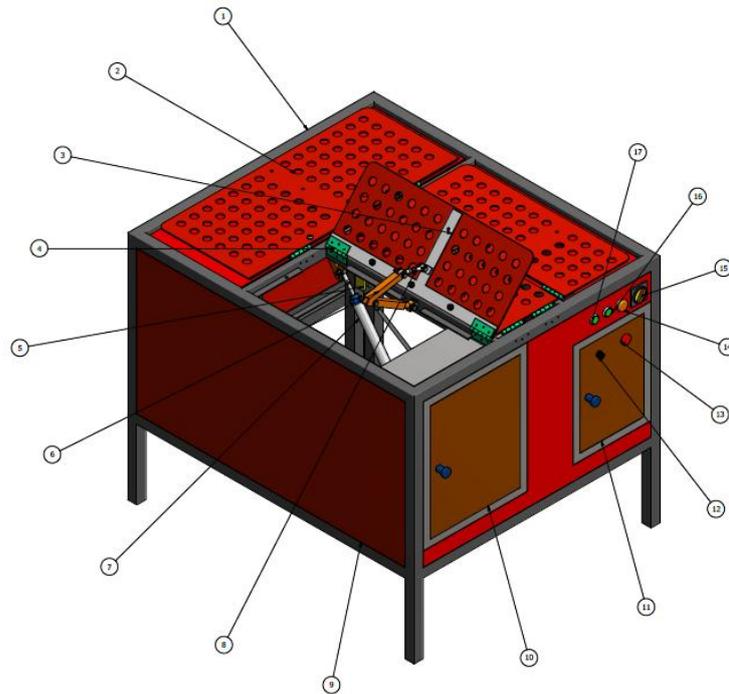


BAB IV

HASIL PERANCANGAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Perancangan



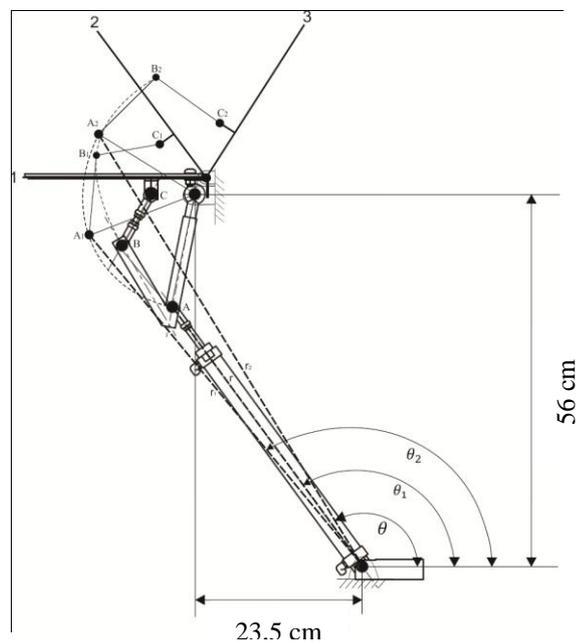
Gambar 4.1 Desain Alat Pelipat Baja

Gambar 4.1 menunjukkan hasil rancangan *Prototype* pelipat baja menggunakan *software Autodesk Inventor Professional 2013*, terdapat beberapa komponen yang ditunjukkan pada gambar yaitu :

- | | |
|--|-----------------------------------|
| 1. Kerangka Utama | 10. Box <i>Solenoid Valve</i> |
| 2. Plat <i>Aluminium Composite Panel (ACP)</i> | 11. Box <i>PLC</i> |
| 3. Plat Penumpu <i>ACP</i> | 12. <i>Fuse / Sekering DC</i> |
| 4. Engsel | 13. Lampu Indikator |
| 5. Tumpuan <i>Cylinder Pneumatik</i> | 14. Tombol <i>Emergency</i> |
| 6. Batang Penghubung | 15. Saklar Utama <i>ON/OFF</i> |
| 7. <i>Cylinder Pneumatik</i> | 16. <i>PushButton</i> Awal mulai |
| 8. <i>Balljoint</i> | 17. <i>PushButton</i> Menjalankan |
| 9. <i>Casing</i> Plat <i>ACP</i> | |

4.2 Perancangan Mekanisme Gerak

Sintesa adalah perancangan dari suatu mekanisme untuk menghasilkan suatu gerakan keluaran yang diinginkan dari gerakan masukan yang diberikan. Berbagai tipe mekanisme seperti rangkaian batang penghubung, nok, permukaan yang menggelinding, termasuk roda-roda gigi, dapat digunakan untuk memperoleh keluaran yang diinginkan dari suatu masukan yang diberikan. (Martin George H. 1984) Perancangan untuk posisi gerakan dapat dilihat pada Gambar 4.2

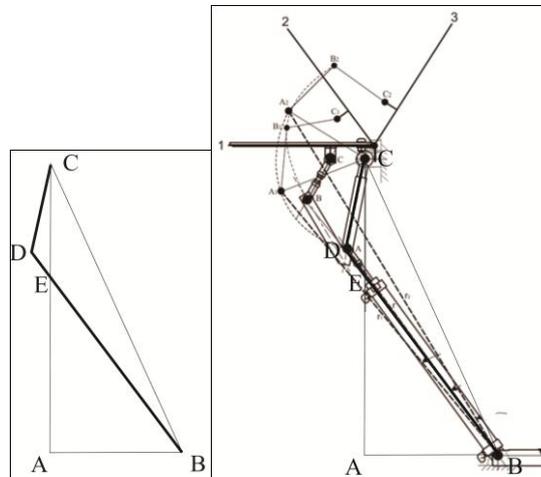


Gambar 4.2 Skema Posisi Dari Batang Perangkai

4.2.1 Perhitungan Perancangan Batang Penghubung

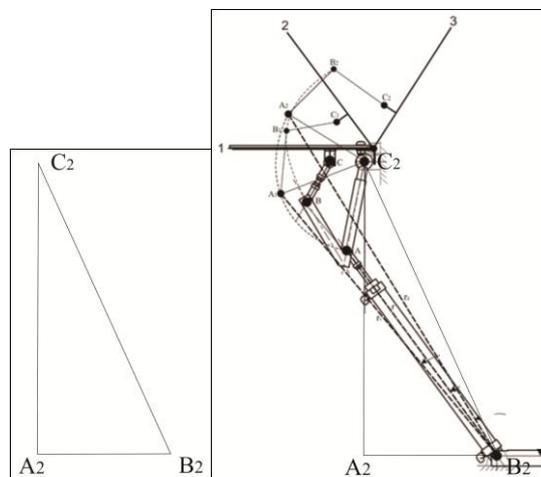
Dalam perhitungan menggunakan trigonometri ilmu ukur segitiga atau pengukuran segitiga. Trigonometri mempelajari sudut dan fungsinya.

1. Perhitungan panjang dan besar sudut DC



Gambar 4.3 Skema Segitiga penggerak

Gambar 4.3 merupakan skema segitiga dari penggerak. Terdapat tiga segitiga sembarang dalam gambar tersebut. segitiga yang pertama dapat dilihat pada gambar 4.4.



Gambar 4.4 Skema bentuk segitiga kedua

Diketahui :

$$A_2C_2 = 56 \text{ cm}$$

$$A_2B_2 = 23,5 \text{ cm}$$

$$\angle A_2 = 90^\circ$$

a. Menghitung $\angle C_2$

$$\angle C_2 = \tan^{-1} \left(\frac{AB}{AC} \right) \dots\dots\dots 1$$

$$\angle C_2 = \tan^{-1} \left(\frac{23,5}{56} \right)$$

$$\angle C_2 = 22,76^\circ$$

b. Menghitung panjang B_2C_2

$$B_2C_2 = \left(\frac{A_2C_2}{\cos(\angle C)} \right) \dots\dots\dots 2$$

$$B_2C_2 = \left(\frac{56}{\cos(22,76)} \right)$$

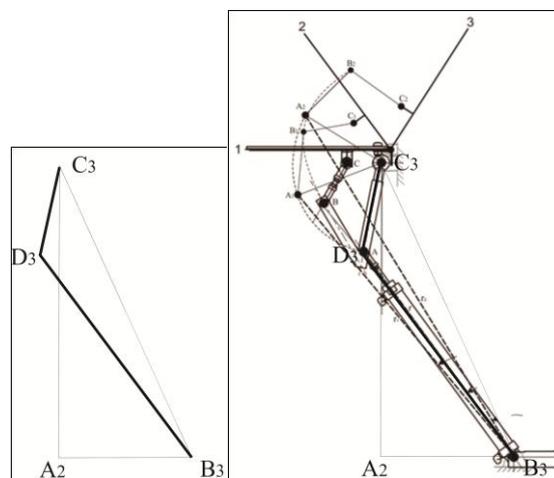
$$B_2C_2 = 60,72 \text{ cm}$$

c. Menghitung $\angle B_2$

$$\angle B_2 = 180^\circ - (\angle C_2) - (\angle A_2) \dots\dots\dots 3$$

$$\angle B_2 = 180^\circ - (22,76^\circ) - (90^\circ)$$

$$\angle B_2 = 67,24^\circ$$



Gambar 4.5 Skema segitiga untuk batang penghubung pertama

Diketahui :

$$B_3D_3 = 45 \text{ cm}$$

$$\angle C_3A_2 = 270^\circ - 260^\circ = 10^\circ$$

a. Menghitung $\angle B_3$

$$\angle B_3 = \angle B_2 - \angle B_1 \dots\dots\dots 4$$

$$\angle B_3 = 67,24^\circ - 60^\circ$$

$$\angle B_3 = 7,24^\circ$$

b. Menghitung $\angle C_3$

$$\angle C_3 = \angle C_2 + \angle C_3A_2 \dots\dots\dots 5$$

$$\angle C_3 = 22,76^\circ + 10^\circ$$

$$\angle C_3 = 32,76^\circ$$

c. Menghitung $\angle D_3$

$$\angle D_3 = 180^\circ - \angle C_3 - \angle B_3 \dots\dots\dots 6$$

$$\angle D_3 = 180^\circ - 32,76^\circ - 7,24$$

$$\angle D_3 = 140^\circ$$

d. Mencari panjang D_3C_3

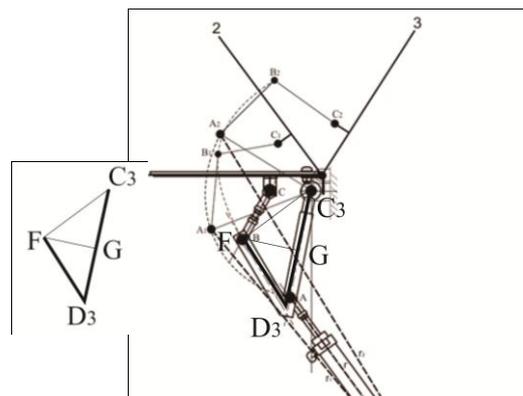
$$D_3C_3 = \sqrt{B_3D_3^2 + B_2C_2^2 - 2 \cdot B_3D_3 \cdot B_2C_2 \cos(\angle B_3)} \dots\dots\dots 7$$

$$D_3C_3 = \sqrt{45^2 + 60,72^2 - 2 \cdot 45 \cdot 60,72 \cos(7,24)}$$

$$D_3C_3 = 17,04 \text{ cm}$$

Sehingga, ukuran untuk batang penghubung DC sebesar 17,04 cm dengan sudut $32,76^\circ$

2. Perhitungan panjang dan sudut D_3F



Gambar 4.6 Skema segitiga untuk batang penghubung kedua

Diketahui :

$$D_3C_3 = 17,04 \text{ cm}$$

$$FG = 8,5 \text{ cm}$$

a. Menghitung $\angle D_3$

$$\angle D_3 = \tan^{-1} \left(\frac{FG}{D_3G} \right) \dots\dots\dots 8$$

$$\angle D_3 = \tan^{-1} \left(\frac{8,5}{8,5} \right)$$

$$\angle D_3 = 45^\circ$$

b. Menghitung panjang D_3F

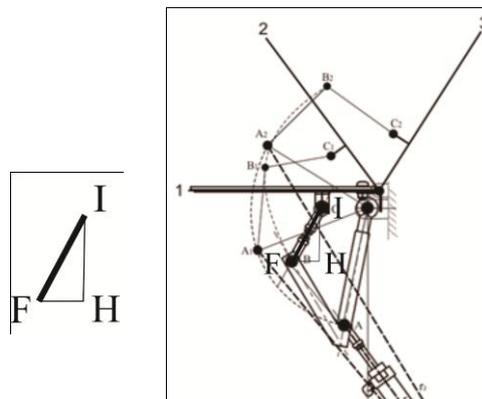
$$D_3F = \left(\frac{D_3G}{\cos(\angle D_3)} \right) \dots\dots\dots 9$$

$$D_3F = \left(\frac{8,5}{\cos(45^\circ)} \right)$$

$$D_3F = 12,020 \text{ cm}$$

Jadi, untuk panjang batang penghubung D_3F adalah 12,020 cm dengan sudut 45°

3. Perhitungan Panjang dan Sudut FI



Gambar 4.7 Skema segitiga untuk batang penghubung ketiga

Diketahui :

$$FH = 2,5 \text{ cm}$$

$$HI = 8,5 \text{ cm}$$

$$\angle H = 90^\circ$$

a. Menghitung $\angle I$

$$\angle I = \tan^{-1} \left(\frac{FH}{HI} \right) \dots\dots\dots 8$$

$$\angle I = \tan^{-1} \left(\frac{2,5}{8,5} \right)$$

$$\angle I = 16,38^\circ$$

b. Menghitung $\angle F$

$$\angle F = 180^\circ - \angle H - \angle I \dots\dots\dots 9$$

$$\angle F = 180^\circ - 90^\circ - 16,38^\circ$$

$$\angle F = 73,62^\circ$$

c. Menghitung Panjang FI

$$FI = \left(\frac{HI}{\cos(\angle I)} \right) \dots\dots\dots 10$$

$$FI = \left(\frac{8,5}{\cos(16,38)} \right)$$

$$FI = 8,85 \text{ cm}$$

Jadi, Panjang batang penghubung ketiga atau FI sebesar 8,85 cm dengan sudut $73,62^\circ$

4.3 Perancangan Sistem *Pneumatik*

Dalam perancangan Silinder *Pneumatik* yang harus dihitung diantaranya menentukan ukuran silinder *pneumatik*, perhitungan daya kompressor, menghitung kapasitas waktu pelipatan baju, menentukan motor penggerak, gaya efektif piston, konsumsi udara tiap langkah piston dan konsumsi udara yang diperlukan setiap menit. Hal utama yang didapatkan adalah berapa besar gaya yang diterima oleh silinder dan panjang langkah yang harus digunakan untuk memindahkan beban.

4.3.1 Menentukan Silinder *Pneumatik*

Dalam perancangan Silinder *Pneumatik* pertama yang dihitung adalah gaya tekan yang didapatkan dengan rumus seperti dibawah ini :

$$F = m \times a \dots\dots\dots 1$$

Untuk menghitung Gaya (F) maka dapat dihitung dengan mengetahui masa beban yang akan digunakan dalam Plat pelipat baju. Maka didapatkan masa yang digunakan 0,75 Kg sampai 1,95 Kg.

Sehingga dapat diperoleh :

$$F = 1,95 \text{ Kg} \times 10 \text{ m/s}^2$$

$$F = 195 \text{ N}$$

Setelah melihat hasil Gaya (F) maka yang diambil dalam perancangan tekan sebesar (F) = 195 N

Cara menghitung besar diameter Silinder *Pneumatik* yang digunakan, maka dapat digunakan rumus seperti dibawah ini :

$$F = (P \times A \times \mu) \text{ (Festo : 5)..... 2}$$

Diketahui :

$$F \text{ (Gaya)} = 195 \text{ N}$$

$$R \text{ (Gesekan)} = 5\% \times 195 \text{ N} = 0,956$$

$$P \text{ (Tekanan Kerja Untuk Pneumatik)} = 6 \text{ bar} = 6 \times 10^5 \text{ Pa}$$

$$\mu \text{ (Koefisien gesekan)} = 0,8$$

Perhitungan

$$F = (P \times A \times \mu)$$

$$195 = 6 \times 10^5 \times \frac{\pi \times D^2}{4} \times 0,8$$

$$195 \times 4 = 6 \times 10^5 \times \pi \times D^2 \times 0,8$$

$$780 = 15,079 \times 10^5 \times D^2$$

$$D^2 = \frac{780 \text{ N}}{15,079 \times 10^5 \text{ pa}}$$

$$D^2 = 5,172 \times 10^{-4} \text{ m}$$

$$D = \sqrt{5,172 \times 10^{-4}}$$

$$D = 0,022 \text{ m}$$

$$D = 22 \text{ mm}$$

Dari perhitungan yang didapatkan maka diameter batang piston sebesar 10 mm dan diameter piston sebesar 25 mm dan *stoke custom* 300 mm seperti spesifikasi yang ada di perusahaan *cynder pneumatik* seperti gambar 4.8.

ukuran bore (mm)		16	20	25	32	40	50	63
cairan		udara						
tindakan	ma / gila / maj	aksi ganda , tunggal / ganda batang						-
	msa / mta	kerja tunggal , batang tunggal , kembali musim semi / memperpanjang						-
	rusak total	-	aksi ganda , tunggal batang					
	mac / macd / macj	-	aksi ganda , tunggal / ganda batang					
tekanan operasi minimum	bekerja ganda	0.1 mpa						
	kerja tunggal	0.2 mpa						
tekanan operasi maksimum		1.0 mpa						
tekanan bukti		1.5 mpa						
ambient dan cairan		- 20 sampai 80 ° c (tidak ada pembekuan)						
bantai	ma / gila / maj	karet bumper						-
	msa / mta	karet bumper						-
	rusak total	-	karet bumper					bantai udara disesuaikan kedua ujungnya
	mac / macd / macj	-	bantai udara disesuaikan di kedua ujungnya					
pelumasan		non - pelumas						
batang piston dia .		6 mm	8 mm	10 mm	12 mm	16 mm	16 mm	16 mm
batang piston benang		M6x1.0	M8x1.25	M10x1.25		M12x1.25	M14x1.5	
ukuran port		M5x0.8		1/8		1/4		

Gambar 4.8 Spesifikasi *Cylinder Pneumatik*
(Sumber : <http://indonesian.alibaba.com>, 2016)

4.3.2 Perhitungan Daya Kompresor

a. Debit kompresor

Debit kompresor merupakan jumlah udara yang harus dialirkan kedalam silinder pneumatik dapat dihitung dengan cara :

$$Q_s = \frac{\pi}{4} \times (d_s)^2 \times (v) \text{ (Hartono, 1998) } \dots\dots\dots 3$$

Diketahui :

$$d_s \text{ (Diameter Silinder)} = 25 \text{ mm} = 0,025 \text{ m}$$

$$v \text{ (Kecepatan Piston piston direncanakan)} = 100 \text{ mm/detik}$$

Perhitungan :

$$Q_s = \left(\frac{\pi}{4} \times (25)^2 \right) \times (100)$$

$$Q_s = 49087,38 \text{ mm}^3/\text{detik}$$

$$Q_s = 2,945 \text{ l/mnt}$$

b. Daya kompresor

Setelah didapatkan dari debit kompresor yang telah dihitung maka Daya kompresor dapat dicari dengan rumus :

$$N_s = (Q_s) \times (\eta_{tot}) \dots\dots\dots 4$$

$$N_s \text{ (Daya Kompresor)} = P_k$$

Diketahui :

$$Q_s \text{ (Debit Kompresor)} = 2,945 \text{ l/mnt}$$

$$\eta_{\text{tot}} \text{ (Efisiensi total)} = 0,8$$

Perhitungan :

$$N_s = (2,945) \times (0,8)$$

$$N_s = 2,356 \text{ kW}$$

$$N_s = 2356 \text{ W} : 746 \text{ W}$$

$$N_s = 3,158 \text{ Pk}$$

Maka didapatkan daya kompresor sebesar 3,158 Pk sehingga dapat memilih kompresor dengan spesifikasi 3,5 Pk.

4.3.3 Gaya Efektif Piston

Gaya efektif mempunyai dua arah dan bisa dihitung dengan cara sebagai berikut :

a. Gaya efektif piston saat maju

$$F_a = A_1 \times P \text{ (Didactis F, Pneumatics, TP 101)} \dots\dots\dots 5$$

Diketahui :

$$A_1 \text{ (Luas Penampang Silinder)} = \frac{\pi}{4} \times (25)^2 = 490,87 \text{ mm}^2$$

$$= 0,00049087 \text{ m}^2$$

$$P \text{ (tekanan Kerja Pneumatik)} = 6 \text{ bar} = 6 \times 10^5 \text{ Pa}$$

Perhitungan :

$$F_a = 0,00049087 \text{ m}^2 \times 6 \times 10^5 \text{ Pa}$$

$$F_a = 294,522 \text{ N}$$

b. Gaya efektif piston saat mundur

$$F_B = (A_1 - A_2) \times P \dots\dots\dots 6$$

Diketahui :

$$A_2 \text{ (Luas Penampang Batang Piston)} = \frac{\pi}{4} \times (10)^2 = 78,53 \text{ mm}^2$$

$$= 7,853 \times 10^{-5} \text{ m}^2$$

$$P \text{ (tekanan Kerja Pneumatik)} = 6 \text{ bar} = 6 \times 10^5 \text{ Pa}$$

Perhitungan :

$$F_b = (0,00049087 \text{ m}^2 \times -7,853 \times 10^{-5} \text{ m}^2) \times (6 \times 10^5 \text{ Pa})$$

$$F_b = 247,404 \text{ N}$$

4.3.4 Konsumsi Udara Tiap Langkah Piston

Konsumsi udara tiap langkah piston mempunyai dua arah, dan dapat dihitung sebagai berikut:

a. Konsumsi udara saat piston maju

$$V_1 = p \times \left(\frac{\pi}{4}\right) \times d^2 \times h \text{ (Festo Didactis, Pneumatics) 7}$$

Diketahui :

$$P \text{ (tekanan Kerja Pneumatik)} = 6 \text{ bar} = 6 \times 10^5 \text{ Pa}$$

$$d \text{ (Diameter Piston)} = 25 \text{ mm} = 0.025 \text{ m}$$

$$h \text{ (Panjang Langkah/ Stroke)} = 300\text{mm} = 0,3 \text{ m}$$

Perhitungan :

$$V_1 = 6 \times 10^5 \text{ Pa} \times \left(\frac{\pi}{4}\right) \times 0.025^2 \times 0.3$$

$$V_1 = 88,357 \text{ m}^3$$

$$V_1 = 88357 \text{ l}$$

b. Konsumsi udara saat piston mundur

$$V_2 = p \times \left(\frac{\pi}{4}\right) \times (ds^2 - dp^2) \times h \text{ 8}$$

Diketahui :

$$P \text{ (tekanan Kerja Pneumatik)} = 6 \text{ bar} = 6 \times 10^5 \text{ Pa}$$

$$d \text{ (Diameter Piston)} = 10 \text{ mm} = 0,01 \text{ m}$$

$$h \text{ (Panjang Langkah/ Stroke)} = 300\text{mm} = 0,3 \text{ m}$$

Perhitungan :

$$V_2 = 6 \times 10^5 \text{ Pa} \times \left(\frac{\pi}{4}\right) \times (0,025^2 - 0,01^2) \times 0.3$$

$$V_2 = 74,220 \text{ m}^3$$

$$V_1 = 74220 \text{ l}$$

c. Konsumsi udara total

$$Q = V_1 + V_2 \dots\dots\dots 9$$

$$Q = 88357 \text{ l} + 74220 \text{ l}$$

$$Q = 162577 \text{ l}$$

4.3.5 Konsumsi Udara Yang Diperlukan Setiap Menit**a. Perbandingan kompresi**

$$\text{Perbandingan Kompresi} = \left(\frac{1,031 + p}{1,031} \right) \text{ (Teks Book FESTO : 184)} \dots\dots\dots 10$$

$$\text{Perbandingan Kompresi} = \left(\frac{1,031 + 6}{1,031} \right) = 6,8$$

b. Langkah maju

$$Q_1 = \frac{\pi}{4} \times d_1^2 \times h \times n \dots\dots\dots 11$$

Diketahui :

$$d_1 \text{ (Diameter Piston)} = 25 \text{ mm} = 0.025 \text{ m}$$

$$h \text{ (Panjang Langkah/ Stroke)} = 300\text{mm} = 0,3 \text{ m}$$

$$n \text{ (Perbandingan Kompresi)} = 6.8$$

Perhitungan :

$$Q_1 = \frac{\pi}{4} \times 0.025^2 \times 0,3 \times 6,8$$

$$Q_1 = 0,0010 \text{ m}^3/\text{menit}$$

c. Langkah mundur

$$Q_2 = \frac{\pi}{4} \times (d_1^2 - d_2^2) \times h \times \dots\dots\dots 12$$

Diketahui :

$$d \text{ (Diameter Piston)} = 10 \text{ mm} = 0.01 \text{ m}$$

$$h \text{ (Panjang Langkah/ Stroke)} = 300\text{mm} = 0,3 \text{ m}$$

$$n \text{ (Perbandingan Kompresi)} = 6.8$$

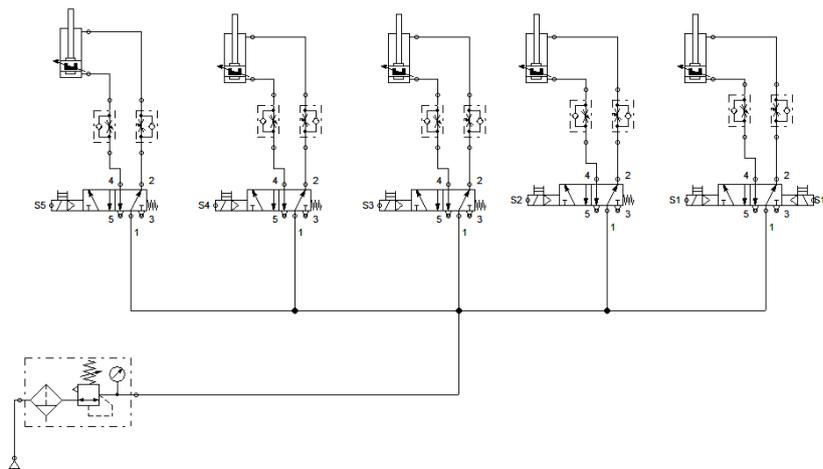
Perhitungan :

$$Q_1 = \frac{\pi}{4} \times (0,025^2 - 0,01^2) \times 0,3 \times 6,8$$

$$Q_1 = 0,00084 \text{ m}^3/\text{menit}$$

4.4 Perancangan Simulasi

Pada perancangan Simulasi untuk sistem *elektro pneumatik* menggunakan *software FluidSIM pneumatik*. Untuk komponen yang digunakan yaitu 4 buah *solenoid valve 5/2 tipe single acting*, 1 buah *solenoid valve 5/2 tipe double acting*, *air Service* dan *Cotroller / PLC*. Untuk skema diagram perancangan menggunakan *FluidSIM* sistem *elektro pneumatik* dapat dilihat pada Gambar 4.9

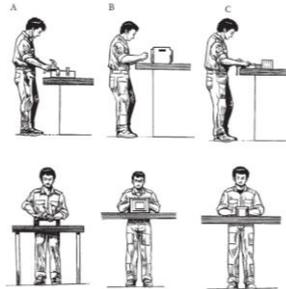


Gambar 4.9 Skema Rangkaian Sistem *Elektro Pneumatik* (*FESTO FluidSIM*)

4.5 Perancangan Desain Komponen Pelipat Baju

Pembuatan *prototype* dibagi dengan dua tahap yang meliputi tahap perancangan dan tahap pembuatan. Untuk tahap perancangan meliputi konsep alat dan desain yang akan dibuat, pada tahap perancangan harus siap dikarenakan pada tahap ini merupakan tahap awal pembuatan suatu *prototype*. Didalam perancangan terdapat konsep yang akan diterapkan dalam suatu *prototype* seperti bentuk *prototype*, sistem dan material yang akan digunakan. Setelah konsep didapatkan maka langkah selanjutnya menuangkan konsep tersebut ke dalam suatu desain. Mendesain dapat menggunakan software seperti *inventor*, *solid work* ataupun *software* desain lainnya. Dalam proses mendesain harus jelas, akurat dan presisi sehingga memudahkan saat pembuatan dilapangan nantinya. Selain itu desain harus melihat faktor estetika keindahan agar alat tersebut terlihat menarik.

4.5.1 Perancangan Desain Kerangka

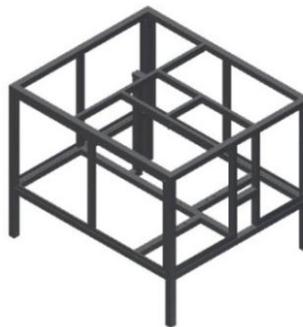


Keterangan :

- A. Pekerja memerlukan penekanan
- B. Pekerja memerlukan ketelitian
- C. Pekerja ringan

Gambar 4.10 Posisi pekerja
(Sumber : Grandjen 1993. *Fitting the tasks to the Man*)

Gambar 4.10 merupakan ilustrasi posisi pekerja maka untuk merancang ketinggian kerangka mengambil referensi pada gambar C. Karena pekerja ringan dengan tinggi badan laki-laki adalah 164,5 cm dan pada perempuan 153,7 cm untuk orang Indonesia (Fatati, 2013)



Gambar 4.11 Desain Kerangka Utama

Pada Gambar 4.11 merupakan desain dari perancangan sebuah kerangka. Untuk proses perancangan kerangka utama harus kuat karena fungsi kerangka sebagai menyangga komponen alat yang lain. Terdapat dua ukuran besi *hollow* yang digunakan yaitu ukuran 20 mm x 40 mm x 1,70 mm untuk kerangka tengah

sebagai pemisah setiap bagian plat pelipat baju, sedangkan ukuran 35 mm x 35 mm x 1,7 mm sebagai kerangka utama. Kerangka harus kuat karena *prototype* melipat baju menghasilkan getaran yang cukup kuat. Kerangka berdimensi Panjang 1100 mm lebar 945 mm dan tinggi 895 mm.

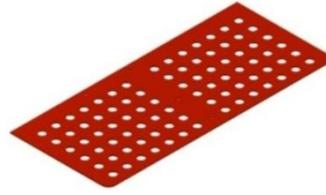
4.5.2 Perancangan Plat Pelipat Baju

Pemilihan plat dengan material *Aluminium Composite Panel (ACP)* sebagai plat pelipat karena sifat *ACP* yang ulet, kuat dan tidak mudah retak ataupun patah. Keunggulan dari bahan *composite* ini lebih ringan tetapi dengan kekuatan yang lebih tinggi dan tahan karat. Karena plat *ACP* terdiri dari satu tipe plat panel yang mengandung bahan non-aluminium di antara dua lembar aluminium yang direkatkan. Lembar aluminium dapat dilapisi dengan *PVDF* atau cat *Polyester (PE)*. Spesifikasi *ACP* yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 4.12



Gambar 4.12 Spesifikasi *Aluminium Composite Panel (ACP)*

Terdapat 5 ukuran plat pelipat baju dengan ukuran yang berbeda – beda, bagian sisi kanan dan kiri yaitu dengan ukuran 635 mm x 260 mm x 4 mm, bagian sisi belakang 808 mm x 250 mm x 4 mm, bagian tengah 268,35 mm x 250 mm x 4 mm dan yang terakhir bagian depan dengan ukuran 350 mm x 250 mm x 4 mm. Ukuran tersebut diperoleh dari *skema* pelipatan baju dan hasil ukuran lipatan baju yang diinginkan. Desain *Aluminium Composite Panel (ACP)* dibuat berlubang karena agar memperingan dan mengurangi tekanan angin dari benturan plat *ACP*, desain *ACP* dapat dilihat pada Gambar 4.13



Gambar 4.13 Desain *Aluminium composite Panel (ACP)*

4.5.3 Perancangan Tumpuan Plat Pelipat

Penggunaan tumpuan untuk plat *ACP* bertujuan untuk memperkuat *ACP* karena plat pelipat yang terbuat dari *ACP* memperoleh gaya dorong dari sistem *pneumatik*. Sehingga, dibutuhkan plat besi dengan ukuran 35 mm x 3 mm untuk memperkuat plat *ACP*. Selain memperkuat plat *ACP* tujuan dibuat plat tumpuan sebagaiudukan *Balljoint* dari *Clynder Pneumatik* dan sebagai penghubung dudukan engsel dari kerangka. Desain plat penumpu berbentuk seperti huruf T. Plat penumpu yang digunakan ada 5 ukuran yaitu bagian kanan dan kiri dengan ukuran 635 mm x 255 mm x 3 mm, bagian belakang 790 mm x 240 mm x 3 mm, bagian tengah 260 mm x 220 mm x 3mm dan bagian depan 330 mm x 220 mm x 3 mm. Desain plat penumpu dapat dilihat pada Gambar 4.14

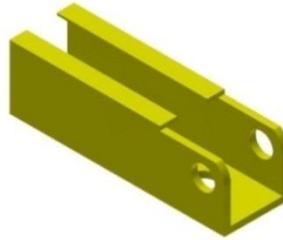


Gambar 4.14 Desain Plat Tumpuan *ACP*

4.5.4 Perancangan Desain Tumpuan *Clynder Pneumatik*

Perancangan yang digunakan pada tumpuan *Clynder Pneumatik* menggunakan mekanisme *Clynder Pneumatik* dapat bergerak secara *fleksibel*. Selain itu yang perlu dipertimbangkan adalah kekuatan bahan tumpuan *clynder pneumatik* tersebut. Karena *clynder pneumatik* bekerja secara terus menerus dan menghasilkan getaran dan gerakan yang cukup kuat. Maka bentuk tumpuan yang digunakan adalah bentuk kanal U dengan jenis material baja. Untuk dimensi

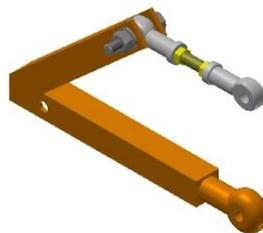
ukurannya 100 mm x 30 mm x 3 mm dengan lubang baut berdiameter 11mm. Desain tumpuan *cylinder pneumatik* dapat dilihat pada Gambar 4.15



Gambar 4.15 Desain Tumpuan *Cylinder Pneumatik*

4.5.5 Perancangan Desain Batang Penghubung

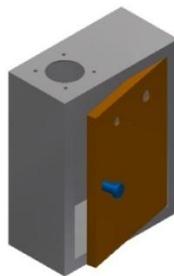
Dalam perancangan batang penghubung ini dengan cara mencari dan mencoba skema bentuk dan ukuran batang penghubung. Maka didapatkan desain seperti Gambar 4.16 Untuk perancangan batang penghubung sangat penting mulai dari perhitungan untuk memperoleh panjang dan sudut serta gerakan yang halus sehingga menentukan kecepatan dalam pelipatan baju. Faktor yang mempengaruhi perancangan batang penghubung adalah *stroke* atau panjang langkah dari *cylinder pneumatik* yang digunakan. Maka didapatkan ukuran batang penghubung dengan ukuran panjang batang pertama 170,4 mm kemiringan 45° dan panjang batang kedua sebesar 120,02 mm. Sedangkan lengan ketiga dengan sistem *fleksibel* menggunakan dua *Balljoint* yang disatukan menjadi satu menggunakan baut dengan panjang batang 88,5 mm. Bahan yang digunakan adalah besi *hollow* dengan ukuran 20 mm x 20 mm x 1,70 mm.



Gambar 4.16 Desain Batang Penghubung

4.5.6 Perancangan *Box Programmable Logic Controller PLC*

Programmable Logic Controller merupakan komponen yang paling penting karena *PLC* sebagai otak dari sebuah sistem alat pelipat baju. Sedangkan komponen *PLC* meliputi *power supply*, *MCB*, pembagi aliran listrik dan kabel. Oleh karena itu untuk melindungi sebuah sistem maka dibutuhkan tempat atau *box* yang aman agar sebuah sistem tidak mudah rusak. Selain itu tempat atau *box PLC* dapat dengan mudah dijangkau untuk melakukan perawatan atau mengecek keadaan *PLC* tetapi masih harus keadaan aman karena sebuah sistem *PLC* berhubungan dengan arus listrik. Maka dirancang *Box* untuk melindungi *PLC* dengan ukuran 300 mm x 400 mm x 150 mm. *PLC* dan *power supply* bekerja terus menerus dapat menimbulkan panas, untuk mengurangi panas maka udara harus disirkulasikan. Untuk mensirkulasikan udara dibagian atas *box* dilubang untuk pemasangan kipas, sehingga udara yang ada di dalam *box* ditarik keluar dengan menggunakan kipas. Desain *box* dapat dilihat pada Gambar 4.17

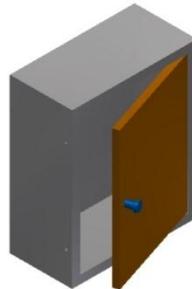


Gambar 4.17 Desain *box PLC*

4.5.7 Perancangan *Box Elektro Pneumatik*

Konsep yang digunakan dalam perancangan *box solenoid valve* adalah memusatkan semua *solenoid valve* agar menjadi satu dalam suatu tempat. Total *solenoid valve* yang digunakan ada 5 buah dengan jenis 1 *Solenoid double acting* dan 4 *solenoid single acting*, kelima *solenoid valve* tersebut menggunakan sistem katup 5/2. Didalam *Box* juga terdapat rangkaian berupa *solenoid valve*, kabel, selang, *air service* dan *control valve*. Untuk desain *box* sendiri tidak begitu rumit seperti halnya dengan *box PLC*. Ukuran yang digunakan untuk *box solenoid valve*

adalah 400 mm x 500 mm x 200 mm ukuran tersebut lebih besar dari *box PLC* karena komponennya lebih banyak. Desain dapat dilihat pada Gambar 4.18



Gambar 4.18 Desain *Box Elektro Pneumatik*

4.5.8 Perancangan *Casing Aluminium Composite Panel (ACP)*

Penggunaan *casing* pada alat pelipat baju menambah nilai *estetika* terlihat lebih menarik dan lebih rapi. Selain itu *casing* berguna sebagai pelindung komponen yang ada didalam alat tersebut. Material *casing* yang digunakan adalah jenis *Aluminium Composite Panel (ACP)* yang sama digunakan untuk bagian plat pelipat baju. Untuk skema pemasangan *casing* di kerangka utama masih diperlihatkan karena agar aksesoris dari kerangka dapat terlihat dan membuat lebih kokoh dan kuat. Ukuran masing – masing setiap sisi berbeda, sisi kanan dengan ukuran 1030 mm x 555 mm x 4 mm, sisi belakang dengan ukuran 875 mm x 555 mm x 4 mm, sedangkan bagian kiri dibagi menjadi dua bagian karena disisi kiri terdapat *casing* yang dapat dibuka dan di tutup, desain *casing* dapat dilihat pada Gambar 4.19



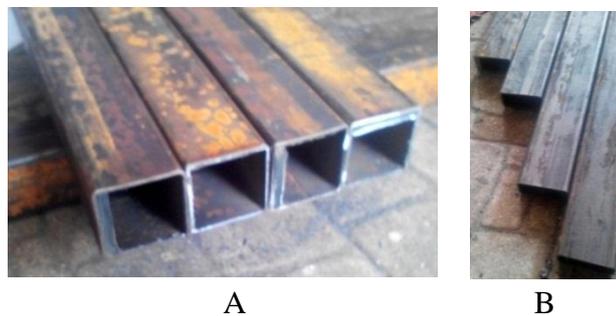
Gambar 4.19 Desain *Casing Aluminium composite Panel (ACP)*

4.6 Pembuatan

Setelah tahap perancangan didapatkan maka tahap selanjutnya tahap pembuatan *protptype*, dalam pembuatan *prototype* acuan yang digunakan adalah tahap perancangan yang sudah dibuat. Pada tahap pembuatan *prototype* tidak selamanya sesuai dengan tahap diperancangan kerana pembuatan *prototype* melihat kondisi dilapangan apabila berubah maka pada tahap perancangan juga berubah. Pada tahap pembuatan alat masih dibagi beberapa tahap yaitu persiapan alat, bahan, pembuatan komponen, perakitan dan uji coba.

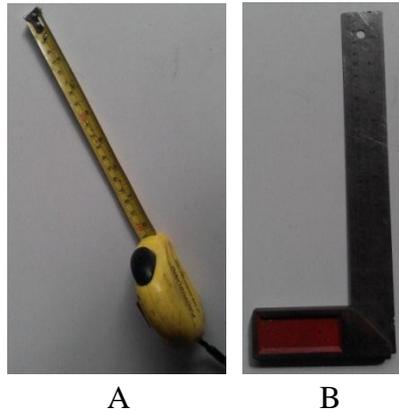
4.6.1 Pembuatan Kerangka

Proses awal yang perlu dipersiapkan untuk pembuatan kerangka yaitu menyiapkan bahan – bahan. Bahan yang disediakan adalah besi *hollow* dengan ukuran 20 mm x 40 mm x 1,70 mm dan 35 mm x 35 mm x 1,70 mm yang dapat dilihat Pada Gambar 4.20



Gambar 4.20 A. Besi kotak ukuran 35 mm x 35 mm x 1,70 mm dan B. Besi Kotak dengan ukuran 20 mm x 40 mm x 1,70 mm

Setelah bahan yang dibutuhkan sudah tersedia maka proses selanjutnya adalah pengukur dan memotong besi dengan ukuran yang ada didesain. Alat yang digunakan untuk pengukuran menggunakan meteran, penggaris besi dan penggaris siku dapat dilihat pada Gambar 4.21, dalam pengukuran harus tepat kerana sedikit kesalahan pengukuran yang terjadi akan mempengaruhi ketepatan dan kesempurnaan suatu komponen.



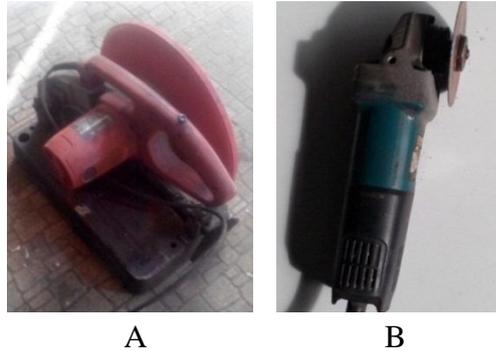
Gambar 4.21 A. Meteran dan B. Penggaris Siku

Penggunaan meteran adalah untuk mengukur ukuran yang diinginkan sedangkan menggunakan besi siku adalah agar dalam menandai ukuran agar tidak miring hasil pemotongannya. Proses Pengukuran dapat dilihat pada Gambar 4.22



Gambar 4.22 Proses Pengukuran

Proses pengukuran selesai maka tahap selanjutnya adalah pemotongan bahan sesuai dengan ukuran yang diinginkan. Pemotongan bahan menggunakan mesin bergaji listrik dan gerinda potong, hal ini dipilih agar mempermudah kinerja pekerja dan lebih menyingkat waktu pemotongan sehingga hasil pemotongan akan lebih cepat, akurat dan presisi. Alat yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 4.23



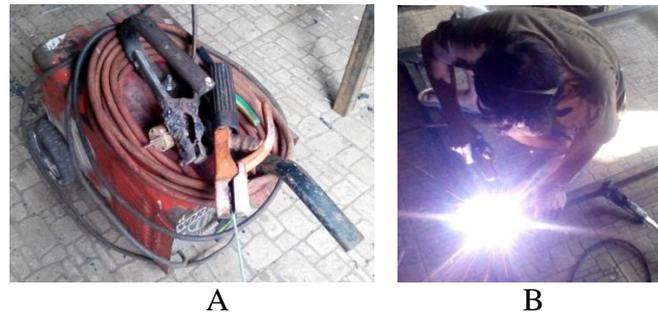
Gambar 4.23 A. Gergaji Listrik dan B. Gerinda Potong Alat yang digunakan untuk memotong

Dalam proses pemotongan yang paling penting adalah berhati - hati karena menggunakan gergaji listrik ataupun gerinda potong dapat menimbulkan percikan api, proses pemotongan harus tepat dan presisi karena akan mempengaruhi dalam proses penyambungan atau pengelasan. Proses pemotogan dapat dilihat pada Gambar 4.24



Gambar 4.24 Proses Pemotongan Besi

Setelah bahan sudah terpotong semua maka langkah yang terakhir adalah pengelasan atau menghubungkan besi sesuai dengan desain yang sudah dibuat. Dalam proses pengelasan hal yang paling penting adalah hati – hati karena las listrik menimbulkan cahaya, asap dan panas sehingga akan dapat menciderai mata ataupun kulit pekerja. Pada proses pengelasan diharapkan sambungan atau las yang sangat kuat karena getaran yang akan dihasilkan alat pelipat baju cukup besar. Alat dan proses pengelasan dapat dilihat pada Gambar 4.25



Gambar 4.25 A. Las listrik dan B. Proses Pengelasan

Setelah kerangka utama tersambung secara sempurna dan sudah sesuai dengan desain yang diinginkan maka proses selanjutnya adalah membuat bingkai atau dudukan untuk *casing* luar plat *Aluminium Composite Panel (ACP)*. Untuk pembuatan bingkai *ACP* menggunakan besi siku dengan ukuran 25 mm x 25 mm x 2 mm dan pengelasannya agak sedikit ke dalam dengan jarak yang dipakai sama dengan ukuran ketebalan plat *ACP* sebesar 4 mm, tujuannya agar plat *ACP* sejajar dengan kerangka dan bentuk kerangka masih terlihat. Proses pengelasan bingkai dapat dilihat pada Gambar 4.26



Gambar 4.26 Pembuatan dudukan plat (*ACP*) untuk *Casing*

4.6.2 Pembuatan Plat Pelipat Baja

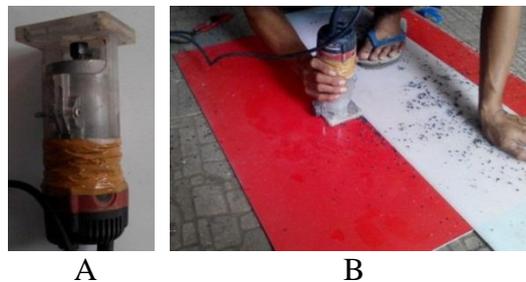
Plat *Aluminium Composite panel* berupa lembaran yang berukuran 1220 mm x 4880 mm x 4 mm terdapat 2 jenis *ACP* yaitu *Indoor* yang digunakan didalam ruangan dan *outdoor* digunakan diluar ruangan. Untuk kegunaan plat *ACP* didunia

properti sebagai finishing *eksterior* ataupun *interior*. Bentuk plat *ACP* yang berupa lembaran dapat dilihat pada Gambar 4.27



Gambar 4.27 Lembaran Plat *ACP* (*Aluminium Composite Panel*)

Bentuk dari *Aluminium composite Panel (ACP)* sudah dijelaskan diatas maka plat tersebut harus dibentuk sesuai dengan rancangan desain yang sudah diinginkan. Proses pemotongan plat dilakukan dengan menggunakan mesin pemotong *ACP*, pemotongan menggunakan mesin agar lebih cepat dan hasil yang dihaikan akan lebih rapi, bentuk dan alat pemotong plat *ACP* dapat dilihat pada Gambar 4.28



Gambar 4.28 A. Alat Pemotong *Aluminium Composite Panel (ACP)* dan B. Proses pemotongan Plat *ACP*

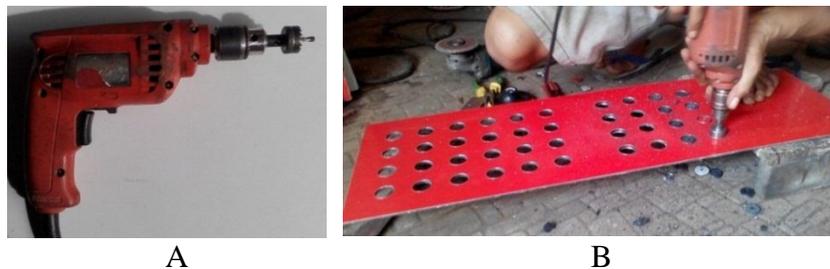
Setelah proses pemotongan lembaran Plat *ACP* sesuai dengan ukuran yang diinginkan maka langkah selanjutnya adalah melubangi plat tersebut dengan diameter lubang 25 mm dengan jarak lubang satu ke lubang lainnya 50 mm. Proses melubangi hal yang tidak mudah karena lubang harus sejajar dengan lubang lainnya agar terlihat rapi. Sebelum pelubangan hal yang terlebih dahulu dilakukan adalah menentukan ukuran titik pusat setiap lubang agar ukuran setiap lubang sama. Proses pengukuran menggunakan meteran atau penggaris besi untuk

menentukan titik pusat dari setiap lubang. Proses pengukuran dapat dilihat pada Gambar 4.29



Gambar 4.29 Proses pengukuran untuk menentukan titik pusat lubang

Proses pelubangan dapat dilakukan apabila proses pembagian ukuran setiap lubang sudah selesai. Proses pelubangan menggunakan mesin bor tetapi yang berbeda adalah mata bor yang digunakan berukuran 25 mm. Untuk proses pelubangan dilakukan satu persatu maka membutuhkan waktu yang lumayan lama untuk menyelesaikan satu bentuk plat *ACP*, proses pelubangan dan alat yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 4.30



Gambar 4.30 A. Bor pelubang dan B. Proses Pelubangan *Aluminium Composite Panel (ACP)*

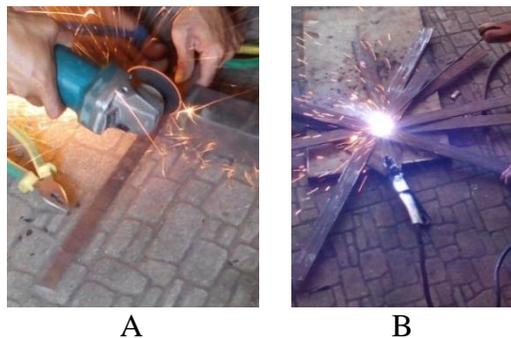
Setelah semua rangkaian pembuatan selesai maka didapatkan bentuk plat *Aluminium Composite Panel (ACP)* seperti pada Gambar 4.31 Sebelum Plat *ACP* dilubang terlebih dahulu di timbang dan menunjukkan berat sebesar 1 Kg dan setelah melau proses pelubangan menjadi 0,8 Kg.



Gambar 4.31 Hasil plat ACP (*Aluminium Composite Panel*)

4.6.3 Pembuatan Tumpuan Plat ACP

Bahan yang sudah tersedia kemudian diukur dan dipotong sesuai dengan desain perancangan. Setelah pemotongan selesai plat besi tersebut disambungkan sesuai bentuk yang diinginkan sesuai dengan perancangan dengan cara dilas. Proses pemotongan dan pengelasan dapat dilihat pada Gambar 4.32



Gambar 4.32 A. Proses Pemotongan dan B. proses pengelasan

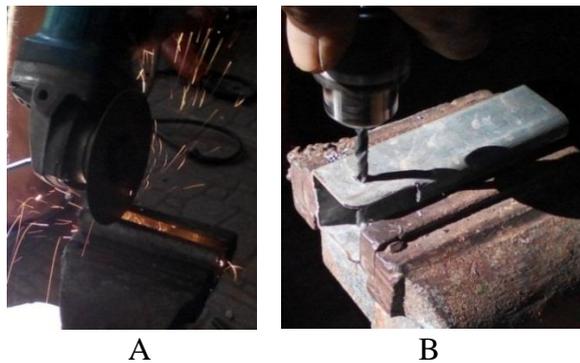
Gambar 4.33 menunjukkan hasil yang sudah selesai dibuat tetapi belum dapat difinishing karena belum melalui proses uji coba setiap komponen.



Gambar 4.33 Bentuk Plat Tumpuan pada ACP

4.6.4 Pembuatan Tumpuan *Cylinder Pneumatik*

Proses pembuatan terlebih dahulu menyiapkan bahan yang akan dibuat sesuai dengan hasil perancangan. Tetapi dalam hal di lapangan tidak semuanya sesuai dengan perancangan. Bahan yang dipakai adalah besi bekas rel untuk pintu dorong. Bentuk dan bahan masih sama dengan perancangan, setelah bahan didapatkan langkah selanjutnya pemotongan bahan sesuai dengan ukuran yang sudah dibuat dalam perancangan dan proses pelubangan untuk poros dudukan *cylinder pneumatik* agar tetap *fleksibel* dalam penggunaannya. Untuk proses pemotongan menggunakan gerinda potong dan proses pelubangan menggunakan bor, proses tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.34



Gambar 4.34 A. Proses Pemotongan dan B. Proses Pelubangan

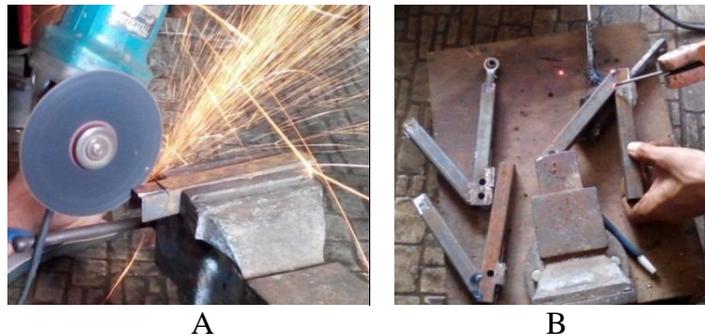
Setelah proses pembuatan dilalui maka didapatkan suatu komponen yang berupa tumpuan *cylinder pneumatik*. Untuk komponen yang dihasilkan tidak selamanya sesuai dengan perancangan ada sedikit perubahan dalam bentuk ujung tumpuan yang agak dibuat *fillet* yang lebih besar dari desain perancangan supaya pada saat *cylinder pneumatik* bekerja tidak nyangkut pada tumpuan tersebut. Komponen dudukan *cylinder pneumatik* dapat dilihat pada Gambar 4.35



Gambar 4.35 Bentuk Tumpuan *Clynder Pneumatik*

4.6.5 Pembuatan Batang Penghubung

Proses pembuatan dilakukan dengan cara menyiapkan bahan yang sudah tersedia berupa besi *hollow* dengan ukuran 20 mm x 20 mm x 1,70 mm. Bahan sudah tersedia maka selanjutnya adalah proses pengukuran menggunakan meteran ataupun menggaris besi. Ukuran yang digunakan harus sesuai dengan perhitungan dan perancangan yang sudah dijelaskan diatas, setelah pengukuran selesai dilakukan, maka selanjutnya proses pemotongan bahan menggunakan gerinda potong lalu dihubungkan sesuai dengan desain perancangan menggunakan las listrik dapat dilihat pada Gambar 4.36



Gambar 4.36 A. Proses Pemotongan dan B. Proses Pengelasan

Pada Gambar 4.37 menunjukkan hasil dari pembuatan batang penghubung yang belum di *finishing*. Skema yang digunakan untuk batang ketiga atau *Balljoint* yang dapat di atur tinggi rendahnya.



Gambar 4.37 Hasil Batang Penghubung

4.7 Perakitan

Pada proses perakitan merupakan proses dimana semua komponen yang telah selesai dibuat dan dirangkai menjadi satu. Apabila ada komponen yang kurang sesuai maka dalam perakitan harus diperbaiki agar masing – masing komponen bekerja secara maksimal. Dalam perakitan dibagi beberapa tahap diantaranya adalah perakitan plat pelipat baja, perakitan *Program Logic Controler (PLC)*, perakitan sistem *elektro pneumatik* dan yang terakhir perakitan box panel. Kondisi perakitan belum semua komponen *finishing*, tetapi dalam keadaan setengah jadi. Tujuan perakitan ini untuk mencoba kinerja setiap komponen apakah bekerja secara sempurna. Kalau terdapat komponen yang kurang maksimal maka pada perakitan ini diperbaiki terlebih dahulu sebelum ke tahap uji coba dan finishing.

4.7.1 Perakitan Plat Pelipat Baja

Proses perakitan plat *Aluminium Composite Panel (ACP)* di kerangka merupakan tahap yang paling awal perakitan, karena memastikan apakah semua desain plat *ACP* sempurna dan dapat dijalankan sebelum menggunakan sistem *elektro pneumatik*. Bagian - Bagian yang akan dirakit seperti plat *ACP*, plat menumpu dan engsel pintu. Setelah itu komponen dirakit satu persatu dan dipasangkan ke kerangka, kemudian dilanjut dengan bagian – bagian lainnya yang belum terpasang, dan akhirnya kelima bagian plat pelipat baja dapat dipasang dan untuk hasil perakitan dapat dilihat pada Gambar 4.38



Gambar 4.38 Perakitan Plat Pelipat (ACP) dengan kerangka

4.7.2 Perakitan Program Logic Controller (PLC)

Box yang digunakan untuk *box Program Logic Controller (PLC)* didapatkan *box* panel listrik yang sudah tersedia di pasaran dengan material plat *galvanis*. Setelah *box* didapat maka langkah selanjutnya menyusun dan menata komponen komponen *PLC* seperti *power supply*, *MCB* dan pembagi aliran listrik komponen tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.1

Tabel 4.1 Komponen – komponen sistem *PLC*

Nama komponen	Fungsi	Gambar
<i>Power Supply</i>	Sebagai alat untuk mengubah aliran listrik dari AC ke DC 24 volt untuk kebutuhan <i>PLC</i>	
<i>Program Logic Controlle (PLC)</i>	Sistem yang digunakan untuk menyimpan dan menjalankan	
Terminal	Untuk membagi aliran listrik ke setiap komponen	

Nama komponen	Fungsi	Gambar
<i>Mini Circuit Brake (MCB)</i>	Sebagai pengaman arus AC disistem <i>PLC</i>	
<i>pushbutton</i>	Sebagai tombol untuk menjalankan sistem	
Sekun	Sebagai penghubung antara kabel dengan komponen	
Kabel	Untuk mengalirkan arus listrik dari kompoen satu ke kompoen yang lainnya	

Komponen sistem *PLC* sudah disebutkan diatas maka langkah selanjutnya adalah proses perakitan komponen *PLC* tersebut. Perakitan komponen dilakukan dengan cara satu persatu yang akan dipasang di *box* panel, pemasangan komponen harus aman dan nilai *estetika* kerapian juga diperhatikan. Proses perakitan dapat dilihat pada Gambar 4.39



Gambar 4.39 Prakitan Komponen *PLC*

Setelah komponen sudah terpasang pada *box* panel maka selanjutnya menghubungkan komponen tersebut menggunakan kabel yang akan saling berhubungan dengan arus listrik. Maka alat yang dibutuhkan untuk Memudahkan dalam merangkai sistem *PLC* dapat dilihat pada Tabel 4.2

Tabel 4.2 Alat – alat listrik

Nama	Fungsi	Gambar
Pengupas Kabel	Sebagai pengupas pembungkus kabel	
Penjepit Sekun	Untuk menjepit sekun dengan kabel agar menjadi satu.	
Pemotong kabel	Untuk memudahkan dalam proses pemotongan kabel.	
Obeng (+)	Sebagai alat mengencangkan baut di komponen <i>PLC</i>	

Komponen dan alat yang sudah disebutkan diatas selanjutnya merangkai komponen tersebut menjadi satu agar komponen dapat terhubung dan dialirkan arus listrik. Yang perlu diperhatikan saat penyambungan kabel dengan sekun adalah penyambungan harus kuat, kalau tidak kuat dapat menimbulkan panas dan dapat menimbulkan hubungan arus pendek. Penggunaan sambungan jenis sekun ini mempermudah penyambungan antara kabel dan komponen karena sekun dimasukkan ke tempat arus listrik dan kemudian dikencangkan menggunakan obeng (+). Hasil rangkaian *PLC* dapat dilihat pada Gambar 4.40



Gambar 4.40 Hasil perakitan Sistem *PLC*

4.7.3 Perakitan Sistem *Elektro Pneumatik*

Proses perakitan sistem *elektro pneumatik* dapat dilakukan setelah dididapkannya *box* panel listrik yang tersedia di pasaran dengan ukuran 400 mm x 500 mm x 200 mm. Setelah didapatkan *box* tersebut maka langkah selanjutnya menyusun komponen *Solenoid valve*, *fitting elbow*, silincer dan *Air service* Komponen tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.3

Tabel 4.3 Komponen Sistem *Elektro Pneumatik*

Nama	Fungsi	Gambar
<i>Solenoid Valve</i>	Sebagai katup angin yang dioperasikan dengan aliran listrik.	
<i>Air Service</i>	Sebagai filter udara kadar air yang ada di air dihilangkan	
Selang	Untuk mengalirkan udara bertekanan dari komponen satu ke komponen lain yang membutuhkan angin bertekanan	

Nama	Fungsi	Gambar
<i>Control Flow</i>	Pengatur tekanan angin yang diinginkan agar kerja <i>Cylinder Pneumatik</i> dapat bekerja secara pelan atau cepat	

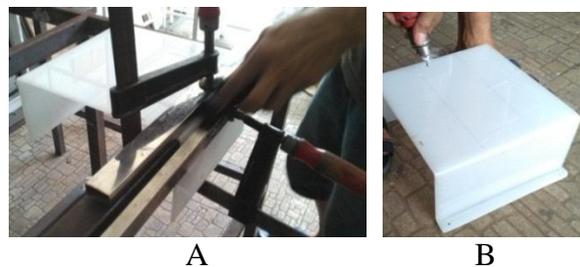
Setelah komponen yang diatas disiapkan maka langkah selanjutnya adalah menata bagian komponen ke dalam *box* yang sudah tersedia. Dalam proses awal penataan komponen harus benar diperhatikan karena Komponen *solenoid valve* akan saling berhubungan dengan sumber tekanan angin menggunakan selang yang berdiameter 6". Selain itu dalam proses penataan harus memperdulikan faktor *estetika* dan kemudahan saat perawatan nantinya. Proses penataan selesai maka proses selanjutnya melubangi plat dudukan *box* satu persatu untuk dudukan *solenoid valve*. Untuk proses perakitan dan hasil perakitan dapat dilihat pada Gambar 4.11.



Gambar 4.41 A. Proses Perakitan *Elektro Pneumatik* dan B. Hasil perakitan *Solenoid Elektro Pneumatik*

Perakitan Komponen *solenoid valve* sudah selesai kemudian membuat dudukan untuk *control flow*. Untuk penempatan *control flow* diatas rangkaian komponen *solenoid valve* karena ketinggian *box* cukup tinggi. Bahan yang digunakan untuk dudukan adalah *akrilik* yang dibentuk seperti huruf U. Plat *akrilik* berupa lembaran dan terlebih dahulu harus dipotong sesuai dengan ukuran yang diinginkan. Setelah plat dipotong sesuai dengan desain maka langkah

selanjutnya *akrilik* ditebuk dengan cara terlebih dahulu dipanaskan dengan menggunakan alat *Hot Air Gun*. Kemudian plat ditekan menggunakan penjepit dan ditahan agar plat menjadi tekukan siku. Penjepit dilepas saat plat *akrilik* sudah benar-benar terbentuk siku. Plat *akrilik* sudah terbentuk seperti huruf U maka proses selanjutnya adalah pelubangan dengan menggunakan mesin bor. Sebelum pelubangan dilakukan hal yang terlebih dahulu yaitu mengukur jarak tiap lubang agar jarak antara lubang yang satu dengan yang lain sama. Proses pembuatan dapat dilihat pada Gambar 4.42



Gambar 4.42 A. Proses Pelipatan plat *akrilik* B. Proses Pelubangan *akrilik*

Pada Gambar 4.43 menunjukkan hasil dudukan *control Flow* yang sudah selesai dirangkai terdapat 10 buah *control flow* yang digunakan. Dengan desain seperti ini akan mudah untuk mengatur kecepatan masing – masing *clynder pneumatik* dan bentuk yang dihasilkan dari merangkai sistem *Elektro Pneumatik* terlihat lebih rapi.



Gambar 4.43 Hasil Perakitan *Sistem Elektro Pneumatik*

4.7.4 Perakitan Sistem penggerak PLC dengan *Elektro Pneumatik*

Sebelum melakukan proses perakitan PLC dengan *elektro pneumatik* maka hal terlebih dahulu yang dilakukan adalah memasang kedua *box* ke dudukan yang sudah dibuat dikerangka utama. Proses pemasangan *box* ke kerangka utama dengan menggunakan baut *roffing*, caranya baut dipasang langsung menggunakan bor dan hasilnya lebih cepat dan rapi. Proses pemasangan dapat dilihat pada Gambar 4.44



Gambar 4.44 Proses perakitan *Box* ke Kerangka

Setelah kedua *box* terpasang dikerangka utama maka langkah selanjutnya adalah merangkai rangkaian *PLC* dan *elektro pneumatik*. Dalam proses perangkaian ini harus teliti dan sabar karena yang dirangkai berupa rangkaian kabel penghubung untuk menjalankan kedua sistem. Cara yang digunakan agar lebih mudah dalam merangkai dengan cara menandai setiap kabel yang akan dihubungkan menggunakan isolasi kertas dengan tulisan. Hal itu penting karena memungkinkan terjadinya kesalahan dalam perakitan, selain itu dalam proses perakitan memerlukan suatu skema yang ditulis atau dibuat dikertas lalu ditempelkan ditempat perakitan . Tujuannya agar tidak kesulitan dalam proses perakitan sebuah sistem. Sedangkan kabel yang digunakan warna merah untuk (+) dan warna hitam untuk (-), proses perakitan dapat dilihat pada Gambar 4.45



Gambar 4.45 Proses Perakitan *PLC* Dengan *Elektro Pneumatik*

Setelah merangkai sistem *PLC* dengan *elektro pneumatik* maka selanjutnya merangkai rangkaian selang penghubung *cylinder pneumatik* ke *solenoid valve*. Dalam proses perangkaian yang harus diperhatikan adalah agar angin bertekanan yang dialirkan tidak bocor dan faktor kerapian yang harus dipertimbangkan. *cylinder pneumatik* sudah terangkai dengan dudukan bawah yang sudah dipasang dikerangka. Hasil perakitan *Cylinder pneumatik* dapat dilihat pada Gambar 4.46



Gambar4.46 Perakitan *Cylinder Pneumatik* ke Kerangka

Setelah semua perakitan komponen yang ada pada *Prototype* pelipat baju selesai, maka alat siap diuji coba. Tujuan *prototype* diuji coba belum di *finishing* adalah untuk melihat apakah alat sudah bekerja secara maksimal atau tidak, Hal ini dilakukan apabila alat belum bekerja secara maksimal maka dapat diperbaiki terlebih dahulu sebelum masuk proses *finishing* dan ke tahap pengujian alat selanjutnya. Hasil perakitan sementara *prototype* dapat dilihat pada Gambar 4.47



Gambar 4.47 Hasil Perakitan

4.8 *Finishing*

Finishing merupakan tahap yang paling akhir dari sebuah pembuatan suatu alat atau *prototype*. Tujuan *Finishing* dilaksanakan untuk memperindah penampilan dan membuat lebih menarik setiap komponen yang terdapat dalam *prototype* pelipat baju. Langkah – langkah *finishing* yang pertama melepas semua bagian komponen – komponen yang ada. Kemudian proses pengampalasan, proses pengecatan dan setelah rangkaian proses pengecatan selesai maka proses selanjutnya merangkai setiap komponen yang sudah dicat. Komponen pelipat baju sudah terpasang semua maka langkah selanjutnya proses pelabelan dan yang terakhir pembuatan *casing* dan pemasangan.

4.8.1 Melepas Seluruh Komponen dan Pengamplasan

Pada proses ini merupakan proses pertama yang dilakukan untuk tahap *finishing*. Untuk proses pelepasan bertujuan agar setiap komponen dengan mudah untuk dicat secara maksimal. Komponen yang dilepas yaitu plat *ACP*, plat penumpu, batang penghubung, *cylinder pneumatik*, *box PLC* dan *solenoid valve*. Sedangkan proses pengamplasan bertujuan untuk menghilangkan karat yang terdapat pada permukaan besi. Sehingga besi terbebas dari karat yang menempel pada permukaan besi selain itu terdapat sambungan besi yang perlu didempul, sehingga harus melalui proses pendempulan. Setelah dempul mengering dapat dilanjutkan dengan proses pengamplasan menggunakan mesin gerinda amplas dan apabila terdapat bagian permukaan besi yang susah dijangkau dengan gerinda

maka menggunakan lembaran amplas manual. Kedua proses tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.48



Gambar 4.48 A. Proses pelepasan komponen dan B. Proses Pengamplasan

4.8.2 Pengecatan komponen

Proses pengecatan dilakukan setelah proses pengamplasan selesai dan permukaan besi benar – benar bersih dari karat. Untuk proses pengecatan ini dilakukan dengan dua tahap, tahap pertama adalah pengecatan untuk dasaran dengan menggunakan cat *type Epoxy Filler White*, tujuannya menutupi pori – pori besi agar besi terlihat lebih halus. Dalam proses pengecatan membutuhkan waktu cukup lama untuk menunggu cat mengering. Setelah cat dasaran mengering tahap selanjutnya adalah mengecat kerangka dan komponen lainnya dengan warna yang dikehendaki yaitu warna hitam *dof* untuk kerangka dan merah metalik untuk komponen *ACP*, Plat penumpu dan batang Penghubung. Proses pengecatan dapat dilihat pada Gambar 4.49



Gambar 4.49 A. Proses pengecatan Kerangka dan B. Proses Pengecatan setiap komponen.

Setelah kerangka dan komponen lainnya sempurna tertutup dengan lapisan cat maka selanjutnya dilakukan proses pengeringan cat dengan cara dijemur dibawah sinar matahari langsung. Tujuannya agar cat benar – benar kering dan mendapatkan hasil yang yang sempurna, Untuk hasil pengecatan dapat dilihat pada Gambar 4.50



Gambar 4.50 Hasil pengecatan Kerangka

4.8.3 Perakitan Setiap Komponen

a. Perakitan Casing Bawah dan *Clynder Pneumatik*

Rangka dan komponen – komponen yang terdapat pada *prototype* pelipat baju sudah selesai dicat maka proses selanjutnya adalah perakitan komponen – komponen ke kerangka. Tahap pertama yang dilakukan adalah memasang casing bagian bawah yang terbuat dari plat *ACP* terlebih dahulu kemudian memasang *Clynder pneumatik* dan batang pengubung. Proses perakitan dapat dilihat pada Gambar 4.51



Gambar 4.51 A. Proses Perakitan *Casing* bawah dan B. Proses Perakitan *Clynder Pneumatik*

b. Perakitan *Box Solenoid Valve* dan *Box PLC*

Proses perakitan *box solenoid valve* dan *Box PLC* dilakukan bersamaan setelah pemasangan *cylinder pneumatik* selesai. Hal ini dilakukan agar setelah pemasangan *box solenoid valve* selesai diteruskan untuk pemasangan selang dari *solenoid valve* ke *cylinder pneumatik*. Setelah perakitan selang selesai maka proses selanjutnya perakitan kabel dari *solenoid valve* ke *PLC*. Proses perakitan dapat dilihat pada Gambar 4.52



Gambar 4.52 Proses Perakitan *Box Solenoid valve* dan *Box PLC*

c. Pembuatan dan pemasangan *Casing atas*

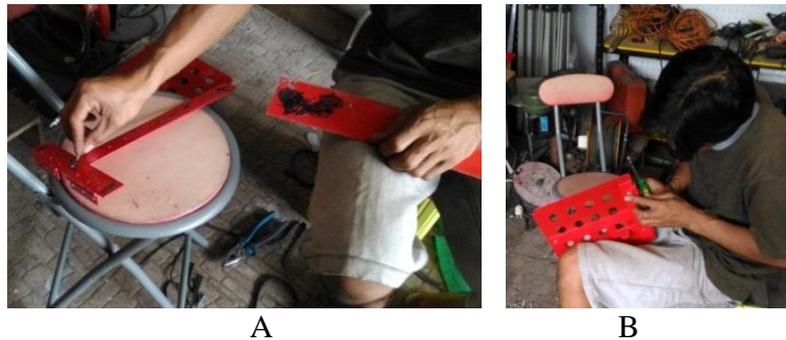
Untuk pembuatan dan pemasangan *Casing atas* dilakukan setelah pemasangan *box PLC* dan *solenoid valve* selesai dan sebelum pemasangan plat pelipat baja. Hal ini dilakukan agar mempermudah untuk pembuatan *casing atas* karena letaknya diatas *Box PLC* dan *Box Solenoid valve* tapi dibawah plat pelipat baja. *Casing Atas* terbuat dari plat *ACP* berwarna merah. Hasil pembuatan dan perakitan *casing atas* dapat dilihat pada Gamba 4.53



Gambar 4.53 Proses Perakitan *Casing Atas* dan bawah

d. Proses perakitan plat pelipat baju

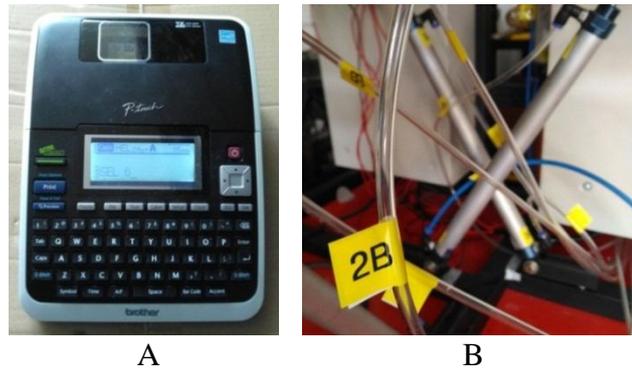
Dalam proses perakitan plat penumpu *ACP* dengan Plat *ACP* terlebih dahulu diberi lem *sealer*. Tujuannya agar dua komponen tersebut dapat merekat secara sempurna, meskipun kedua komponen tersebut sudah disatukan menggunakan baut dan mur. Proses perakitan plat penumpu *ACP* dan plat *ACP* dapat dilihat pada Gambar 4.54



Gambar 4.54 A. Pemberian lem perekat dan B. Pemasangan *ACP* dengan Plat Penumpu

e. Proses pelabelan

Proses pelabelan dilakukan di *cylinder pneumatik*, *PLC*, *solenoid valve* dan kabel. Dalam proses pelabelan bertujuan untuk mempermudah dan mengetahui pasangan – pasangan setiap komponen agar tidak saling tertukar komponen satu dengan komponen yang lain. Untuk pencetakan label menggunakan mesin khusus printer label *portable* dengan merk *Brother Pt-2730 P-Touch Printer Label*. Alat yang digunakan untuk pelabelan dan hasil label dapat dilihat pada Gambar 4.55



Gambar 4.55 A. Alat Pelabelan dan B. Hasil pelabelan

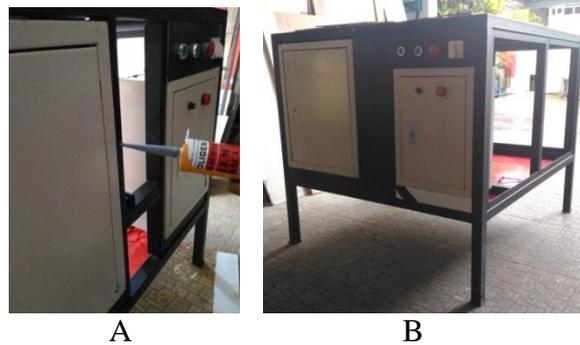
f. Pembuatan dan Pemasangan *Casing* samping

Seperti halnya dengan membuat plat pelipat baja bahwa plat *ACP* berupa lembaran dengan ukuran 1220 mm x 4880 mm x 4 mm, sehingga plat tersebut harus dipotong dengan ukuran yang telah didesain dalam perancangan. Alat yang digunakan untuk memotong plat *ACP* masih sama seperti pemotongan plat pelipat baja. Proses pemotongan dapat dilihat pada Gambar 4.56



Gambar 4.56 A. Lembaran Plat *ACP* dan B. Proses Pemotongan Plat *ACP*

Setelah *Aluminium Composite Panel (ACP)* sudah terpotong sesuai dengan ukurannya maka langkah selanjutnya proses pemasangan. Skema pemasangan ke kerangka dengan menggunakan *sealer*. Skema pemasangan menggunakan lem *sealer* yang digunakan karena terlihat rebih rapi dan masih dapat merekat dengan kuat. Untuk proses pemasangan dan hasil pemasangan *casing* dapat dilihat pada Gambar 4.57



Gambar 4.57 A. Proses Pemasangan Menggunakan *sealer* dan B. Hasil pemasangan *Casing*

4.9 Pengujian Alat Pelipat Baju

Setelah kurang lebih memerlukan waktu tiga bulan untuk proses pembuatan *prototype* pelipat baju akhirnya *prototype* tersebut sudah dapat digunakan. Sebelum digunakan untuk industri konveksi maka *prototype* melewati tahap pengujian. Pengujian yang dilakukan antara lain mengecek alat apakah sudah berfungsi semua dan mengetahui waktu yang dibutuhkan untuk melipat satu baju. *Prototype* pelipat baju dapat dilihat pada Gambar 4.58



Gambar 4.58 Hasil Akhir *Prototype* Pelipat Baju

Pengujian *prototype* yang pertama mengecek fungsi *prototype* yang diharapkan. Kemudian pengujian dilakukan dengan cara meletakkan baju diatas plat pelipat baju dan baju sudah dapat terlipat secara rapi tetapi waktu yang dibutuhkan untuk melipat satu baju masih memerlukan waktu 28,80 (Detik).

Sehingga hal yang dilakukan bagaimana caranya agar baju dapat terlipat lebih cepat dan rapi. Hal yang dilakukan adalah mengatur *delay* setiap bagian lipatan dan pembukaan waktu *Valve elektro pneumatik* yang diatur oleh *PLC*. Cara pengaturannya dengan merubah *on delay* dan *off delay* pada *ladder PLC* yang menggunakan *Software CX-Programmer*. Program *ladder PLC CX-Programmer* dapat dilihat pada Lampiran 1. Setelah beberapa kali melakukan ujicoba dan pengaturan maka didapatkan waktu 25 (detik) untuk menghasilkan satu buah lipatan baju.

4.10 Perhitungan Biaya Pelipatan Baju

4.10.1 Perhitungan Biaya Konsumsi Kompresor Untuk Melipat 1 Baju

Prototype pelipat baju menggunakan tenaga angin yang dihasilkan oleh kompresor angin. Spesifikasi Kompresor dapat dilihat pada Gambar 4.59



Gambar 4.59 A. Spesifikasi Motor Listrik dan B. Spesifikasi Tabung Kompresor

Dari Spesifikasi diatas maka dapat dihitung biaya menggunakan kompresor angin seperti dibawah ini.

Diketahui :

- P (Daya Listrik) : 0,75 Kw
- V (Volt) : 220 V
- A (Ampere) : 7,5 A
- n (Putaran) : 1445 RPM
- Harga / Kwh : Rp 1410,12

- Asumsi : 1. Lama pengisian Kompresor dari 6 – 8 bar dan berkurang ke 6 bar memerlukan waktu 06.28.23 dibulatkan menjadi 6,29 menit
2. Selama pengisian berlangsung mendapatkan lipatan baju sebanyak 15 baju

Perhitungan biaya pelipatan satu baju yaitu :

$$\begin{aligned}
 &= \left(0,75 \times \left(\frac{6,29}{60} \right) \right) \times Rp\ 1410,12/Kwh \\
 &= 0,078 \times Rp\ 1410,12 \\
 &= Rp\ 109,98 \\
 &= \frac{Rp\ 109,98}{15\ Baju} \\
 &= Rp\ 7.33/Baju
 \end{aligned}$$

4.10.2 Perhitungan Konsumsi Listrik Untuk Melipat 1 Baju

Arus yang digunakan dalam Prototype pelipat baju adalah arus DC. Sehingga dibutuhkan adaptor untuk merubah aliran arus AC ke arus DC. Adaptor yang digunakan adalah *Merk Omron* dengan spesifikasi 24 VDC dan 10 Ampere. Maka Perhitungan konsumsi biaya pemakaian listrik dapat dihitung sebagai berikut :

Diketahui :

- V (Volt) : 24 Volt
 I (Ampere) : 10 A
 Harga / Kwh : Rp 1410,12
 Asumsi : *Prototype* Pelipat baju menyala selama 8jam setiap hari

- a. Menghitung daya listrik yang digunakan

$$\begin{aligned}
 P (\text{daya Listrik}) &= V \times I \\
 &= 24\ V \times 10\ A \\
 &= 240\ \text{Watt}
 \end{aligned}$$

- b. Menghitung biaya listrik untuk Power Supply menyala selama 8 jam per hari.

$$= \left(\left(\frac{240\ \text{Watt}}{1000} \right) \times 8\ \text{jam} \right) \times Rp\ 1410,12/Kwh$$

$$= 1,96 \text{ Kwh} \times \text{Rp } 1410,12/\text{Kwh}$$

$$= \text{Rp } 2.763,835$$

- c. Menghitung Biaya listrik yang digunakan untuk melipat 1 baju dengan waktu 25 detik

$$= \frac{\text{Rp } 2.763,835}{8 \text{ jam}} = \text{Rp } 345,479/\text{Jam}$$

$$= \frac{\text{Rp } 345,479/\text{jam}}{60 \text{ mnt}} = \text{Rp } 5,757/\text{mnt}$$

$$= \frac{\text{Rp } 5,757/\text{mnt}}{60 \text{ dtk}} = \text{Rp } 0,095/\text{dtk}$$

$$= \text{Rp } 0,095/\text{dtk} \times 25 \text{ dtk}/\text{baju}$$

$$= \text{Rp } 2,37/\text{baju}$$

4.10.3 Perhitungan Biaya Melipat 1 Baju

Setelah menghitung biaya yang dikeluarkan untuk Perhitungan Biaya Konsumsi Pemakaian Kompresor dan biaya pemakaian konsumsi listrik. Maka dapat dihitung biaya total untuk satu melipat satu baju yaitu :

$$= \text{Biaya Konsumsi Pemakaian Kompresor} + \text{Biaya Pemakaian Listrik}$$

$$= \text{Rp } 7,33 + \text{Rp } 2,37$$

$$= \text{Rp } 9,7$$

Sehingga Biaya yang dikeluarkan untuk melipat satu baju sebesar Rp 9.7. Perhitungan tersebut merupakan perhitungan yang dikeluarkan untuk konsumsi sistem yang digunakan belum termasuk satu orang operator yang mengoprasikannya.

4.10.4 Total Biaya Untuk 1 hari dengan 1 Operator dengan 8 Jam Kerja

Dalam pengoprasian prototype pelipat baju akan dioprasikan 1 hari dengan 8 jam. Prototype pelipat baju memerlukan satu orang operator untuk pengoprasiaannya. Perhitungan total biaya dapat dilihat dibawah ini

Diketahui :

$$\text{Total biaya lipatan 1 Baju} = \text{Rp } 9,7$$

$$\text{Waktu yang diperlukana melipat 1 buah Baju} = 25 \text{ detik}$$

$$\text{Jam kerja 1 hari} = 8 \text{ Jam}$$

UMR Kota Yogyakarta = Rp 1.452.400,00/ Orang

- a. Menghitung kapasitas Prototype dalam 1 hari 8 Jam kerja:

$$= \frac{\text{Jam Kerja (Detik)}}{\text{Waktu 1 lipatan baju (Detik)}}$$

$$= \left(\frac{(8\text{jam} \times 3600 \text{ dtk})}{25\text{dtk}} \right)$$

$$= 1152 \text{ baju/ hari}$$

- b. Menghitung Biaya yang dikeluarkan Setiap hari dengan 8 jam kerja

$$= \text{Total baju} \times \text{Biaya pelipatan 1 baju}$$

$$= 1152 \times \text{Rp } 9.7$$

$$= \text{Rp } 11.174,4$$

Jadi Biaya Sistem *Prototype* pelipat baju dalam 1 hari dengan 8 jam kerja adalah sebesar Rp 11.174,4 Sedangkan total biaya dengan satu orang operator dapat dilihat dibawah ini :

$$= \text{Gaji Operator/Hari} + \text{Biaya alat Lipat}$$

$$= \left(\frac{\text{Gaji/bln}}{26 \text{ Hari}} \right) + \text{Biaya Alat Lipat}$$

$$= \left(\frac{\text{Rp } 1.452.400}{26 \text{ Hari}} \right) + \text{Rp } 11.174,4$$

$$= \text{Rp } 55.861,5 + \text{Rp } 11.174,4$$

$$= \text{Rp } 67.035,9$$

Sehingga Biaya total yang dikeluarkan untuk 1 hari 8 jam kerja dengan satu operator adalah sebesar Rp 67.035,9 dengan kapasitas *prototype* pelipat baju mencapai 1152 baju.

4.10.5 Efisiensi

Untuk menghitung efisiensi maka yang perlu diketahui yaitu :

Jam kerja/ hari	= 8 jam kerja
Kapasitas <i>prototype</i> pelipat baju	= 1152 baju/hari
Biaya pemakaian alat dan operator	= Rp 67.035,9
Kapasitas orang Melipat baju	= 375 baju/ hari

$$\begin{aligned}
 \text{Gaji satu orang setiap hari} &= \frac{\text{UMR Kota Jogja}}{26 \text{ Hari}} \\
 &= \frac{\text{Rp 1.452.400}}{26 \text{ hari}} \\
 &= \text{Rp 55.861,5 / hari}
 \end{aligned}$$

Setelah mengetahui jumlah pengeluaran dan kapasitas mesin dengan tenaga manusia. Maka dapat dihitung sebagai berikut :

- a. Untuk kapasitas orang melipat baju disamakan dengan *prototype* pelipat baju sebanyak 1152 baju/hari maka didapatkan:

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\text{Kapasitas Prototype pelipat baju}}{\text{kapasitas orang melipat baju}} \\
 &= \frac{1152}{375} \\
 &= 3,07
 \end{aligned}$$

Jadi, untuk kapasitas yang sama dengan *prototype* pelipat baju sebanyak 1152 baju/hari membutuhkan kurang lebih tiga orang untuk melakukannya pelipatan baju.

- b. Menghitung biaya yang dikeluarkan tiga orang pekerja untuk melakukan pelipatan baju sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 &= \text{Gaji/hari} \times \text{Total pekerja yang dibutuhkan} \\
 &= \text{Rp 55.861,5} \times 3 \text{ orang} \\
 &= \text{Rp 167.584,5 / hari}
 \end{aligned}$$

Didapatkan biaya pengeluaran untuk melipat baju sebanyak 1152/hari dengan tiga orang pekerja membutuhkan biaya sebesar Rp 167.584,5

- c. Menghitung efisiensi prototype dengan pekerja

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\text{Biaya Konvensional} - \text{Biaya Prototype}}{\text{Biaya pengeluaran konvensional}} \times 100\% \\
 &= \frac{\text{Rp 167.584,5} - \text{Rp 67.035,9}}{\text{Rp 167.584,5}} \times 100\% \\
 &= 60\%
 \end{aligned}$$

Sehingga didapatkan efisiensi alat setiap hari menghemat biaya pengeluaran mencapai 60% dengan penghematan biaya kurang lebih

Rp 100.548,6. Hasil perhitungan diatas merupakan perhitungan dengan mengabaikan tunjangan pegawai dan biaya perawatan alat.

4.11 Total Biaya Pembuatan *Prototype* Pelipat Baju

Tabel 4.4 Rincian Biaya Pembuatan

No	Nama Barang	Jumlah Barang	Satuan	Harga Satuan	Harga
1	<i>Actuator Double Acting Stroke 300mm Ø 25mm</i>	3	Buah	830.000	2.490.000
2	<i>Solenoid Valve 5/2 Double Acting</i>	1	Buah	510.000	510.000
3	<i>Solenoid Valve 5/2 Single Acting</i>	4	Buah	470.000	1.880.000
4	<i>Air Service</i>	1	Buah	550.000	550.000
5	<i>Fitting (L) Elbow Ø 6mm</i>	27	Buah	15.000	405.000
6	<i>Silincer Ø 6mm</i>	10	Buah	15.000	150.000
7	PLC Omron CP1E	1	Buah	5.800.000	5.800.000
8	<i>Power Supply DC 24 Volt</i>	1	Buah	700.000	700.000
9	<i>Balljoint</i>	14	Buah	30.000	420.000
10	Besi hollow 37 mm x 37 mm x 1,70mm	2	Buah	113.000	226.000
11	Besi hollow 20 mm x 40 mm x 2mm	1	Buah	114.000	114.000
12	Besi hollow 20 mm x 20 mm x 1,70mm	1	Buah	68.000	68.000
13	Besi siku 20 mm x 3mm	3	Buah	30.000	90.000
14	ACP (<i>Alumunium Composite</i>)	2	Lembar	750.000	1.500.000
15	Selang Ø 6mm	9	Meter	30.000	270.000
16	<i>Control Flow</i>	10	Buah	400.000	4.000.000
17	Ongkos Pekerja 1 orang	30	Hari	50.000	1.500.000
18	Engsel Pintu	10	Buah	5.000	50.000
19	Besi Plat 35 mm x 3 mm x 6m	1	Buah	47.000	47.000
20	<i>Actuator Double Acting Stroke 100 mm Ø 25mm</i>	1	Buah	705.000	705.000
21	<i>Actuator Double Acting Stroke 150 mm Ø 25mm</i>	1	Buah	775.000	775.000
22	Terminal Pembagi Listrik	3	Buah	25.000	75.000

No	Nama Barang	Jumlah Barang	Satuan	Harga Satuan	Harga
23	Sekun	2	Pack	35.000	70.000
24	Kabel	20	Meter	3.000	60.000
25	Pembagi Angin	1	Buah	50.000	50.000
26	Fitting Control Flow	10	Buah	25.000	250.000
27	Box Panel ukuran 50 cm x 40 cm	1	Buah	300.000	300.000
28	Box Panel ukuran 40 cm x 30 cm	1	Buah	250.000	250.000
29	Elbow	4	Buah	30.000	120.000
30	<i>Pushbutton</i>	3	Buah	60.000	180.000
31	Sakelar utama AC	1	Buah	175.000	175.000
				TOTAL	22.280.000