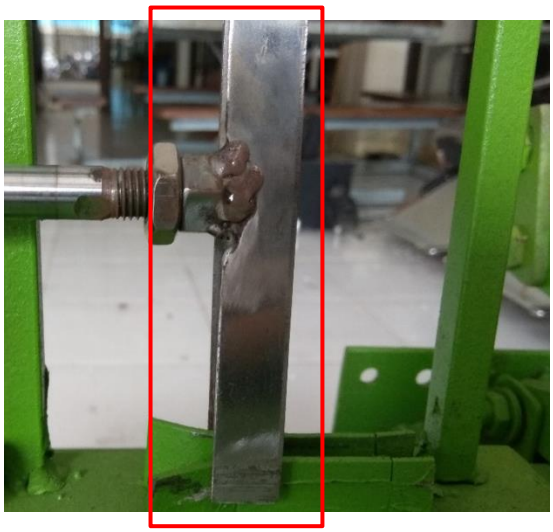
Kontrol kecepatan pneumatik ini merupakan bagian yang mengatur udara bertekanan masuk kedalam aktuator, sehingga laju piston dapat disesuaikan dengan keinginan yaitu mempercepat atau memperlambat laju piston. Kontrol kecepatan yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3- 13.



Gambar 3- 13 Kontrol kecepatan pneumatik

3.4.5 Pinset

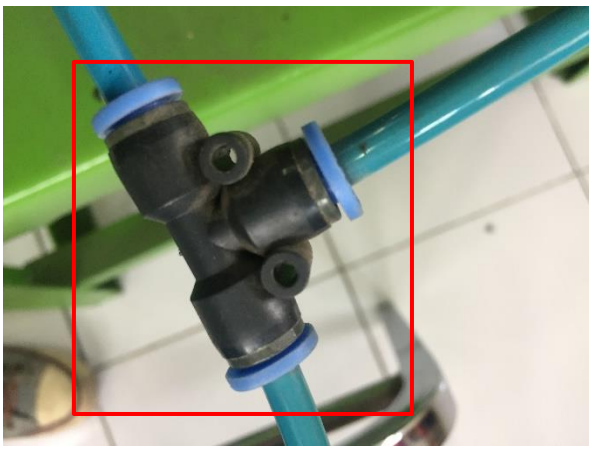
Pinset adalah sebuah alat yang digunakan untuk menjepit sesuatu yang berukuran kecil seperti komponen elektronika atau yang sering dipergunakan pada medis. Pinset yang di gunakan pada penelitian ini yaitu pinset dengan ukuran cukup besar, sehingga memungkinkan dapat menjepit batang besi. Pinset yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 3- 14



Gambar 3- 14 Pinset

3.4.6 Konektor T Selang Pneumatik

Berfungsi untuk membagi dua arah atau mencabangkan tekanan angin pada sistem pneumatik angin. Konektor T yang digunakan dapat dilihat pada gambar Gambar 3- 15.



Gambar 3- 15 Konektor T selang pneumatik

3.4.7 Besi Siku

Besi siku ini digunakan untuk membuat kaki meja untuk semua dudukan item yang dipergunakan pada penelitian ini. Besi siku yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 3- 16.



Gambar 3- 16 Besi siku
Sumber: http://asiatoko.com

3.4.8 Papan Besi

Papan besi digunakan sebagai alas atau landasan meja pneumatik untuk menyusun instalasi sistem pneumatik pada penelitian ini. Papan besi yang digunakan dapat lihat pada Gambar 3- 17.



Gambar 3- 17 Papan besi
Sumber: http://rakplatbesi.blogspot.com

3.4.9 Batang Besi Kotak

Batang besi kotak atau disebut juga besi nako ini digunkan untuk tambahan sistem pengumpan. Batang besi kotak yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 3- 18.



Gambar 3- 18 Batang besi kotak
Sumber: http://www.bhaktipertiwi.co.id

3.4.10 Kompresor

Kompresor merupakan alat yang dapat menghasilkan udara bertekanan, kompresor pada penelitian ini berfungsi sebagai sumber energi untuk menjalankan sistem pneumatik alat pembuat begel. Kompresor yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 3- 19.



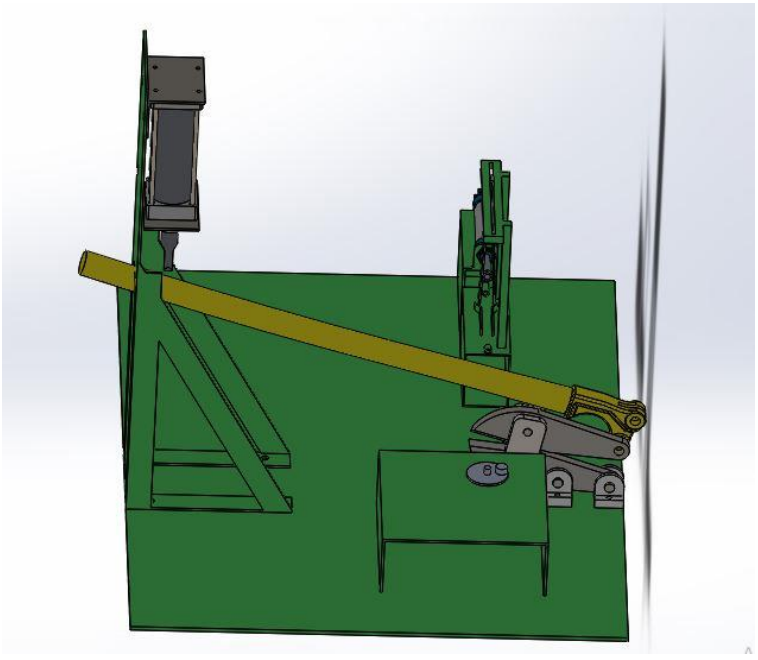
Gambar 3- 19 Kompresor

BAB 4
HASIL DAN PEMBAHASAN

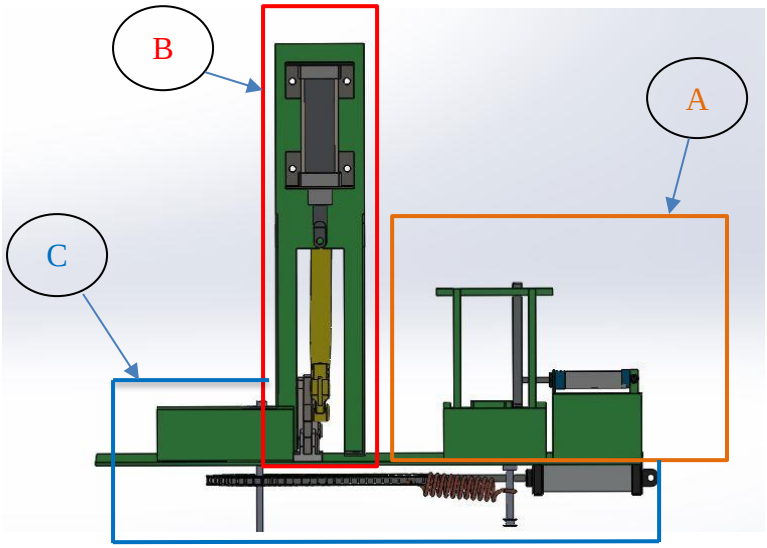
4.1 Hasil Perancangan Alat Pembuat Begel Sistem Pneumatik

Hasil dari dilakukannya observasi, pada umumnya alat pembuat begel ini hampir semuanya sama yaitu adanya proses pengumpan, pengumpan dan pemotong. Namun pada penelitian ini penulis terfokuskan pada sistem pengumpan. Perancangan didesain menggunakan perangkat lunak Solidwork 2016.

Dalam suatu perancangan hal pertama yang dilakukan adalah membuat desain alat berupa gambar. Desain didapat berdasarkan hasil observasi dari alat yang sudah ada dan studi literatur terkait dengan mesin begel, yang kemudian di modifikasi sehingga mendapatkan hasil desain gambar yang diinginkan. Deskripsi yang telah diperoleh menjadi acuan dalam pembuatan desain. Hasil perancangan alat pembuat begel berbasis pneumatik dapat dilihat pada Gambar 4- 1 dan Gambar 4- 2.

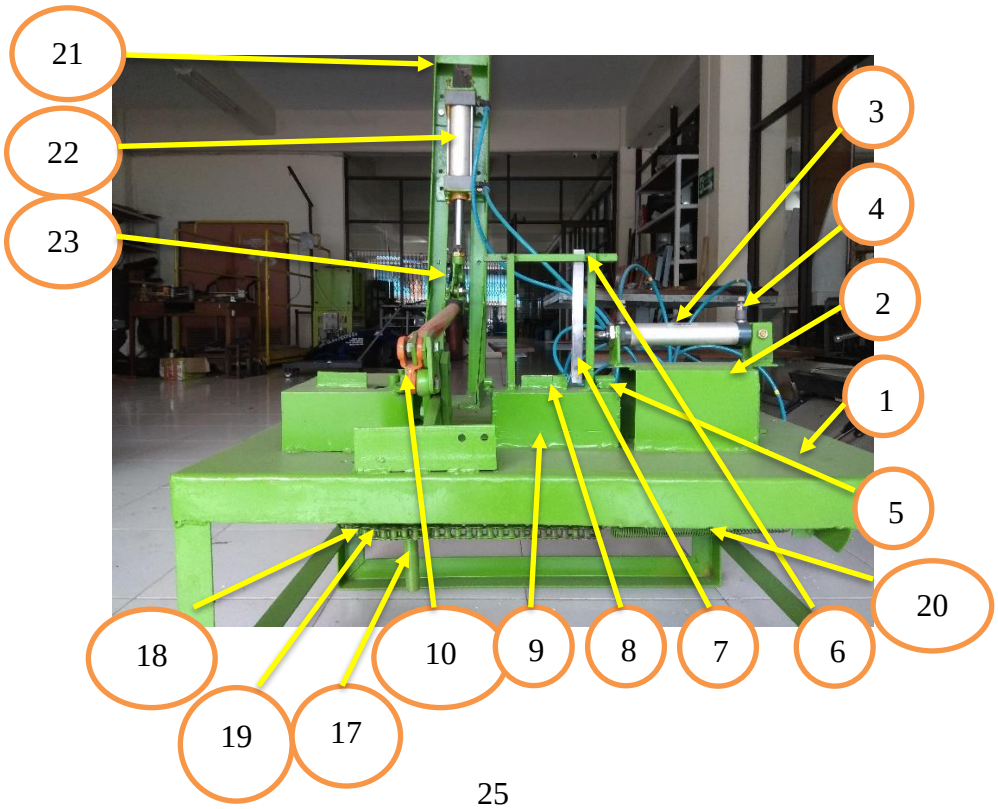


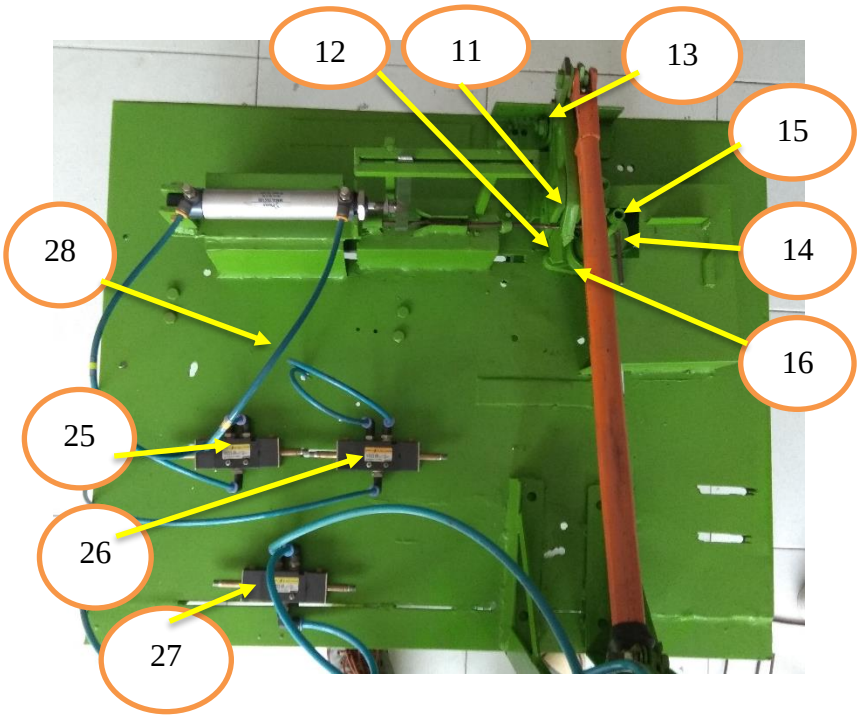
Gambar 4- 1 Desain alat pembuat begel pneumatik



Gambar 4- 2 Tiga mekanisme pada alat pembuat begel pneumatik

Pada gambar 4.2 dijelaskan bahwa A adalah unit pengumpan, B adalah penelitian unit pemotong yang dilakukan oleh Arismanto (2018) dan C adalah penelitian unit penekuk yang dilakukan oleh Ahmad Sukri Lubis. Dalam hal ini penulis lebih fokus untuk membahas sistem atau unit pengumpan. Dari hasil perakitan desain gambar komponen atau assembly menghasilkan konsep desain digunakan sebagai acuan untuk fabrikasi alat, kemudian dapat ditentukan kebutuhan alat dan bahan yang diperlukan untuk fabrikasi alat. Komponen pada alat pembuat begel berbasil pneumatik dapat dilihat pada Gambar 4- 3.





Gambar 4- 3 Komponen-komponen

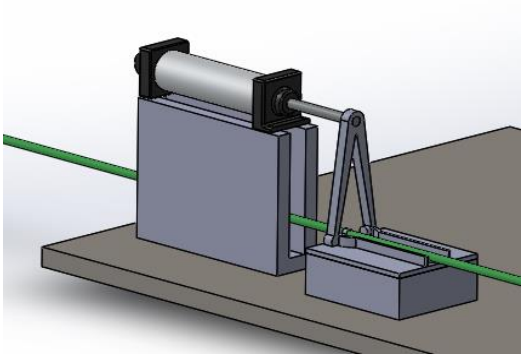
Keterangan gambar:

1. Meja
2. Dudukan aktuator
3. Aktuator pengumpan
4. Speed regulator
5. Dudukan batang besi
6. Dudukan lintasan penjepit bagian atas
7. Plat penjepit
8. Lintasan ukuran penjepit
9. Dudukan lintasan penjepit bagian bawah
10. Lengan pemotong
11. Pisau pemotong bagian atas
12. Pisau pemotong bagian bawah
13. Dudukan pisau pemotong
14. Poros dan dudukan penekuk
15. Tumpuan penekuk
16. Dudukan as penekuk
17. As poros penekuk
18. *Gear*

19. Rantai
20. Pegas
21. Aktuator penekuk
22. Dudukan actuator pemotong
23. Dudukan lengan pemotong
24. Aktuator pemotong
25. Katup pengumpan
26. Katup penekuk
27. Katup pemotong
28. Selang

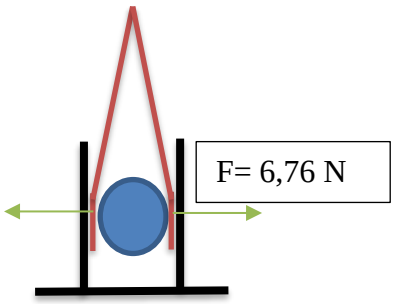
4.1.1 Hasil Perancangan Pengumpan

Bagian pengumpan ini berfungsi sebagai unit pengumpan batang besi hingga maju menuju keunit penekuk. Pergerakan batang besi terjadi karena ada penjepitan pada dua plat sehingga menjepit batang besi dari dua sisi kiri dan kanan. Kedua plat bisa menjepit karena adanya lintasan yang mengerucut sehingga plat akan rapat dan menjepit batang besi terumpan keunit penekuk. Setelah plat penjepit keluar dari lintasan maka batang besi tidak akan terjepit dan terbawa kembali saat plat pengumpan balik kebelakang. Pembuatan penjepit menggunakan plat stainless stell yang di bentuk V agar mendapatkan gaya pegas. Matrial yang digunakan untuk lintasan menggunakan plat besi dengan ketebalan 3mm lebar 10mm dan panjang 60mm. Penjepit bergerak disebabkan oleh dorongan aktuator silinder pneumatic yang dapat dilihat pada Gambar 4- 4.



Gambar 4- 4 Hasil perancangan pengumpan

Perhitungan gaya dorong batang besi begel.



Asumsi
F = 6,76 N

Diketahui : m_{besi} = 0,271 kg

$m_{penjepit}$ = 0,105 kg

F = 6,76 N

$A_{penumatik}$ = 490 . 10^{-6} m^2

Mencari F1 = F_s (gaya gesek penjepit)

F1= F_s penjepit

= μ . N(gaya normal)

= 0,7 x (6,79 N x 2)

= 0,7 x 13,58 N

= 9,506 N

Mencari F2 = F_{besi}

F = m . g

= 0,271 kg x 10 m/s^2

= 2,71 kg m/s^2

= 2,71 N

Mencari F3 = $F_{penjepit}$

F = m . g

= 0,105 kg x 10 m/s^2

= 1,05 kg m/s^2

= 1,05 N

Mencari F_{Total}

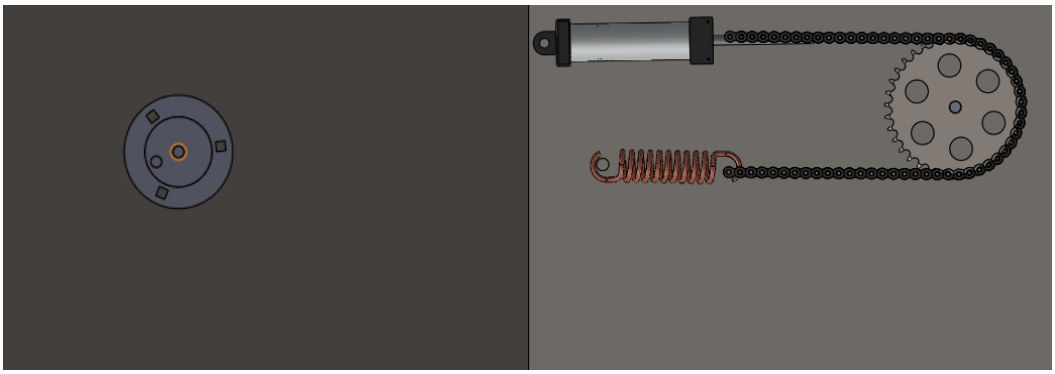
= F1+F2+F3

= 9,506 N + 2,71 N + 1,05 N

= 13,266 N

4.1.2 Hasil Perancangan Penekuk

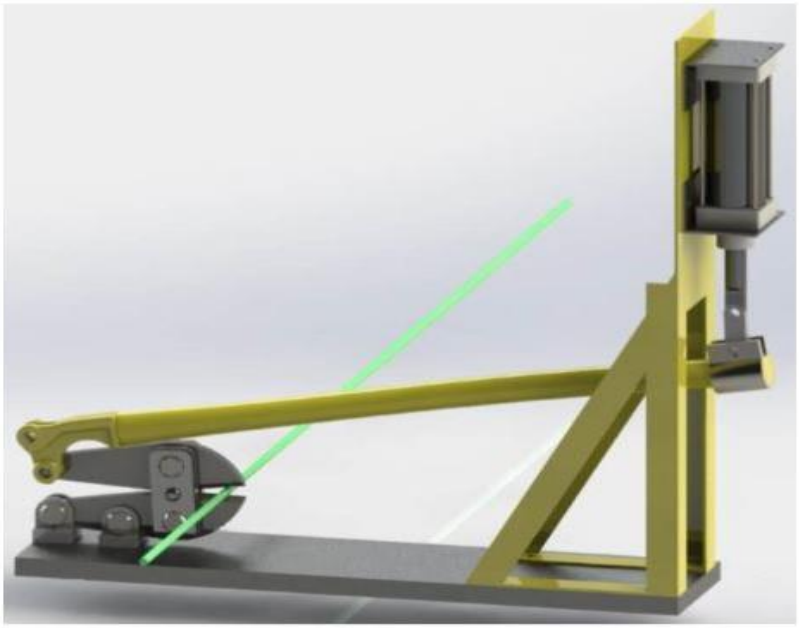
Unit penekuk berfungsi untuk menekuk batang besi dengan sudut 90°. Cara kerja penekuk yaitu menggunakan putaran poros yang diberi tumpuan tekuk berupa besi, poros akan berputar dan tumpuan akan memberi tekanan pada batang besi sampai membentuk siku 90°. Proses kerja aktuator penekuk berbeda dengan pengumpan dan pemotong, kerja aktuator pneumatik penekuk ini bergerak mundur untuk menekuk batang besi. Pada bagian sistem penekuk dilakukan oleh Lubis (n.d.). Perancangan penekuk dapat dilihat pada Gambar 4- 5.



Gambar 4- 5 Hasil perancangan penekuk

4.1.3 Hasil Perancangan Pemotong

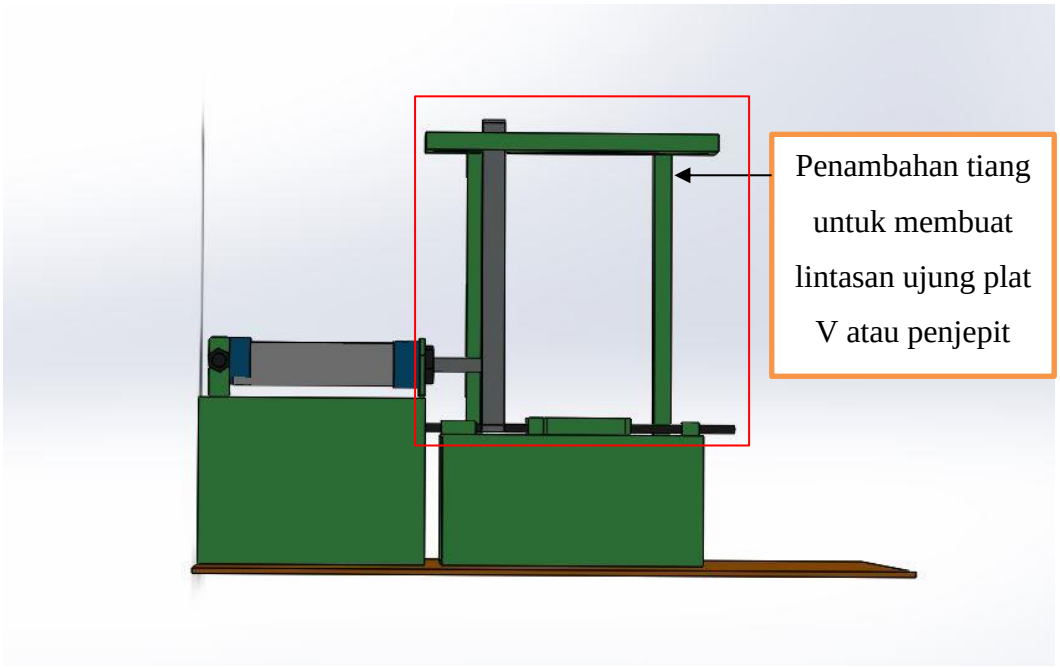
Unit pemotong bergerak setelah unit penekuk bergerak lima kali melakukan penekukan, pisau pemotong menggunakan *bolt cutter* merupakan gunting pemotong batang besi manual yang dimodifikasi. Aktuator yang digunakan pemotong lebih besar berguna untuk mendapatkan tekanan cukup besar. Cara kerja pemotong yaitu lengan pisau digerakan oleh pneumatik bertekanan cukup besar, sehingga mampu menekan lengan pisau untuk memotong batang besi berukuran 4,7mm. Penelitian sistem pemotong dilakukan oleh Arismanto (2018) Gambar 4- 6.



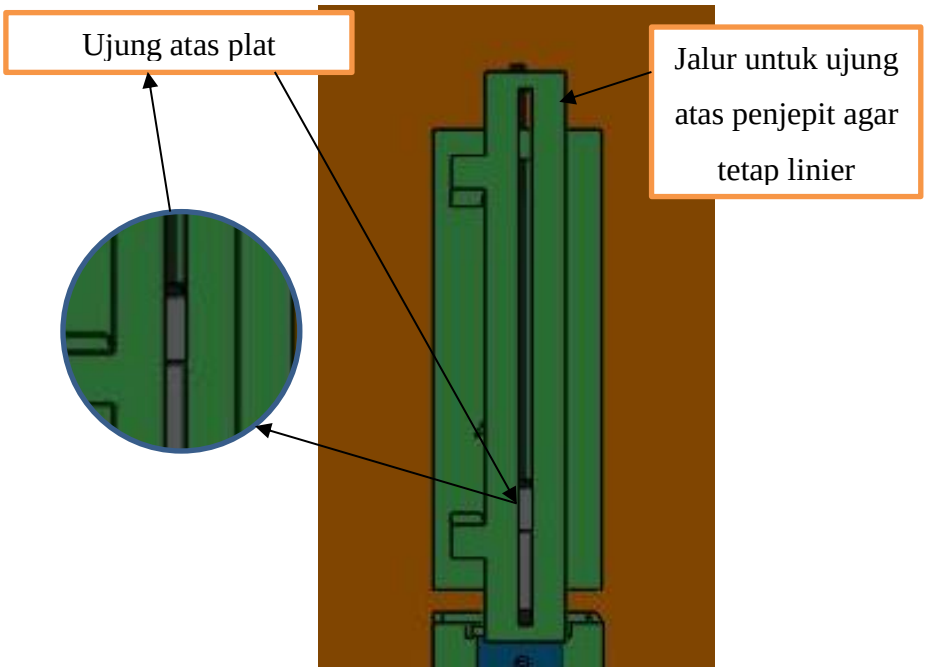
Gambar 4- 6 Hasil perancangan pemotong

4.1.4 Perbaikan Sistem Pengumpan

Perbaikan dan penambahan mekanisme pada konsep keempat ini dilakukan karena adanya perubahan pada plat berbentuk V atau seperti pinset dikarenakan terjadi masalah. Masalah yang dihadapi yaitu saat plat V maju terjadi sangkut pada lintasan dan saat kembali kebelakang plat V tidak beraturan, disebabkan tidak adanya tumpuan untuk plat V, sehingga plat tidak presisi maka dibuatlah tambahan untuk pembuatan tumpuan berupa lintasan untuk plat V pada bagian atas. Pada Gambar 4- 8 plat V dibuat naik keatas agar masuk pada lintasan pada bagian atas. Hal itu berguna agar penjepit tidak berpindah posisi yaitu bergeser kekiri atau kekanan. Pembaruan perancangan dapat dilihat pada Gambar 4- 7 dibawah ini dan telah jadi untuk diimplementasikan.



Gambar 4- 7 Penambahan lintasan bagian atas untuk plat



Gambar 4- 8 Posisi plat penjepit bagian atas

4.1.5 Hasil Pembuatan Sistem Pengumpan

Setelah dilakukan perubahan penambahan lintasan penjepit bagian atas pada pengumpan maka langsung dilakukan pembuat alat. Hasil pembuatan sistem pengumpan dapat dilihat pada Gambar 4- 9.



Gambar 4- 9 Hasil akhir mekanisme pengumpan

4.1.6 Perakitan Alat

Setelah semua unit telah dibuat maka selanjutnya dilakukan penggabungan dengan unit penekuk dan pemotong. Perakitan antara unit dimulai dari peletakan unit pengumpan kemudian unit pemotong dan selanjutnya unit penekuk. Seperti yang ditunjukan pada Gambar 4- 10.

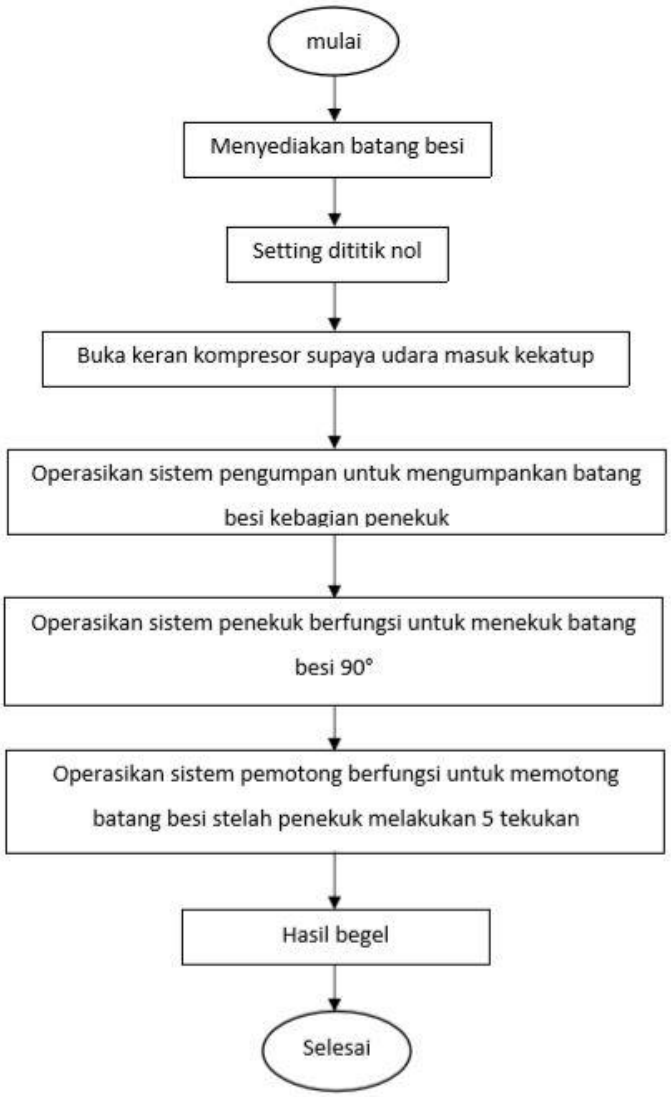


Gambar 4- 10 Hasil penggabungan alat

4.2 Sistem Operasional Dan Kontrol

4.2.1 Diagram alur kerja alat

Diagram alur kerja alat pembuat begel sistem pneumatik dapat dilihat pada Gambar 4- 11.

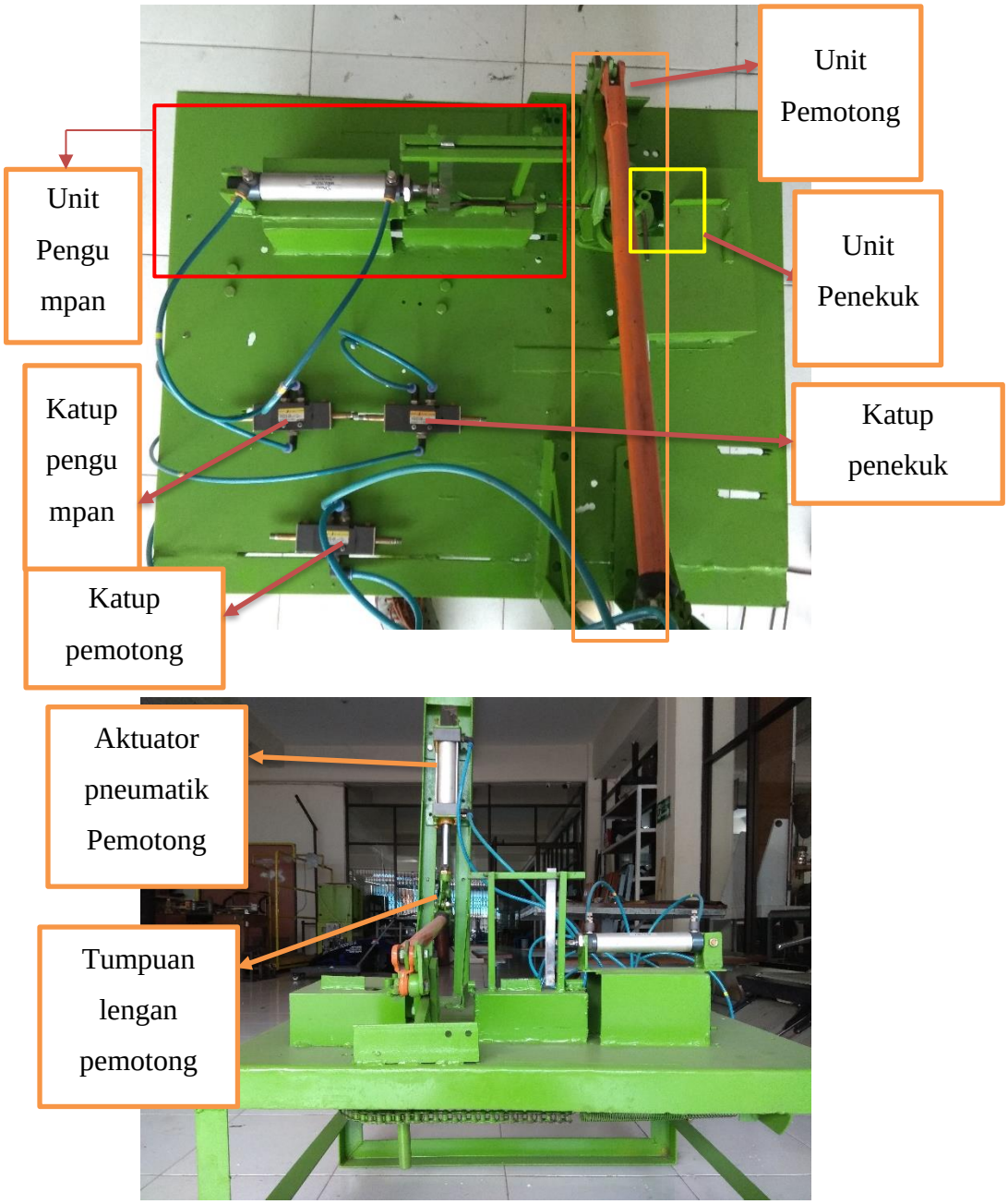


Gambar 4- 11 Diagram alur oprasional

4.2.2 Sistem kerja alat

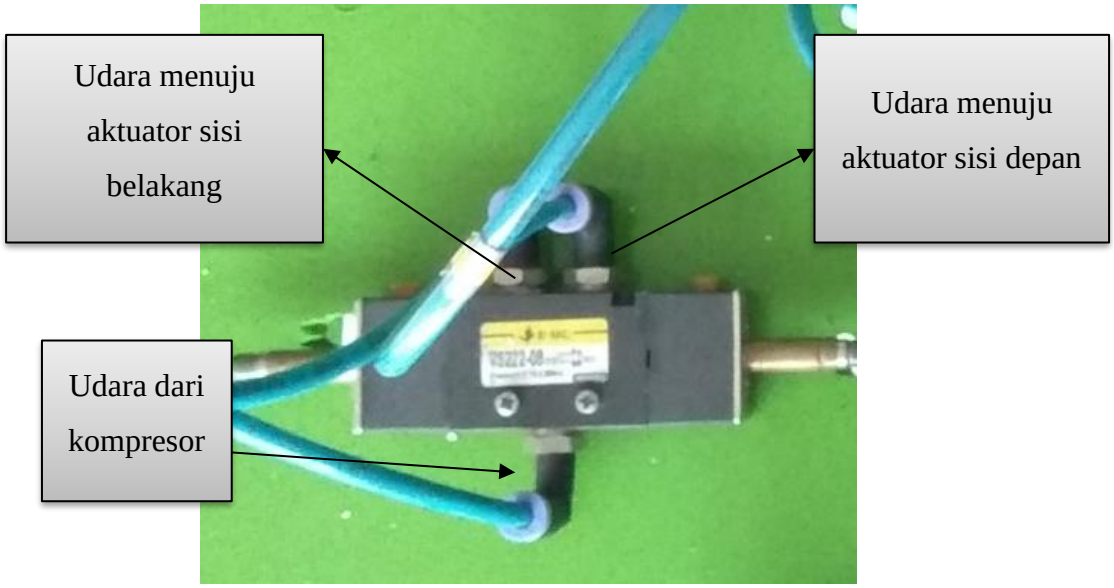
Sistem kerja alat pada penelitian ini menggunakan sistem pneumatik, terdapat tiga unit atau sistem yaitu unit pengumpan, unit penekuk dan unit pemotong. Penggerak dari ketiga unit tersebut menggunkan aktuator pneumatik

yang bersumber energi dari udara bertekanan yang dihasilkan oleh kompresor. Sistem kerja alat dapat dilihat pada Gambar 4- 12.



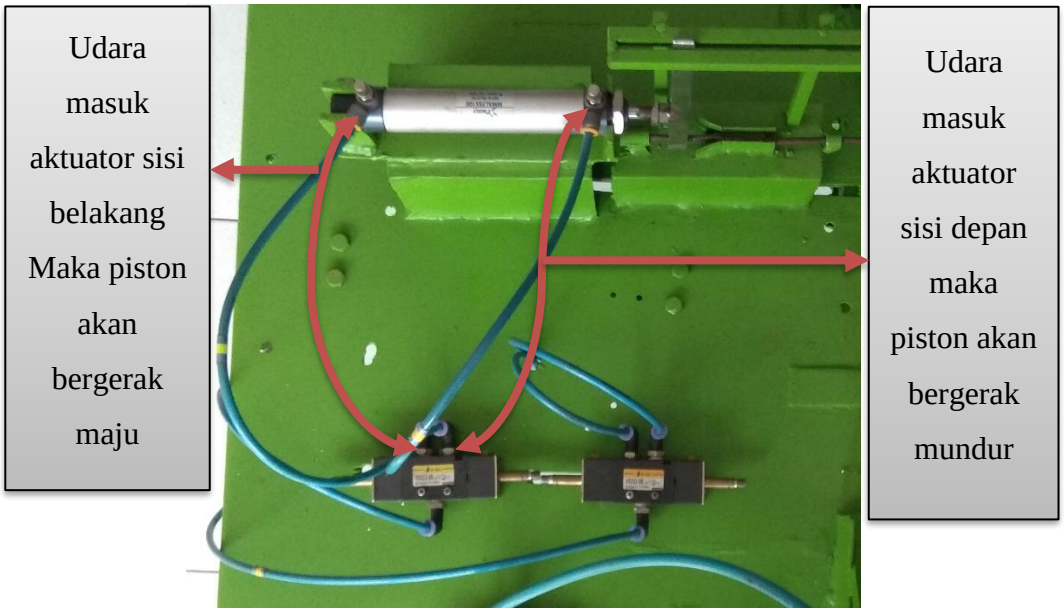
Gambar 4- 12 Sistem kerja alat

Udara yang berasal dari kompresor masuk pada katup arah pneumatik, katup pneumatik berfungsi sebagai pengatur arah udara masuk kedalam aktuator, katup membagi arah udara dari sisi yang berbeda sistem kerja katup dapat dilihat pada Gambar 4- 13.



Gambar 4- 13 Sistem kerja katup arah

Katup akan memasukan udara pada bagian sisi belakang aktuator sehingga mengakibatkan pergerakan piston aktuator bergerak maju. Ilustrasi dapat dilihat pada Gambar 4- 14.



Gambar 4- 14 Arah tekanan udara masuk aktuator

Piston akan kembali mundur ketika katup membuka saluran udara yang masuk kedalam aktuator bagian sisi depan maka piston akan terdorong kebelakang. Begitu pula pada bagian unit penekuk dan pemotong aktuator diatur oleh model katup yang sama untuk mendapatkan pergerkan piston maju mundur.

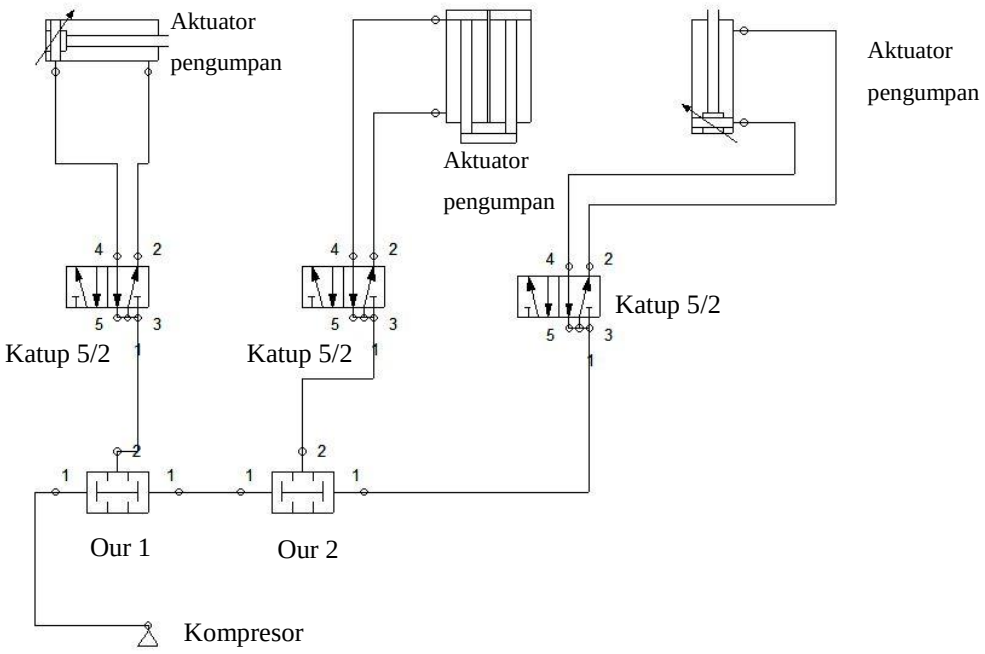
4.2.3 Langkah kerja alat

proses pengerjaan alat untuk dapat membuat begel sebagai berikut:

1. Pengumpan menarik batang besi sepanjang 50mm.
2. Kemudian unit penekuk melakukan tekukan hingga 90°. Setelah batang besi tertekuk, penekuk kembali keposisi awal.
3. Pengumpan menarik lagi batang besi 50 mm sebayak dua kali hingga mendapatkan 100mm kemudian proses penekukan lagi 90°.
4. Kemudian lakukan seperti nomor tiga untuk membuat sisi kedua, ketiga dan keempat, yaitu proses pengumpan sebanyak 6 kali 50+50=100 sisi kedua 50+50=100 sisi ketiga 50+50=100 sisi ke empat.
5. Kemudian sisa sisi terakhir pengumpan bergerak maju 50 mm.
6. Setelah itu lakukan proses pemotongan besi begel.

4.2.4 Kontrol sistem pneumatik

Kontrol sistem pneumatic dapat dilihat pada Gambar 4- 15.



Gambar 4- 15 Gambar Kontrol sistem pneumatik

4.3 Hasil Pengujian Sistem Pengumpan

Dari hasil pengujian, sistem pengumpan dapat mengumpan batang besi sepanjang 50mm. Hasil pengujian pengumpan saat proses pengerjaan dapat dilihat pada Gambar 4- 16 sampai Gambar 4- 20.



Gambar 4- 16 Saat mengumpan 50mm



Gambar 4- 17 Saat mengumpan dua kali menjadi 100mm



Gambar 4- 18 Setelah membuat satu sisi



Gambar 4- 19 Setelah membuat sisi keempat

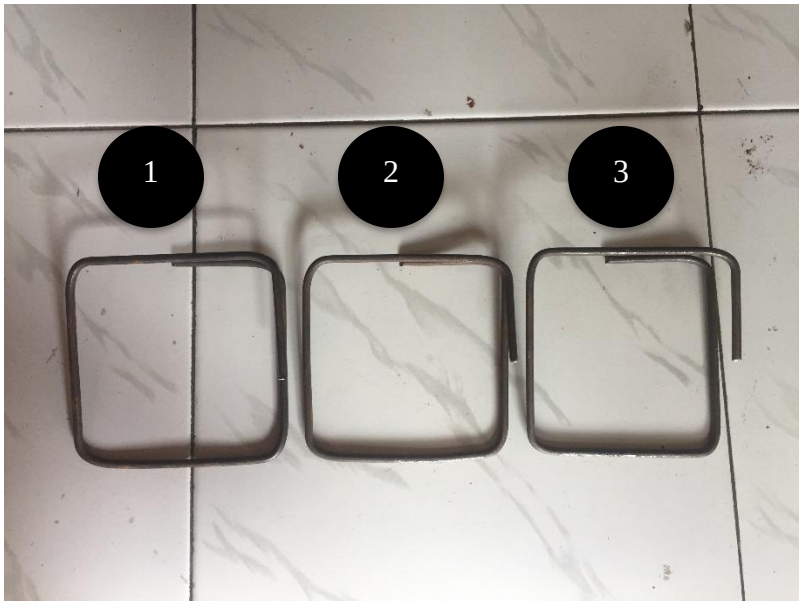


Gambar 4- 20 Saat akan dilakukan pemotongan

4.4 Hasil Pengujian Alat

Pengujian dilakukan untuk mengetahui apakah alat dapat bekerja sesuai dengan tujuannya, yaitu dapat mengumpan batang besi begel dengan panjang

setiap sisi 100mm x 100mm. besi begel yang digunakan adalah baja tulangan beton polos. Pengujian juga dilakukan untuk mengetahui keakuratan dan kepresisian ukuran begel dan untuk melihat perbedaan dari hasi begel yang dibuat secara manual dan dengan menggunakan alat. Hasil pengujian alat dapat dilihat Gambar 4- 21.

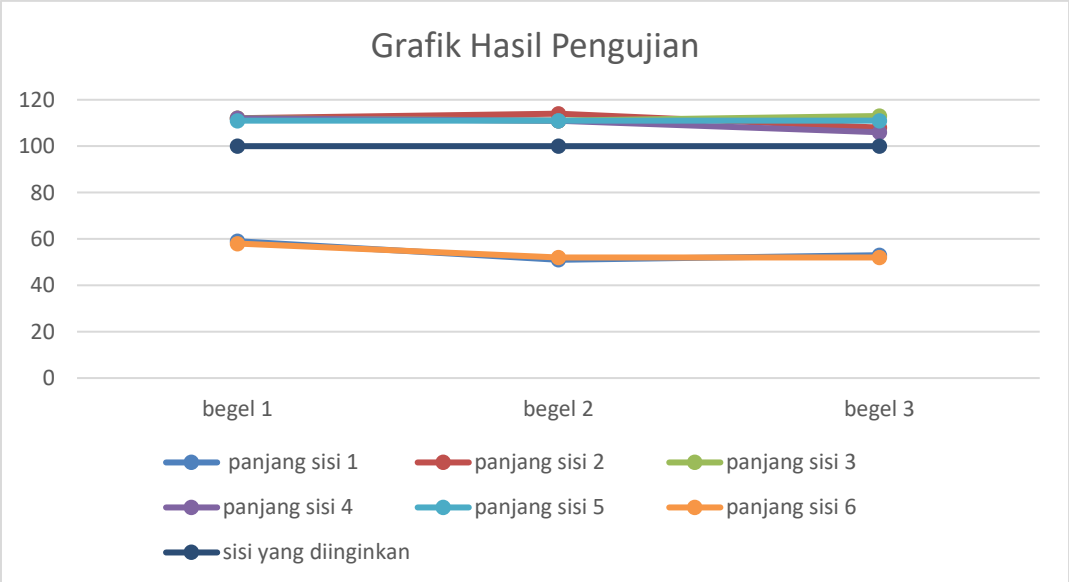


Gambar 4- 21 Begel hasil pengujian

Begel	Panjang Tiap Sisi Begel (mm)						keterangan
	sisi 1	sisi 2	sisi 3	sisi 4	sisi 5	sisi 6	
1	59	112	112	112	111	58	Panjang batang besi untuk digunakan yaitu 2000mm, sisa besi pengujian 343 mm
2	51	114	111	111	111	52	
3	53	108	113	106	111	52	
Total	163	334	336	329	333	162	
Rata-rata	54.3	111.3	112	109.6	111	54	
L	110.9						

Tabel 4- 1 Hasil pengujian

Dari hasil data Tabel 4- 1 yang didapat kemudian dibuat data dengan menggunakan grafik garis yang ditunjukkan pada Tabel 4- 2. Pada grafik garis dijelaskan bahwa begel hasil pengujian ditunjukkan dengan begel 1, begel 2 dan begel 3. Sedangkan panjang sisi begel ditunjukkan dengan angka 0 sampai 120.



Tabel 4- 2 Grafik hasil pengujian

4.5 Analisis dan Pembahasan

4.5.1 Analisis

A. Mekanisme Pengumpan

Mekanisme sistem pengumpan pada alat yang diperbarui pengumpan menggunakan mekanisme penjepitan batang besi dengan dua plat besi yang masuk kedalam jalur jepitan sehingga diharapkan mampu mengumpan atau mendorong batang besi ke unit penekuk dengan ukuruan. Ukuran panjang pengumpanan yaitu 5cm, maka untuk membuat besi begel dengan ukuran 10 x 10cm, pengumpan bergerak dua kali untuk mendapatkan panjang 10 cm mekanisme pengumpan alat baru dapat dilihat pada Gambar 4- 22.



Gambar 4- 22 Mekanisme pengumpan alat baru

B. Pengumpan pada saat maju

Pada saat pengumpan bergerak maju maka plat stainless akan masuk pada jalur atau Lorong lintasan sehingga batang besi akan terjepit dan terbawa sampai plat stainless keluar dari lorong dapat dilihat pada Gambar 4- 23.



Gambar 4- 23 Pengumpan pada saat maju

C. Pengumpan pada saat kembali keposisi awal

Saat pengumpan kembali ke posisi awal maka plat stainless yaitu penjepit akan melewati sisi luar lintasan, sehingga batang besi tidak akan terbawa kembali. Mekanisme saat pengumpan balik dapat dilihat pada Gambar 4- 24.



Gambar 4- 24 Pengumpan saat kembali keposisi awal

D. Pengumpan saat keluar dari lintasan

Ketika penjepit keluar dari jalur lintasan maka batang besi tidak akan terjepit lagi sehingga tepat pada ukuran. Mekanisme saat keluar dari lintasan dapat dilihat pada Gambar 4- 25.



Gambar 4- 25 Pengumpan saat keluar lintasan

4.5.2 Pembahasan

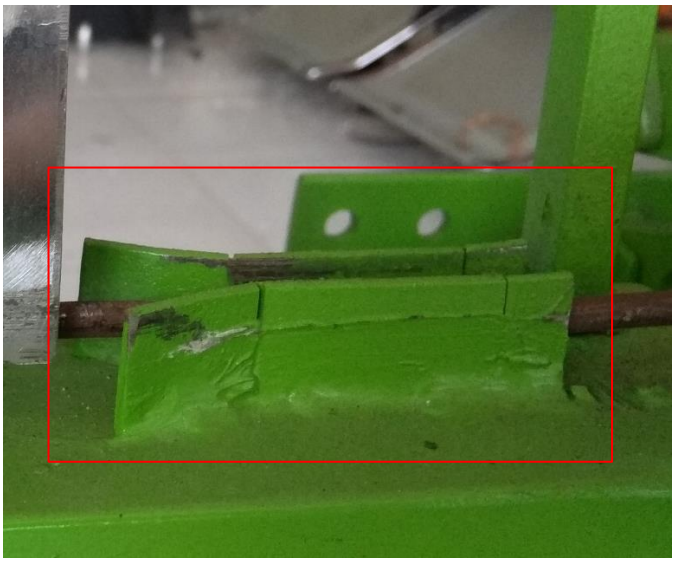
Dari data tabel 4.1 pada hasil pengujian begel diameter 4,7 mm dengan panjang total kawat 2000 mm, didapatkan rata-rata panjang sisi pertama 54.3 mm, panjang sisi kedua 111,3 mm, rata-rata panjang sisi ketiga 112 mm, rata-rata panjang sisi keempat 109,6 mm dan rata-rata panjang sisi kelima 111 mm, sisi keenam 54. Sisa batang besi pengujian begel 343 mm. Pada pengujian ini terdapat hasil panjang setiap sisi yang berbeda karena adanya kekesatan pada batang besi terhadap landasan sehingga penjepit menimbulkan hentakan yang mengakibatkan terdapat kelebaman batang besi. Untuk mengetahui hasil rata-rata pada tiap sisinya, total rata-rata panjang sisi kedua, ketiga, keempat dan kelima dijumlahkan dan dibagi 4, sehingga panjang rata-rata tiap sisinya 110.90 mm.

4.6 Peluang Perbaikan

Pada perancangan alat tentu terdapat kendala dan solusi yang ditemui agar alat yang dirancang selesai sesuai tujuan, maka permasalahan dan solusi pada alat pembuat begel pneumatik dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. **Sisi Lintasan**

Sisi lintasan yang dibuat secara permanen menyebabkan kesat saat plat penjepit masuk kedalam dikarenakan batang besi yang tidak presisi atau bengkok, maka membuat plat penjepit tersangkut pada sisi lintasan. Oleh karena itu solusinya sisi lintasan jangan dilas permanen, lebih baiknya sisi lintasan dibuat sistem pergeseran untuk mengantisipasi terjadinya kesat pada sisi lintasa dan plat penjepit. Sistem pergeseran sisi bisa menggunakan sebuah pegas yang dapat mengembalikan ke posisi dan memberikan tekanan balik. Sisi lintasan dapat dilihat pada Gambar 4- 26.



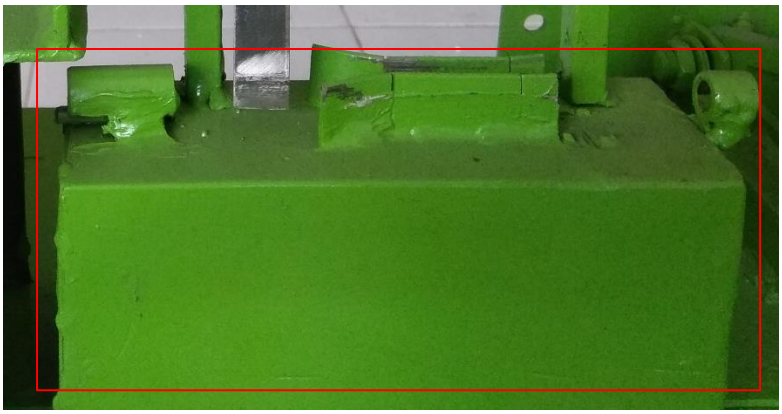
Gambar 4- 26 Sisi lintasan atau jalur penjepit

2. **Dudukan Lintasan**

Dudukan lintasan yang dilas permanen menyebabkan hanya mendapat satu ukuran yaitu 50mm. Maka ukuran begel yang dibuat menggunakan kelipatan lima yaitu ketika ingin membuat ukuran begel 100x100mm pengumpan bergerak dua kali, gerakan pertama 50mm kemudian gerakan kedua 50mm sehingga mendapat 100mm. Dan juga sisa sisi begel yang tidak seharusnya 50mm. hal tersebut

dikarenakan ukuran lintasan 50mm. Solusinya yaitu dibuat dudukan lintasan bergerak dan dibuat lintasan dengan dua ukuran untuk sisa sisi, yaitu 30mm untuk ukuran lintasan pertama kemudian lintasan kedua yaitu 50mm.

Lintasan 1 dan 2 dibuat dalam satu dudukan dengan diberi jarak 20mm. sistem pengumpan ditambah satu aktuator, aktuator satu untuk pergerakan penjepit dan aktuator dua untuk dudukan lintasan. Sistem kerjanya adalah saat penjepit bergerak maju masuk kedalam lintasan ukuran 30mm maka menarik batang besi sepanjang 30mm. Kemudian ketika penjepit kembali posisi awal atau balik kebelakang, majukan aktuator kedua untuk menggerakan dudukan lintasan sehingga lintasan kedua berada diposisi lintasan pertama, dan lintasan pertama akan bergeser kedepan. Setelah itu majukan penjepit dan masuk kedalam lintasan kedua yang berukuran 50mm sehingga batang besi tertarik sepanjang 50mm, dan lakukan gerakan kedua untuk mendapatkan 50mm jadi batang besi mendapat ukuran 100mm setelah itu dilakukan proses kebagian penekuk. Dan lanjutkan untuk sisi kedua sampai sisi keempat, setelah sisi keempat dibuat, maka mundurkan dudukan lintasan untuk membuat sisa sisi ukuran 30mm. Dudukan lintasan dapat dilihat pada Gambar 4- 27.

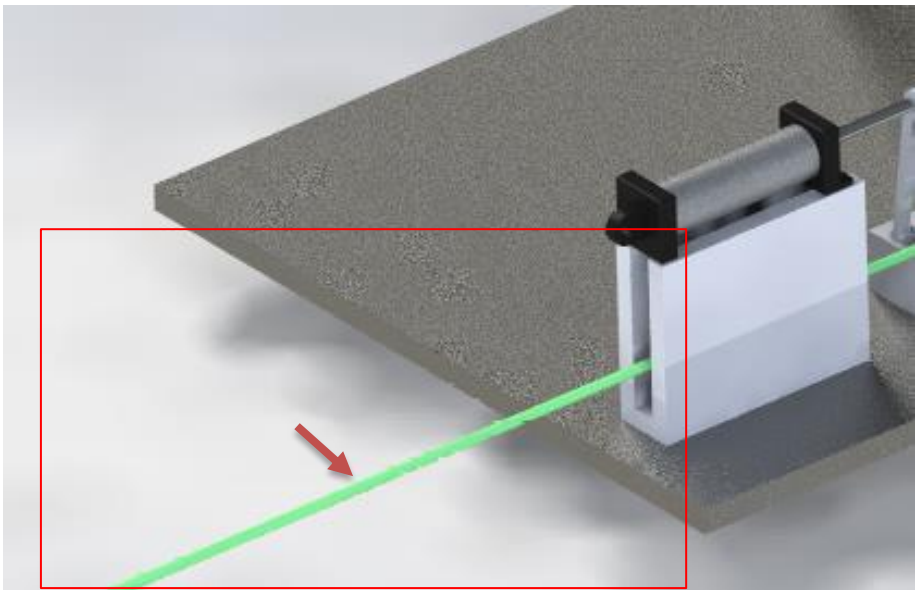


Gambar 4- 27 Dudukan lintasan

3. Harus Dibuat Dudukan Batang Besi

Harus dibuat dudukan batang besi agar batang besi berposisi rata saat di bentangkan. Dikarenakan tidak dibuatnya dudukan batang besi, maka batang besi melengkung kebawah hal tersebut mengakibatkan daya dorongan penjepit tidak

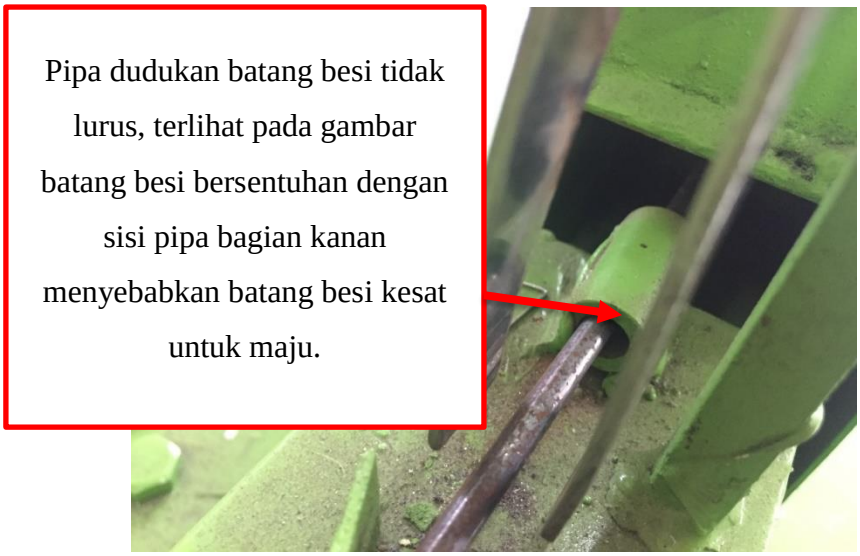
kuat dan terjadi slip atau tersangkut. Kendala dan solusinya dapat dilihat pada Gambar 4- 28



Gambar 4- 28 Solusi pembuatan dudukan batang besi

4. Dudukan Batang Besi Tidak Lurus

Masih terdapat kendala yaitu batang besi masih belum akurat dengan ukuran yang seharusnya 50mm terumpan, tetapi batang besi terumpan rata-rata 61mm. Hal tersebut dikarenakan adanya hentakan yang disebabkan oleh penjepit. Penjepit bisa menghentakan karena batang besi yang kesat, besi bengkok dan pipa dudukan batang besi tidak senter atau lurus hal itu mengakibatkan adanya gesekan yang menghambat batang besi untuk ditarik diumpankan pada proses penekukan dapat dilihat pada gambar Gambar 4- 29 dan Gambar 4- 30.



Gambar 4- 29 Pipa dudukan batang besi



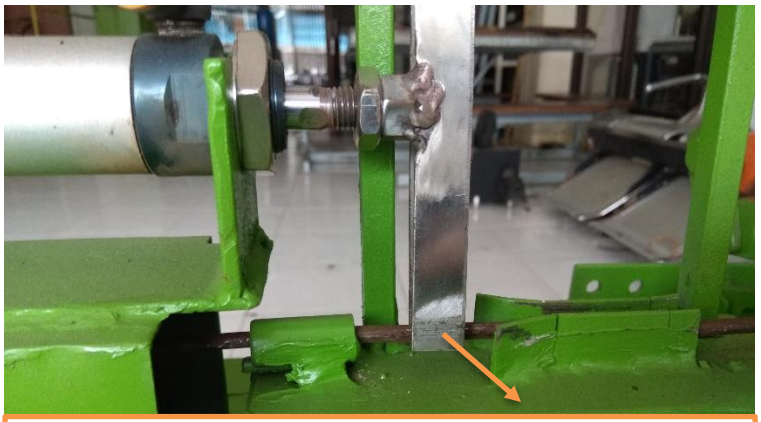
Gambar 4- 30 Lubang pipa tidak rata dengan landasan batang besi

Dari hasil penelitian ketika batang besi lurus penjepit akan mudah menarik batang besi. Tetapi karena batang besi ada sedikit bengkokan penjepit sedikit susah untuk menarik batang besi, hal itulah yang dapat berubah-ubah ukuran sisi begel akibat hentakan.

5. Plat Penjepit Tidak Kasar

Tidak adanya dibuat bergerigi pada sisi penjepit bagian dalam. Ketika batang besi akan diumpan kemudian berat untuk ditarik, disebabkan batang besi bengkok atau bergesekan dengan sisi lintasan. Maka akibat dari itu penjepit loss

atau slip dikarenakan licin tidak adanya cengkaman dari gerigi atau plat kasar yang dapat mencekam batang besi. Plat penjepit dapat dilihat pada Gambar 4- 31.



Gambar 4- 31 Sisi dalam plat harus dibuat kasar atau bergerigi

BAB 5
PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian perancangan ulang sebuah alat pembuat begel khususnya pada bagian mekanisme pengumpan yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Telah berhasil dirancang ulang alat pembuat begel berbasis pneumatik khususnya pada bagian pengumpan batang besi dengan menggunakan mekanisme penjepitan.
2. Mekanisme pengumpan dapat membuat ukuran begel 100mm dengan dua kali gerakan piston pneumatik maju. sehingga untuk menghasilkan ukuran 100x100mm pengumpan bergerak sebanyak 10 kali gerakan.
3. Dari hasil desain yang telah diwujudkan dengan menggunakan mekanisme jepitan, batang besi dapat terumpan kebagian unit penekuk, dan saat penjepit balik keposisi awal batang besi tidak ikut terbawa kembali.
4. Kelebihan panjang ukuran umpanan dari 50mm menjadi rata-rata 54mm, disebabkan masih kurang akuratnya pengumpan menarik batang besi.
5. Masih terdapat slip penjepit dengan batang besi saat batang besi kesat untuk diumpan hal tersebut karena adanya kelengkungan atau sangkutan pada sisi lintasan.

5.2 Saran

Dari hasil penelitian ini alat masih bisa dikembangkan karena masih terdapat kekurangan sehingga diharapkan dapat menutupi kekurangan alat pembuat begel menggunakan sistem pneumatik yaitu:

1. Masih perlu di pertimbangkan dalam ukuran karena pengumpan hanya mempunyai ukuran 50mm saja.
2. Lintasan penjepit dibuat sistem menggeser yaitu dengan menambahkan pegas agar penjepit bisa mengikuti alur batang besi.
3. Dudukan lintasan dibuat sistem menggeser.

4. Penambahan lintasan ukuran 30mm untuk membuat sisa sisi begel.
5. Penambahan aktuator pneumatik satu lagi untuk menggerakan dudukan lintasan.
6. Dibuatkan untuk dudukan batang besi saat dibentangkan untuk mencegah kelengkungan yang mengakibatkan kesat atau slip.
7. Pipa dudukan batang besi harus dibuat sepresisi mungkin dengan dudukan batang besi bagian belakang.
8. Perlu adanya tambahan seperti kontroler berbasis komputer agar alat dapat dengan mudah beroprasi dengan sendirinya secara otomatis, seperti untuk membuka katup atau menutup katup.

DAFTAR PUSTAKA

Aji, A. A. P. (2016). Perancangan Dan Pembuatan Alat Pendorong Dan Pemotong Ring Kotak Sloof Menggunakan Sistem Pneumatik. *Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia*.

Akhmad, A. A. (2009). Perancangan simulasi sistem pergerakan dengan pengontrolan pneumatik untuk mesin pengamplas kayu otomatis. *Jurnal Rekayasa SRIWIJAYA*, *3*, 21–27.

Al Asad, H. (2016). Perancangan dan pembuatan alat penekuk besi perancangan dan pembuatan alat bending pneumatik untuk pembentukan ring kotak sloof. *Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia*.

Ardiansyah, R. (2010). Begel penahan geser yang tak bisa disepelekan. Retrieved November 10, 2018, from ronymedia.wordpress.com: https://ronymedia.wordpress.com

Arismanto. (2018). Perancangan ulang pemotong kawat besi pada alat pembuat sengkang berbasis pneumatik. *Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia*.

Cania, D. (2017). *Mekanisme penekuk dan pemotong pada rancangan mesin semi otomatis begel skala UKM*. Yogyakarta.

Habiburohman. (2018). Perancangan sistem penekuk pada simulator mesin cnc pembuat begel. *Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia*.

Lubis, A. S. (n.d.). Perancangan alat penekuk begel menggunakan sistem pneumatik. *Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia*.

Pramana, Y. T. (2017). Perancangan dan pembuatan sistem pengumpan pada mesin begel semi otomatis skala UKM. *Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia*.

Prasetio, P. J. D., & Pradana, R. (2013). Perancangan alat peraga mesin frais vertikal dengan sistem penggerak pneumatik. *Jurnal Teknik Mesin*, *2*.

Riyanto, Y. S. (2016). Perancangan mesin pemecah kemiri dengan mekanisme spinner bertingkat. *Fakultas Teknologi Industri ATMA JAYA Yogyakarta*, (Juli), 13–17.

Santono, A. beni, Martinus, & Sugiyono. (2013). Pembuatan otomasi pengaturan kereta api, pengereman, dan palang pintu pada rel kereta api mainan berbasis mikrokontroler. *Jurnal FEMA*, *1*, 16–22.

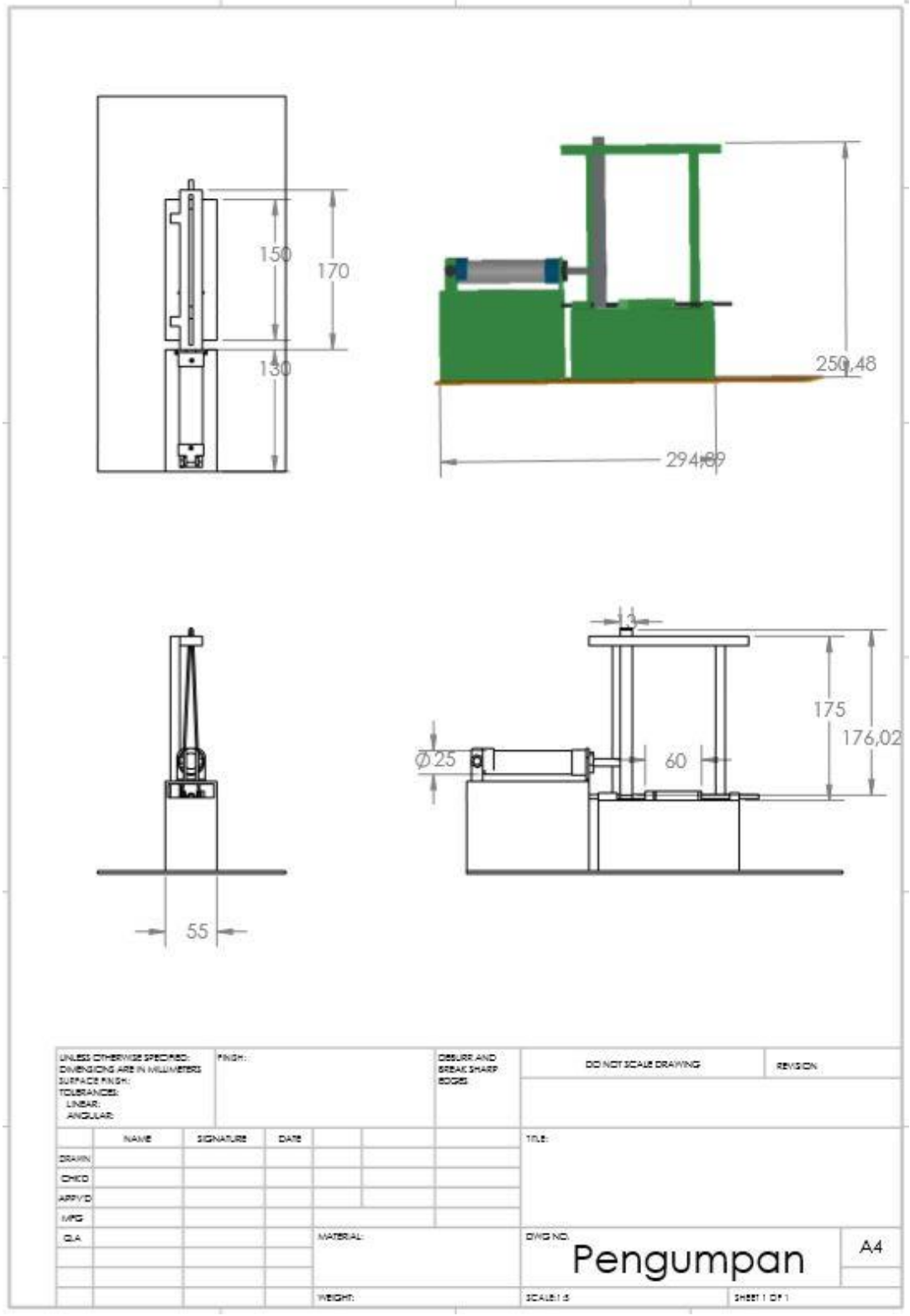
Son, L., & Satria, F. (2014). Rancang bangun alat bending sengkang pada kolom skala laboratorium. *Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Andalas, Padang*, *21*, 76–82.

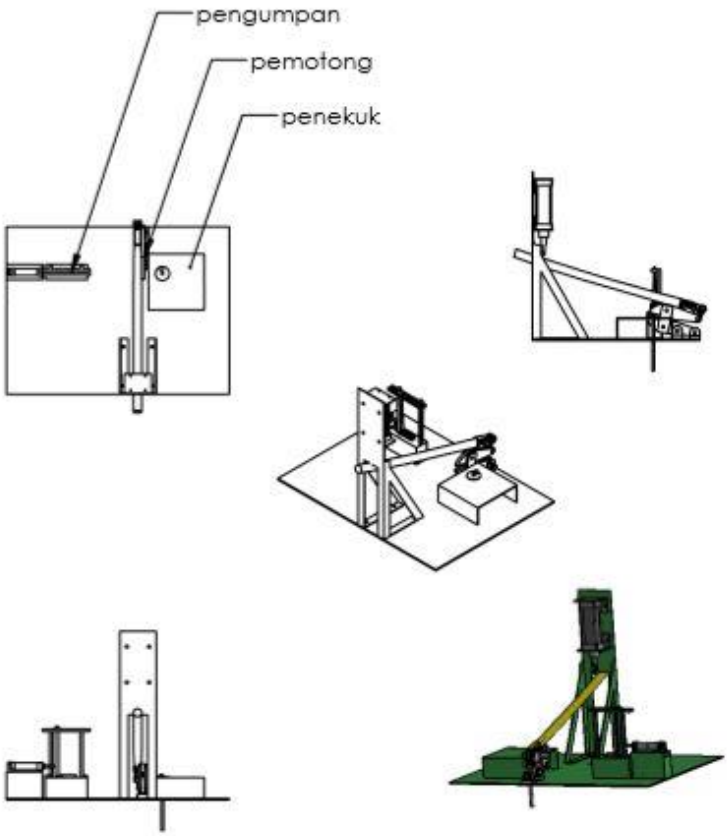
Sudaryono. (2013). *Pneumatik & hidrolik pneumatik*. (M. Soleh, Ed.). Jakarta.

Surya, S. (2014). Feeder, alat pengantar dan penggerak benda kerja. Retrieved October 3, 2018, from http://silsurya.blog.uns.ac.id

Suwito, G. C. (2018). Perancangan sistem pengumpan pada simulasi mesin cnc pembuat begel. *Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia*.

LAMPIRAN 1

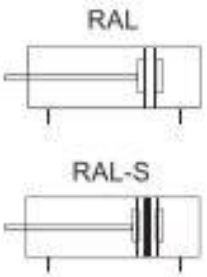

150
170
130
250,48
294,89
3
175
176,02
Ø25
60
55
UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:
DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
SURFACE FINISH:
TOLERANCES:
LINEAR:
ANGULAR:
FINISH:
DEBURR AND BREAK SHARP EDGES
DO NOT SCALE DRAWING
REVISION
NAME
SIGNATURE
DATE
TITLE:
DRAWN
CHKD
APPV'D
MFG
Q.A.
MATERIAL:
DWG NO.
Pengumpan
A4
WEIGHT:
SCALE:1:5
SHEET 1 OF 1



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR:		FINISH:			DEBURR AND BREAK SHARP EDGES	DO NOT SCALE DRAWING		REVISION
	NAME	SIGNATURE	DATE			TITLE:		
DRAWN								
CHKD								
APPVD								
MFG								
QA				MATERIAL:		DWG NO. gabungan unit		A4
				WEIGHT:		SCALE:1:20	SHEET 1 OF 1	

LAMPIRAN 2





How to Order ?

Series No	Cushion Type	Type No	Bore	X	Stroke	–	Adjustable stroke	–	Magnet No	–	Tail type	–	Mounting type	–	Thread type
RAL	C: Air cushion Blank: Rubber cushion	Blank: Basic type D: Double shaft type J: Double shaft and adjustable stroke type SA: Single action extend type SB: Single action return type	16 20 25 32 40		25 50 75 ...		10 20 30 40 50 75 100		Blank: No Magnet S: With Magnet		Blank: Swiveling tail U: Flat tail CM: Round tail		Blank: No LB FA SDB IJ YJ BJ ...		Blank: G P: PT T: NPT

Order Example:

RAL series, Double shaft and adjustable stroke type, air cushion, Bore 32mm, stroke 25mm, Adjustable stroke 20, with magnet, No Mounting type, Round tail, PT thread.
ERP code is: RALCJ32*25–20–S–CM–P
Note: If cylinder with several different mounting accessories, pls with this sequential coding: LB/FA/SDB /IJ/YJ/BJ

Specifications

Bore size(mm)	16	20	25	32	40
Acting type	Double Acting/Single Acting				
Working medium	Clean Air(40 μ m filteration)				
Working pressure (MPa)	0.1~0.7(Double Acting) 0.2~0.7(Single Acting)	0.1~1.0(Double Acting) / 0.2~1.0(Single Acting)			
Guaranteed pressure (MPa)	1.5				
Working temperature (℃)	-20~80(Dry air)				
Speed range (mm/s)	50~800				
Cushion type	Fixed cushion / Air cushion				
Barrel material	Aluminum alloy				
Mounting type	LB FA SDB				
Port size	M5×0.8	G1/8❶			G1/4❶

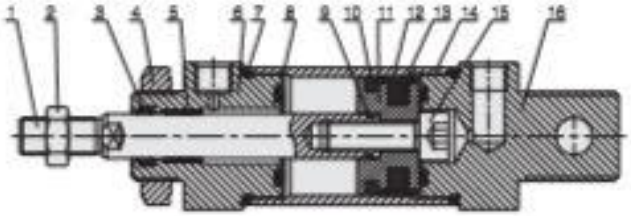
❶ NPT、PT port size is optional.

1

Stroke

Bore (mm)		Standard stroke (mm)	Max. stroke (mm)
Double Acting	16–20	25 50 75 80 100 125 150 160 175 200 250 300	800
	25–40	25 50 75 80 100 125 150 160 175 200 250 300 350 400 450 500	1500
Single Acting	16	25 50 75 100	100
	20–40	25 50 75 100 125 150	150

Internal Structure

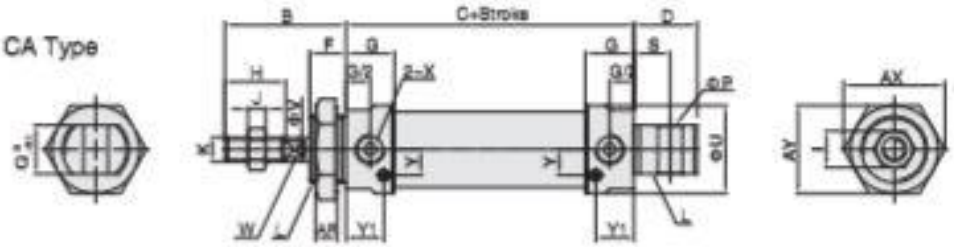


NO.	Part name	Material
1	Piston rod	S45C hard chrome carbon steel
2	Nut	Carbon steel
3	Piston rod seal	NBR
4	Nut	Carbon steel
5	Self lubricating bearing	Bronze powder
6	Head cover	Aluminum alloy
7	O-ring	NBR
8	Anti-bump cushion	TPU
9	O-ring	NBR
10	Piston seal	NBR
11	Piston	Aluminum alloy
12	Wear ring	PTFE
13	Magnet	Plastic
14	Barrel	Aluminum alloy
15	Hexagon screw	Carbon steel
16	Rear cover	Aluminum alloy

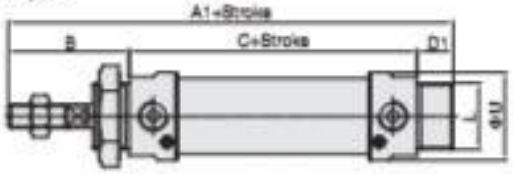
Main dimensions

RAL Φ16–Φ40

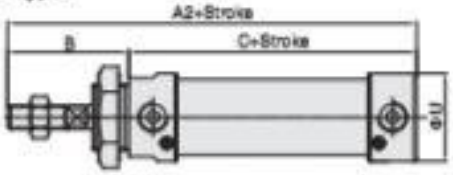
CA Type



CM Type



U Type



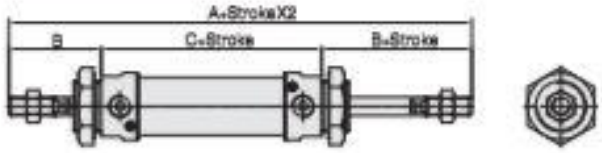
(mm)

Bore/Sign	A1	A2	B	C	D	D1	F	G	H	I	J	K	L	P	Q	S	U	V	W	X	AR	AX	AY	Y	Y1
16	102	92	36	56	14	10	14	11	16	10	5	M8X1.0	M16X1.5	6	12	7	20	6	5	M5X0.8	6	25	22	6.3	8
20	122	110	40	70	21	12	12	16	20	12	6	M8X1.25	M22X1.5	8	16	12	29	8	6	1/8"	7	33	29	8.5	12.5
25	128	114	44	70	21	14	14	16	22	17	6	M10X1.25	M22X1.5	8	16	12	34	10	8	1/8"	7	33	29	10	12.5
32	128	114	44	70	27	14	14	16	22	17	6	M10X1.25	M24X2.0	10	16	15	39.5	12	10	1/8"	8	37	32	12	12
40	152	138	46	92	27	14	14	22	24	17	7	M12X1.25	M30X2.0	12	20	15	49.5	16	14	1/4"	9	47	41	16	16

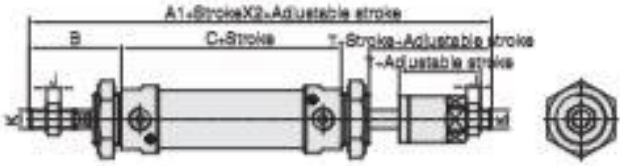
Note: With magnet and without magnet, the dimensions are same.

Main dimensions

RALD Φ16–Φ40



RALJ Φ16–Φ40



Bore\Sign	A	A1	B	C	J	K	T
16	128	127	36	58	5	M6X1.0	21
20	150	147	40	70	6	M8X1.25	25
25	158	155	44	70	6	M10X1.25	27
32	158	155	44	70	6	M10X1.25	27
40	184	180	46	92	7	M12X1.25	28

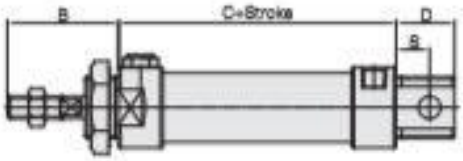
Note: Unlabeled the same size as standard type.

Main dimensions

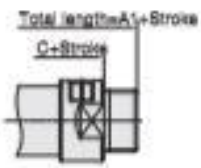
RALSB Φ16–Φ40



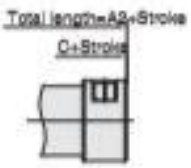
CA Type



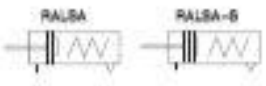
CM Type



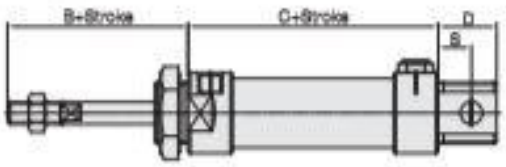
U Type



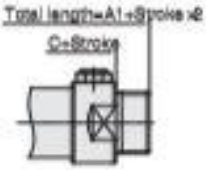
RALSA Φ16–Φ40



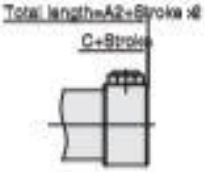
CA Type



CM Type



U Type



Bore\Sign	A1			A2			C			B	D	S
	0–50	51–100	101–150	0–50	51–100	101–150	0–50	51–100	101–150			
16	127	152	–	117	142	–	81	106	–	36	14	7
20	147	172	197	135	160	185	95	120	145	40	21	12
25	153	178	203	139	164	189	95	120	145	44	21	12
32	153	178	203	139	164	189	95	120	145	44	27	15
40	177	202	227	163	188	213	117	142	167	46	27	15

Note: Unlabeled the same size as standard type.