

BAB III

METODOLOGI TUGAS AKHIR

3.1 Bahan dan Alat

3.1.1 Bahan

1. Styrofoam



Sumber : Dokumentasi Tugas Akhir

Gambar 3.1 *Styrofoam*

Styrofoam terbentuk dari campuran plastik yang memiliki warna putih dan terdiri dari sel-sel. Pada saat pembuatan *body* roket, *styrofoam* digunakan sebagai bahan utama pembentuk *body* yang melapisi rangka dari triplek. *Styrofoam* yang digunakan memiliki ketebalan 2 cm.

Penggunaan *styrofoam* dalam pembuatan *body* roket dikarenakan bahannya mudah dibentuk, ringan dan mudah dicari. *Styrofoam* memiliki fungsi sebagai pelapis rangka guna melindungi komponen-komponen yang di muat oleh roket.

2. Kayu Lapis/ Triplek



Sumber : Dokumentasi Tugas Akhir

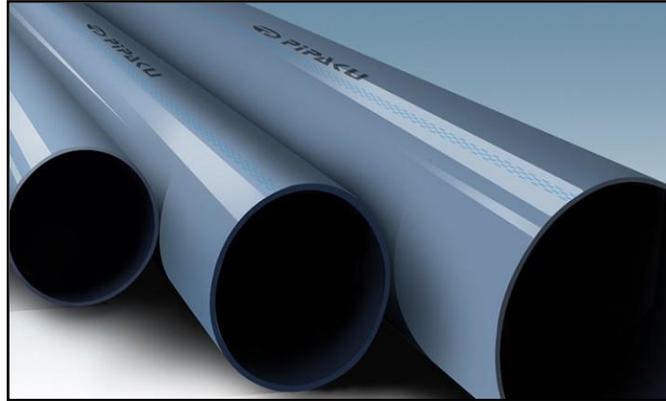
Gambar 3.2 Triplek

Kayu lapis atau sering disebut triplek adalah sejenis papan pabrikan yang terdiri dari lapisan kayu (*veneer* kayu) yang direkatkan bersama-sama. Penggunaannya di fungsikan sebagai rangka tempat melekatnya *styrofoam* sebagai pelindung komponen-komponen yang di muat oleh roket. Triplek yang digunakan berjenis *soft wood* dengan ketebalan 3 mm. Alasan penggunaan triplek sebagai pembentuk rangka dikarenakan bahannya mudah di dapat dan mudah dibentuk serta ringan.

3. Pipa

Pipa *PVC (Polyvinyl Chloride)* adalah pipa plastic yang terbuat dari gabungan materi *vinyl*. Pipa *PVC* digunakan sebagai dudukan motor *EDF (Electric Ducted Fan)* pada bagian ekor roket (3 inchi/ 7,62 cm) dan lintasan pelontar (5 inchi/ 12,7 cm). Pipa yang digunakan memiliki ukuran diameter sebesar 5 inch (12,7 cm). Alasan

penggunaan pipa *PVC* dikarenakan sifatnya yang ringan, tahan lama dan mudah dicari.



Sumber : Google Images (*PVC*), 2016

Gambar 3.3 Pipa *PVC*

4. *Scotlite* (skotlet)

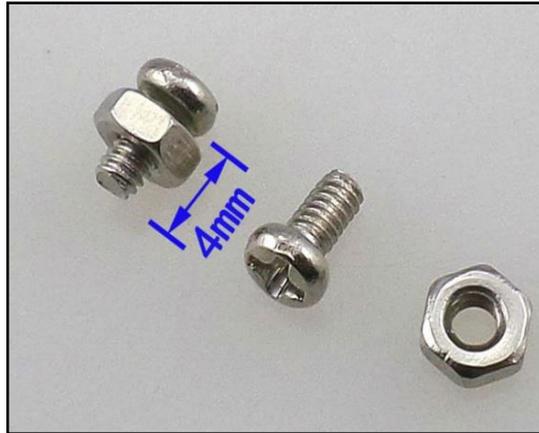
Scotlite/ skotlet adalah bahan pembuat *sticker* yang sudah jadi. Penggunaan *scotlite* pada roket untuk mengurangi gaya gesek udara terhadap *body* roket itu sendiri sehingga kerugian akibat gaya gesek dapat dikurangi. *Scotlite* dipilih dikarenakan memiliki pori-pori permukaan yang sangat kecil, mudah didapat dan mudah dalam pemasangan.



Sumber : Dokumentasi Tugas Akhir

Gambar 3.4 *Scotlite*

5. Baut dan Mur

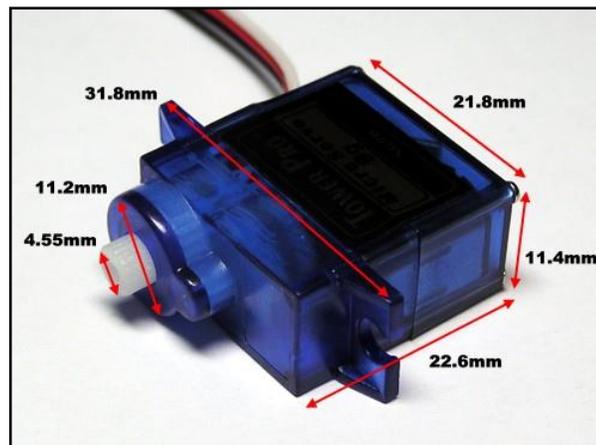


Sumber : Dokumentasi Tugas Akhir

Gambar 3.5 Baut dan mur

Baut dan mur adalah sistem penyambungan dua bagian plat yang bersifat sementara atau dapat di bongkar-pasang. Fungsi baut dan mur dalam pembuatan roket sebagai penyambungan antara motor *EDF* dengan dudukan yang berupa pipa *PVC*. Dipilih baut mur ukuran M2 karena disesuaikan dengan ukuran lubang pada motor *EDF* dan dapat di bongkar-pasang.

6. Motor Servo



Sumber : Dokumentasi Tugas Akhir

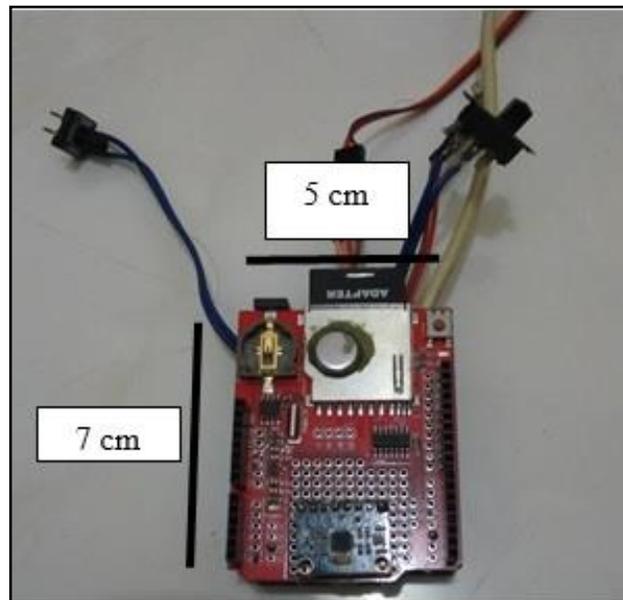
Gambar 3.6 Motor servo

Spesifikasi motor servo	:
<i>No load speed</i>	: <i>0.12 second / 60 degrees (4.8V)</i>
<i>Stall Torque</i>	: <i>1.6 kg/cm (4.8V)</i>
<i>Operating temperature</i>	: <i>-30 ~ +60 degrees Celcius</i>
<i>Dead Set</i>	: <i>7 microsecond</i>
<i>Operating Voltage</i>	: <i>4.8V - 6V</i>
<i>Working Current</i>	: <i>less than 500mA</i>
<i>Cable length</i>	: <i>180mm</i>

Dimensi dan berat motor servo:

<i>Size</i>	: <i>22x12.5x29.5 mm</i>
<i>Weight</i>	: <i>9 grams</i>

7. Sensor Accelerometer



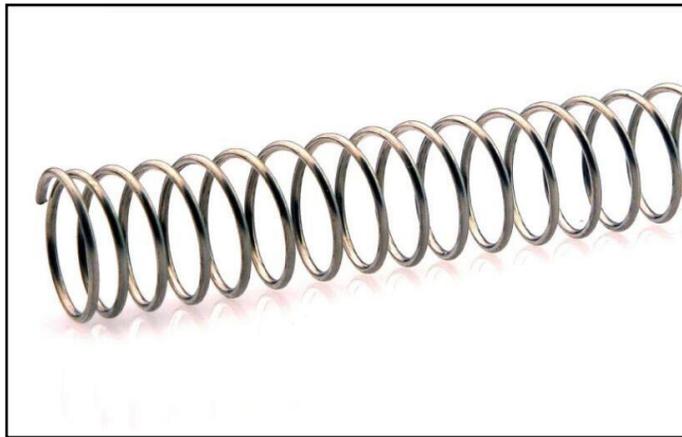
Sumber : Dokumentasi Tugas Akhir

Gambar 3.7 *Sensor accelerometer*

Perangkat sensor *accelerometer* terdiri dari *board* Arduino uno, modul *accelerometer*, *shield*, kabel *power supply* dan *recorder (memory)*. *Power supply* didapat dari *powerbank* yang memiliki daya sebesar 5000 mAh dan *memory card* sebesar 2 gb (*gigabytes*) sebagai penyimpan data.

Arduino uno adalah *board* semacam *firmware/ OS* yang mana sistem sudah didalam sehingga memudahkan *electrician* membuat *extension shield logge*.

8. Pegas Tekan



Sumber : Dokumentasi Tugas Akhir

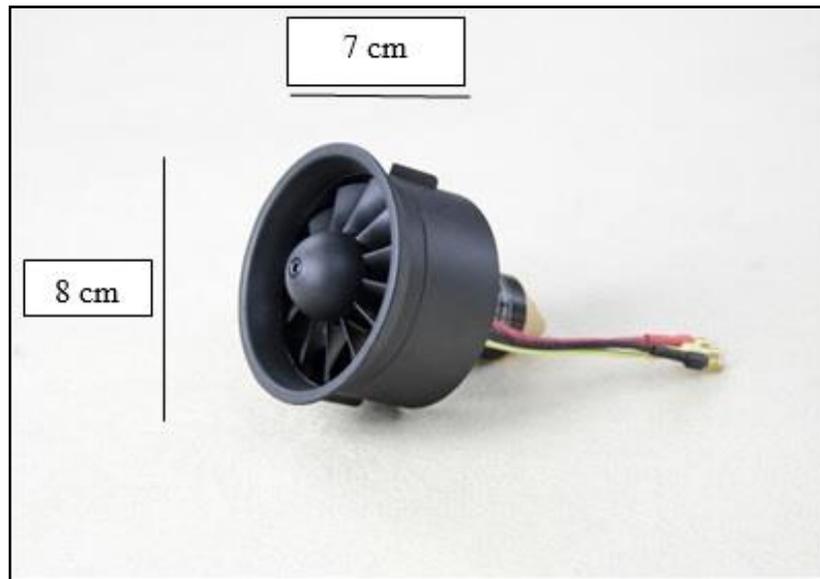
Gambar 3.8 Pegas tekan

Pegas tekan adalah batang baja yang dipuntir guna mendapat ke elastisannya. Pegas tekan yang digunakan dengan diameter luar 13 cm, diameter kawat 1 cm, tinggi 150 cm dan jarak *pitch* 5 cm berguna sebagai tolakan pada pelontar guna memberi dorongan awal saat roket diluncurkan.

9. Motor EDF (Electric Ducted Fan)

Motor *EDF (Electric Ducted Fan)* ini digunakan sebagai mesin pendorong utama setelah roket dilontarkan dari sistem pelontar, sehingga roket dapat meluncur sesuai target yang ditentukan.

Prinsip kerja dari motor EDF ini adalah seperti turbin angin, yaitu dengan menghisap udara dari sisi inlet dengan menggunakan bentuk sudut dari *blade* dan langsung dibuang menuju sisi outlet sebagai tenaga pendorong dari roket.



Sumber : Dokumentasi Tugas Akhir

Gambar 3.9 Motor *EDF*

Power supply motor *EDF* diperoleh dari baterai *Li-Po* dengan kapasitas 2300 mAh yang disalurkan menuju tiap pin di receiver melalui *ESC (Electronic Speed Control)*.

Spesifikasi Motor *EDF (Electric Ducted Fan)* :

EDF Duct Fan 68 mm – 8 blade

Rpm (Kv) : 6000 rpm/V

No Load Current : 2,2 Ampere

Load Current : 2,85 Ampere

Shaft Diameter : 3 mm

<i>Rotor Diameter</i>	: 2,5 cm
<i>No Load Speed</i>	: 49980 rpm
<i>Load Speed</i>	: 30320 rpm
<i>Input Voltage</i>	: 14,8 V – 4S LiPo
<i>Max Pull</i>	: 1500 gr
<i>Power</i>	: 780 Watt
<i>Rendemen total</i>	: 0,68

10. Remote Control



Sumber : Dokumentasi Tugas Akhir

Gambar 3.10 Remote control

Spesifikasi Remote Control :

<i>Brand Name</i>	: Flysky FS-i6
<i>Channels</i>	: 6 Channels
<i>Model Type</i>	: Glider/Heli/Airplane

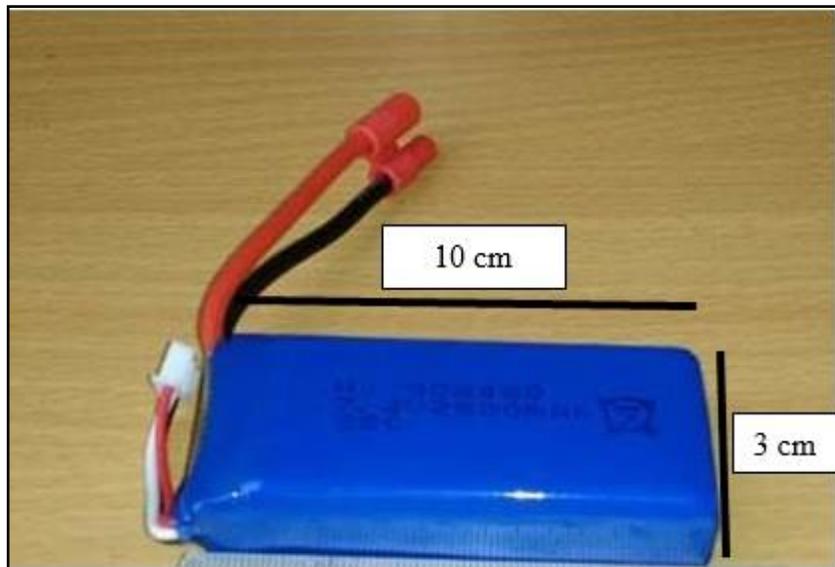
<i>RF Range</i>	: 2.40-2.48 GHz
<i>Bandwidth</i>	: 500 KHz
<i>Band</i>	: 142
<i>RF Power</i>	: <i>Less Than 20 dBm</i>
<i>2.4ghz System</i>	: AFHDS 2A and AFHDS
<i>Code Type</i>	: GFSK
<i>Sensitivity</i>	: 1024
<i>Low Voltage Warning</i>	: <i>less than 4.2V</i>
<i>DSC Port</i>	: PS2; <i>Output</i> :PPM
<i>Charger Port</i>	: <i>No</i>
<i>ANT length</i>	: 26 mm*2 (<i>dual antenna</i>)
<i>Weight</i>	: 392 g
<i>Power</i>	: 6V 1.5AA*4
<i>Display mode</i>	: <i>Transflective STN positive type</i>
<i>Size</i>	: 174x89x190mm
<i>On-line update</i>	: yes
<i>Color</i>	: Black
<i>Certificate</i>	: CE0678,FCC
<i>Model Memories</i>	: 20

Remote control ini berfungsi sebagai *transceiver (transmitter/ receiver)* yang memfasilitasi komunikasi nirkabel antara piranti komunikasi dengan penerima sinyal (*receiver*).

11. Baterai (*power supply*)

Spesifikasi baterai *Li-Po* :

Tempat asal (<i>mainland</i>)	: China
Ukuran	: (H) 100 * (W) 35 * (T) 24 mm
Kapasitas nominal	: 2300 mAh
Jenis	: Li-polymer
Tegangan nominal	: 14,8 V
Kuat arus	: 2,2 ampere
Jumlah sel	: 4S



Sumber : Dokumentasi Tugas Akhir

Gambar 3.11 Baterai *Li-Po* 2300 mAh

Fungsi dari baterai *Li-Po* ini adalah sebagai *power supply* untuk komponen yang membutuhkan *power supply* seperti motor *EDF* (*Electric Ducted Fan*) dan

servo yang disalurkan melalui *receiver* yang sebelumnya dihubungkan dengan *ESC* (*Electronic Speed Control*).

Sedangkan untuk *power supply* untuk sensor *accelerometer* menggunakan *powerbank* dengan kapasitas tertera 5000 mAh dan arus listrik sebesar 1 ampere.



Sumber : Dokumentasi Tugas Akhir

Gambar 3.12 *Powerbank* 5000 mAh

3.1.2 Alat

1. Tang Jepit



Sumber : Dokumentasi Tugas Akhir

Gambar 3.13 Tang jepit

Kegunaan dari tang jepit adalah untuk mencengkeram atau memegang benda kerja serta dapat menjangkau bagian-bagian yang sempit.

2. Cutter



Sumber : Dokumentasi Tugas Akhir

Gambar 3.14 *Cutter*

Cutter adalah perangkat pemotong benda kerja yang bersifat *soft* (halus). Penggunaan *cutter* disini untuk keperluan pemotongan di dalam *body* roket (menghaluskan/ merapikan).

3. Pemotong Styrofoam Listrik

Pemotong *styrofoam* listrik adalah alat khusus pemotong listrik adalah alat khusus memotong *styrofoam* dengan menggunakan tenaga listrik. Kegunaan alat pemotong *styrofoam* adalah untuk membentuk *body* roket sesuai ketentuan agar lebih mudah dari pengerjaan pemotongan *manual*.



Sumber : Dokumentasi Tugas Akhir

Gambar 3.15 Pemotong *styrofoam* listrik

4. Obeng



Sumber : Dokumentasi Tugas Akhir

Gambar 3.16 Obeng jam tangan

Obeng adalah alat untuk memudahkan dalam proses bongkar-pasang baut dan mur. Obeng dalam pengerjaan yang digunakan dari ukuran 1 mm sampai 3,5 mm.

5. Gergaji Pipa



Sumber : Dokumentasi Tugas Akhir

Gambar 3.17 Gergaji pipa

Gergaji adalah alat pemotong benda kerja dan digunakan untuk memotong pipa sesuai ukuran yang dikehendaki.

6. Penggaris



Sumber : Dokumentasi Tugas Akhir

Gambar 3.18 Penggaris

Penggaris adalah alat ukur yang memiliki ketelitian tertentu sesuai dengan benda kerja yang diukur.

7. Gerinda Tangan



Sumber : Dokumentasi Tugas Akhir

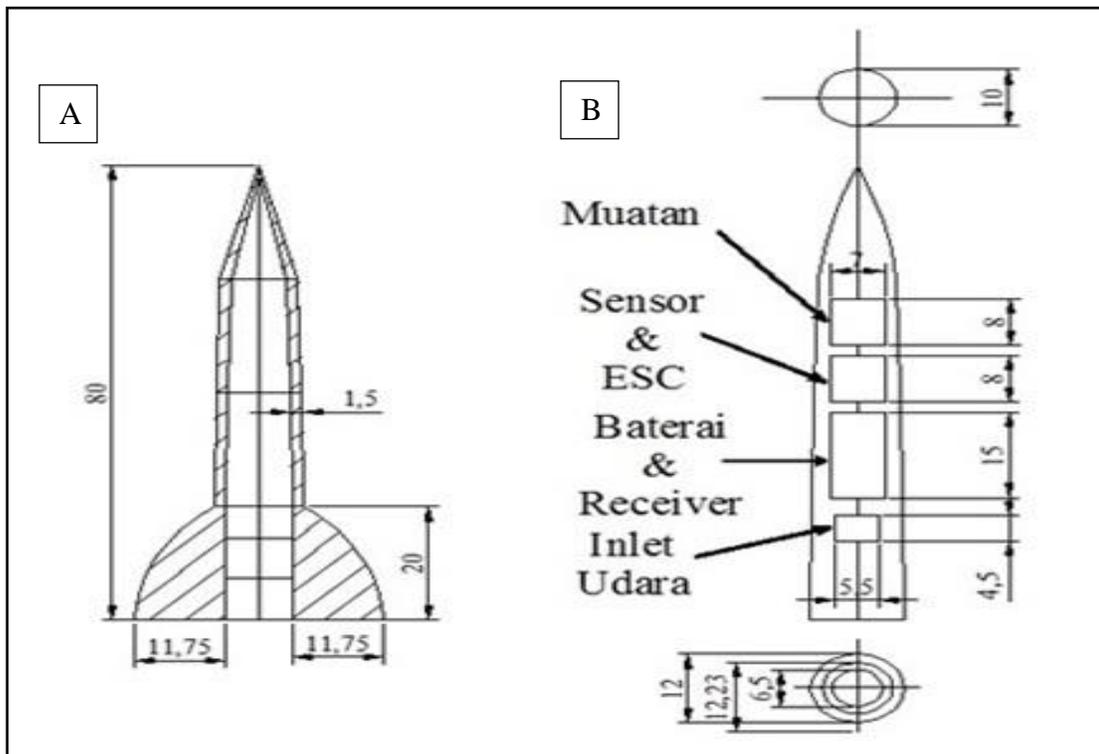
Gambar 3.19 Gerinda tangan

Gerinda tangan adalah alat pemotong benda kerja dengan menggunakan tenaga listrik. Gerinda tangan digunakan sebagai pemotong pipa lintasan pelontar dengan ukuran yang dikehendaki.

3.2 Desain Perancangan Roket

3.2.1 Desain Perancangan *Body* Roket

Dari gambar desain di bawah diketahui panjang total dari roket yaitu 80 cm, ini diambil karena desain roket disesuaikan dengan muatan yang dibawa sehingga mengurangi hambatan massa dan hambatan udara yang terjadi saat peluncuran roket. Ruang untuk komponen-komponen terbagi menjadi 3 bagian yaitu ruang untuk baterai, ruang untuk sensor dan *ESC (Electronic Speed Control)* serta ruang untuk baterai dan *receiver*. Motor *EDF* ditempatkan di bagian ekor roket sebagai mesin pendorong roket.



Gambar 3.20 Desain *body* roket dalam satuan cm : (A) Rangka roket, (B) *Body* roket dan penempatan komponen-komponennya (AutoCAD 2007)

Pada bagian tempat untuk muatan pada Gambar 3.20 (B), memiliki ukuran 8 x 7 x 10 cm (panjang x lebar x kedalaman) yang telah disesuaikan dengan dimensi muatan yang dipilih.

Pada bagian tempat untuk sensor dan *ESC* pada Gambar 3.20 (B), memiliki ukuran 8 x 7 x 10 cm (panjang x lebar x kedalaman) yang telah disesuaikan dengan dimensi sensor (7 x 5 cm) dan *ESC* (7 x 3 cm) sehingga cukup untuk pemasangan dan peletakan komponen.

Pada bagian tempat untuk baterai dan *receiver* pada Gambar 3.20 (B), memiliki ukuran 10 x 7 x 10 cm (panjang x lebar x kedalaman) yang telah

disesuaikan dengan dimensi baterai (10 x 3 cm) dan *receiver* (3 x 2 cm) sehingga cukup untuk pemasangan dan peletakan komponen.

Bagian ekor roket terdapat lubang dengan kedalaman 20 cm dan diameter 8 cm, ini telah disesuaikan untuk pemasangan motor *EDF* dan pembuatan lubang untuk jalur masuk udara hisapan motor *EDF (inlet)*. Ukuran motor *EDF* yaitu dengan panjang 11 cm (termasuk ekor motor *EDF*) dan diameter 7 cm, sedangkan lubang untuk hisapan udara dengan ukuran persegi 7 x 7 cm yang berjumlah 4 lubang sehingga memudahkan sirkulasi udara menuju motor *EDF*.

Pada bagian ujung roket (*cone*) dibuat sudut 23 derajat yang telah disesuaikan agar mendapat hambatan udara terkecil dan sesuai dengan ukuran panjangnya (20 cm). Bagian sayap untuk kemudi roket dengan panjang 20 cm dan lebar 12 cm serta sudut sebesar 30 derajat yang telah disesuaikan dengan konstruksi roket.

1. Perhitungan Titik Berat Roket

Diketahui :

$$m_1 = \text{massa muatan} = 100 \text{ gr} / 0,1 \text{ kg}$$

$$m_2 = \text{massa sensor} = 80 \text{ gr} / 0,08 \text{ kg}$$

$$m_3 = \text{massa baterai} = 258 \text{ gr} / 0,258 \text{ kg}$$

$$m_4 = \text{massa ESC} + \text{receiver} = 72 \text{ gr} / 0,072 \text{ kg}$$

$$m_5 = \text{massa motor EDF (Electric Ducted Fan)} = 159 \text{ gr} / 0,159 \text{ kg}$$

Dengan g (percepatan gravitasi) = $9,81 \text{ m/s}^2$, sehingga :

$$W_1 = 0,1 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2 = 0,981 \text{ Newton}$$

$$W_2 = 0,08 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2 = 0,785 \text{ Newton}$$

$$W_3 = 0,258 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2 = 2,53 \text{ Newton}$$

$$W_4 = 0,072 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2 = 0,706 \text{ Newton}$$

$$W_5 = 0,159 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2 = 1,56 \text{ Newton}$$

Jarak titik tengah beban terhadap sumbu y :

$$R_1 = 17 \text{ cm} = 0,17 \text{ m (arah sumbu negatif)}$$

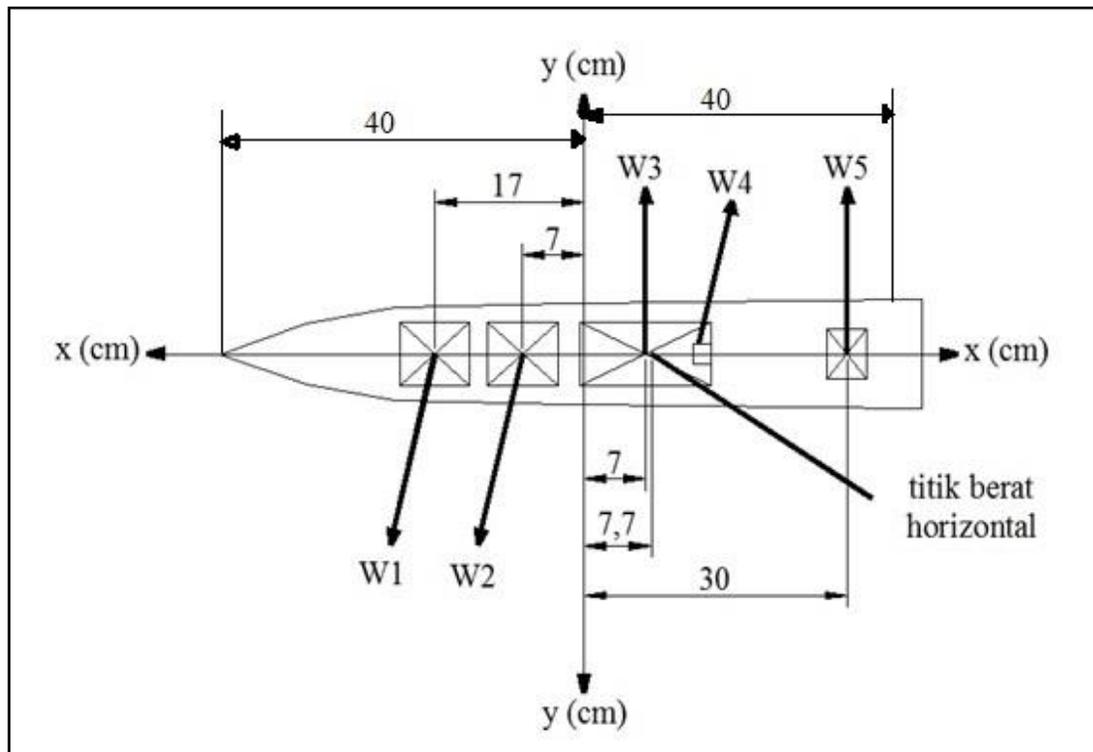
$$R_2 = 7 \text{ cm} = 0,07 \text{ m (arah sumbu negatif)}$$

$$R_3 = 7 \text{ cm} = 0,07 \text{ m (arah sumbu positif)}$$

$$R_4 = 12 \text{ cm} = 0,12 \text{ m (arah sumbu positif)}$$

$$R_5 = 30 \text{ cm} = 0,3 \text{ m (arah sumbu positif)}$$

Ditanya : Koordinat titik berat (X, Y) ?



Gambar 3.21 Posisi titik berat

Penyelesaian :

$$\begin{aligned}
 X &= \frac{W_1 \cdot R_1 + W_2 \cdot R_2 + W_3 \cdot R_3 + W_4 \cdot R_4 + W_5 \cdot R_5}{W_1 + W_2 + W_3 + W_4 + W_5} \\
 &= \frac{0,981 \cdot (-0,17) + 0,785 \cdot (-0,07) + 2,53 \cdot (0,07) + 0,706 \cdot (0,12) + 1,56 \cdot (0,3)}{0,981 + 0,785 + 2,53 + 0,706 + 1,56} \\
 &= \frac{(-0,16677) + (-0,05495) + 0,1771 + 0,08472 + 0,468}{6,562} \\
 &= (0,077) = 0,077 \text{ m atau } 7,7 \text{ cm dari titik } 0 \text{ (nol) ke arah } x \text{ positif.}
 \end{aligned}$$

Y = 0 (nol) karena penampang benda kerja dibuat simetris terhadap sumbu x.

Jadi, letak koordinat titik berat = (0,077 ; 0) m atau (7,7 ; 0) cm.

2. Perhitungan Daya Motor

Daya Motor \geq Daya Hambat Udara + Daya Hambat Massa

Diketahui :

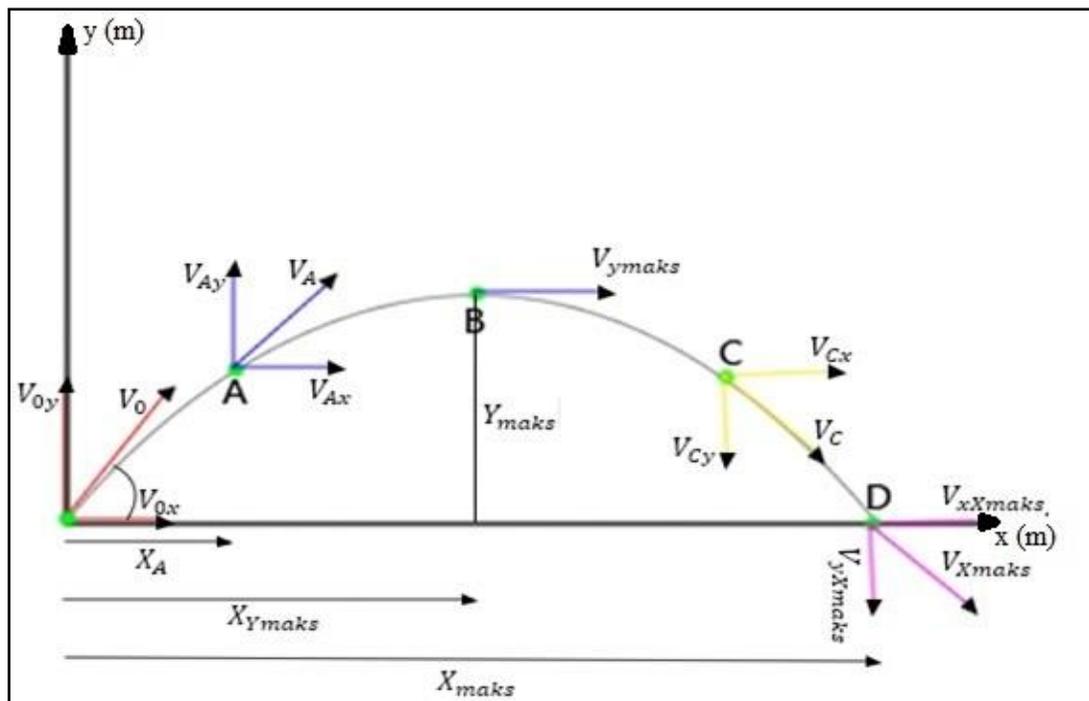
$$\rho_{udara} = 1,15 \frac{kg}{m^3} \text{ (pada temperatur } 32^{\circ} \text{ C)}$$

$$A_{penampang} = \frac{\pi}{4} \cdot D^2 = 0,785 \cdot (0,1 \text{ m})^2 = 0,00785 \text{ m}^2$$

Massa roket = 2 kg (termasuk massa tambahan muatan)

Berat roket = 2 kg \cdot 9,81 m/s² = 19,62 N

Δv = selisih kecepatan = $(v_t - v_0) = (75 - 20) \text{ m/s} = 55 \text{ m/s}$



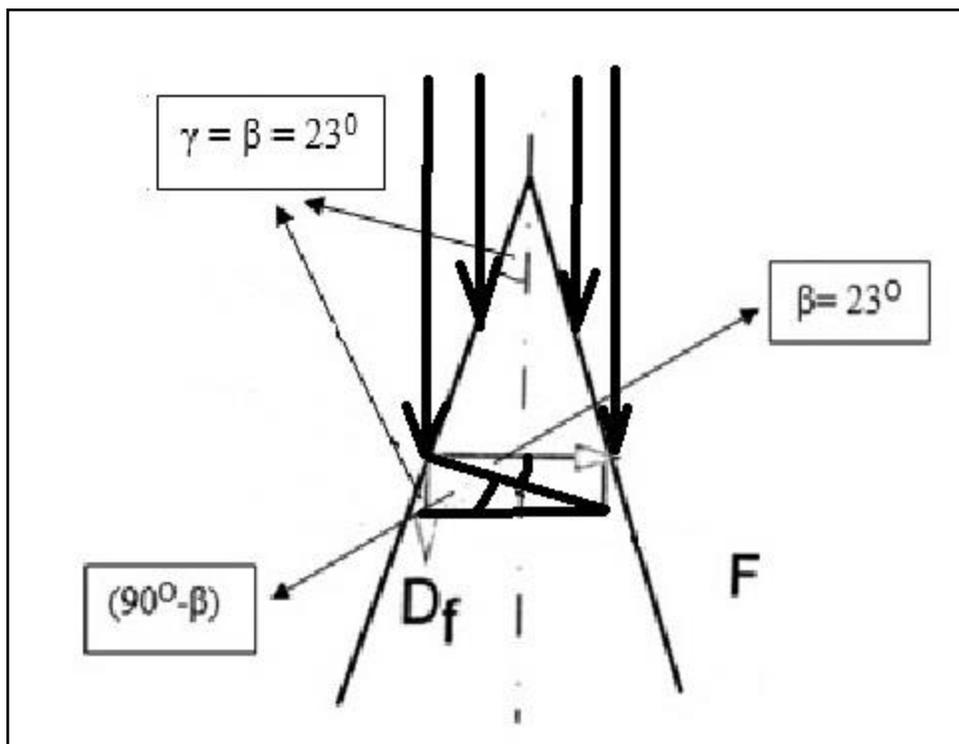
Gambar 3.22 Gerak parabola roket

a. Daya Hambat Udara yang Terjadi

$$\begin{aligned}
 P_{\text{udara}} &= \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot A \cdot \Delta v^3 \\
 &= \frac{1}{4} \cdot 1,15 \text{ kg/m}^3 \cdot 0,00785 \text{ m}^2 \cdot (55 \text{ m/s})^3 \\
 &= 375,488 \text{ Nm/s} = 375,488 \text{ Watt}
 \end{aligned}$$

b. Perhitungan *Drag Force* (P_{force})

$$\begin{aligned}
 P_{\text{force}} &= P_{\text{udara}} \cdot \cos(90^\circ - \beta) \\
 &= 375,488 \text{ Watt} \cdot \cos(90^\circ - 23^\circ) \\
 &= 375,488 \text{ Watt} \cdot \cos 67^\circ \\
 &= 146,715 \text{ Watt}
 \end{aligned}$$



Gambar 3.23 *Drag force* yang terjadi

c. Daya Hambat Massa Roket

$$\Delta P = I \text{ (impuls)} = m \cdot \Delta v = 2 \text{ kg} \cdot 55 \text{ m/s} = 110 \text{ kg m/s} = 110 \text{ Ns}$$

$$F = \text{Impuls (Ns)} / \text{Waktu (s)} = 110 \text{ Ns} / 2,8 \text{ s} = 39,286 \text{ N}$$

$$\text{Daya hambat massa} = F \cdot s / t$$

Dimana :

$$F = \text{Gaya yang dialami} = 39,286 \text{ N}$$

$$s = \text{Jarak yang dicapai roket} = \frac{1}{2} \cdot \text{keliling oval (ellips)}$$

$$\text{Keliling } \frac{1}{2} \text{ oval} = \frac{1}{2} \cdot 2\pi \left[\frac{1}{2}(a^2 + b^2) \right]^{1/2} = 3.14 \left[\frac{1}{2}(5^2 + 3^2) \right]^{1/2} = 12,95 \text{ m}$$

Keterangan :

$$a = \frac{1}{2} \text{ diameter pendek} = 5 \text{ m}$$

$$b = \frac{1}{2} \text{ diameter panjang} = \frac{1}{2} \cdot 6 \text{ m} = 3 \text{ m}$$

$$t = \text{lama waktu tempuh} = 2,8 \text{ sekon}$$

Sehingga,

$$\text{Daya hambat massa} = F \cdot s / t = 39,286 \text{ N} \cdot 12,95 \text{ m} / 2,8 \text{ s} = 181,69 \text{ Watt}$$

$$\begin{aligned} \text{Jadi, daya hambat total yang dialami roket} &= 146,715 \text{ Watt} + 181,69 \text{ Watt} \\ &= 328,405 \text{ Watt} \end{aligned}$$

d. Daya *EDF* (*Electric Ducted Fan*) yang Digunakan

Daya motor yang digunakan yaitu 780 Watt dengan rendemen total (mekanis dan elektrik) sebesar 0,68 sehingga,

$$P_{\text{efektif}} = 780 \text{ Watt} \cdot 0,68 = 530,4 \text{ Watt}$$

Maka,

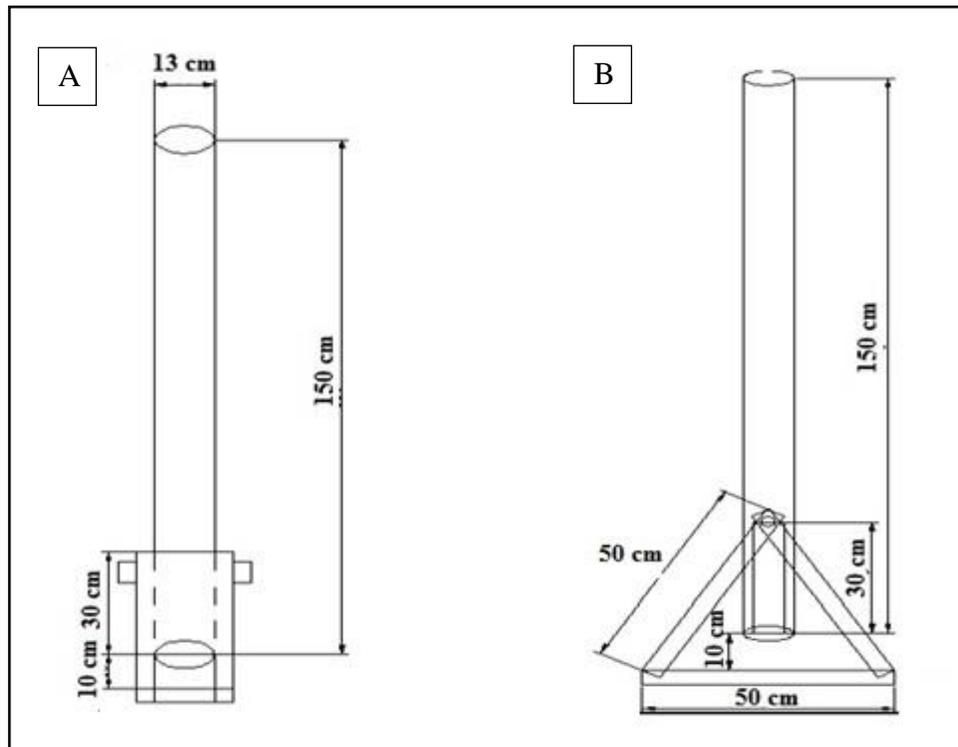
$$P_{\text{efektif edf}} \geq P_{\text{hambat total}}$$

$$530,4 \text{ Watt} \geq 328,405 \text{ Watt}$$

Jadi, motor *EDF* yang digunakan memenuhi persyaratan untuk daya minimal motor *EDF* yang dibutuhkan berdasarkan dari kemungkinan hambatan total yang dialami oleh roket selama proses peluncuran.

3.2.2 Desain Pelontar Roket

Pelontar yang menggunakan pipa sebagai lintasan dan pegas tekan sebagai pendorong roket. Panjang pipa yang digunakan yaitu 150 cm dengan diameter dalam 13 cm. Untuk rangka dudukan pipa menggunakan besi baja bentuk segitiga dengan pengelasan sebagai metode penyambungannya, panjang alas segitiga yaitu 50 cm dengan tinggi 40 cm.



Gambar 3.24 Desain pelontar: a.tampak depan, b.tampak samping (dalam satuan cm)

Perhitungan gaya pelontar dengan :

1. Berat roket = 2 kg (termasuk berat muatan di luar komponen)
 $= 2 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 = 19,62 \text{ N}$
2. Tinggi lontaran = 10 m
3. Diameter pipa pelontar = 13 cm = 0,13 m
4. Tipe pegas tekan yang digunakan tipe *springend plain*.

Maka,

$$E_p = m \cdot g \cdot h \text{ (akhir)}$$

$$= 2 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 \cdot 10 \text{ m} = 196,2 \text{ Joule}$$

Sehingga,

$$E_{k_{awal}} + E_{p_{awal}} = E_{k_{akhir}} + E_{p_{akhir}}$$

$$\frac{1}{2} m(v_{akhir})^2 + 0 = 0 + m.g.h$$

$$(v_{akhir})^2 = m.g.h / \frac{1}{2}.m = 2.g.h = 196,2$$

$$v_{akhir} = 14,07 \text{ m/s}$$

$$W = \Delta E_p$$

$$= E_{p_{akhir}} \text{ (karena } E_{p_{awal}} = 0)$$

$$= 196,2 \text{ Joule}$$

$$W = F.\sin \alpha.s$$

Gerak parabola (pada gambar 3.23), dengan sudut 70° dan $V_0 = 31,8 \text{ m/s}$:

$$V_{ox} = V_{awal}.\cos 80^\circ = 5,52 \text{ m/s}$$

$$V_{oy} = V_{awal}.\sin 80^\circ = 31,32 \text{ m/s}$$

Maka,

$$y = 10 \text{ m}$$

$$y = V_{oy}.t - \frac{1}{2}.g.t^2$$

$$10 = 31,32.t - 4,91.t^2$$

$$4,91.t^2 - 31,32.t + 10 = 0$$

$$t_{abc} = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

$$t_{abc} = \frac{-(-31,32) \pm \sqrt{(-31,32)^2 - 4.4,91.10}}{2.4,91}$$

$$t_{abc} = \frac{31,32 \pm \sqrt{784,54}}{9,82} = 6,04 \text{ sekon}$$

$$\begin{aligned} x &= V_0 \cdot t \\ &= 5,52 \text{ m/s} \cdot 6,04 \text{ sekon} \\ &= 33,34 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\text{Jika : } W = 196,2 \text{ Joule}$$

$$\alpha = 80^\circ$$

$$s = 33,34 \text{ m}$$

$$W = F \cdot \sin 80^\circ \cdot s$$

$$196,2 = F \cdot \sin 80^\circ \cdot 33,34$$

$$F = 196,2 / 32,83 = 5,98 \text{ N}$$

$$\text{Tekanan pelontaran} = F / A$$

$$\text{Dimana, } A = \pi r^2 = 3,14 \cdot (0,06)^2 = 0,011304 \text{ m}^2$$

$$\text{Jadi, tekanan pelontaran} = F / A = 5,98 \text{ N} / 0,011304 \text{ m}^2 = 529,016 \text{ N/m}^2$$

3.3 Proses Pembuatan

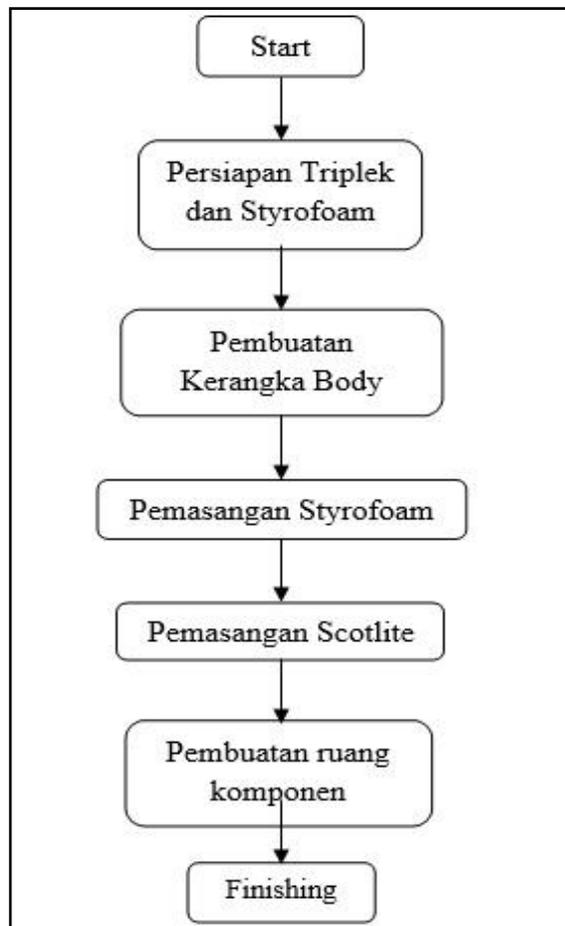
3.3.1 Pembuatan *Body* Roket

Persiapkan lembaran triplek dengan ketebalan 3 mm dan styrofoam lembaran dengan ketebalan 2 cm. Gambar desain kerangka *body* pada triplek menggunakan

pensil. Garis sesuai ukuran yang ditentukan menggunakan penggaris. Potong triplek sesuai desain kerangka *body* dengan menggunakan *cutter*.

Pada tahap proses pembuatan kerangka *body* roket, setelah triplek di potong kemudian dirangkai satu sama lain menggunakan lem sehingga membentuk sesuai dengan kerangka yang diinginkan. Rapikan *body* roket agar sesuai dengan yang diinginkan.

Pasang *scotlite* pada *body* roket. Pemasangan *scotlite* pada *body* roket menggunakan pemanas (*hairdryer*). Potong *scotlite* sesuai dengan lekukan yang ada pada roket. Lakukan pemasangan *scotlite* secara perlahan agar tidak merusak *body*.



Gambar 3.25 Skema pembuatan *body* roket

Tahap pembuatan ruang komponen sesuaikan ruangan untuk muatan, sensor, *ESC (Electronic Speed Control)*, baterai, dan *reciever*. Potong styrofoam yang sudah diukur dengan menggunakan *cutter*. Hati – hati dalam memotong styrofoam pada ruang komponen agar tidak merusak *body*. Rapihkan ruangan komponen agar sesuai dengan yang diinginkan.



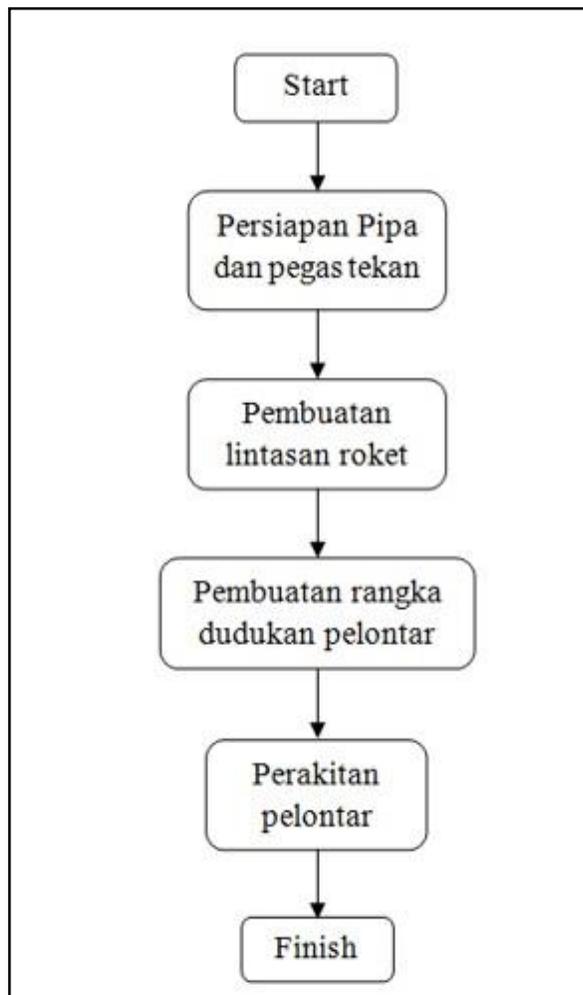
Sumber : Dokumentasi Tugas Akhir

Gambar 3.26 Hasil pembuatan *body* roket

3.3.2 Pembuatan Pelontar

Persiapkan pipa dengan ukuran diameter 13 cm dan pegas tekan dengan ukuran diameter luar 13 cm, panjang 150 cm dan jarak *pitch* 2 cm. Potong pipa dengan panjang 150 cm dengan menggunakan gerinda tangan.

Buat lintasan pada pipa, sesuaikan dengan posisi keempat sayap roket sehingga lintasan dapat menyesuaikan arah gerak roket. Potong keempat lintasan sayap roket hingga tersisa 30 cm dari total 150 cm panjang pipa. Amplas bekas potongan agar halus dan tidak merusak sayap roket.

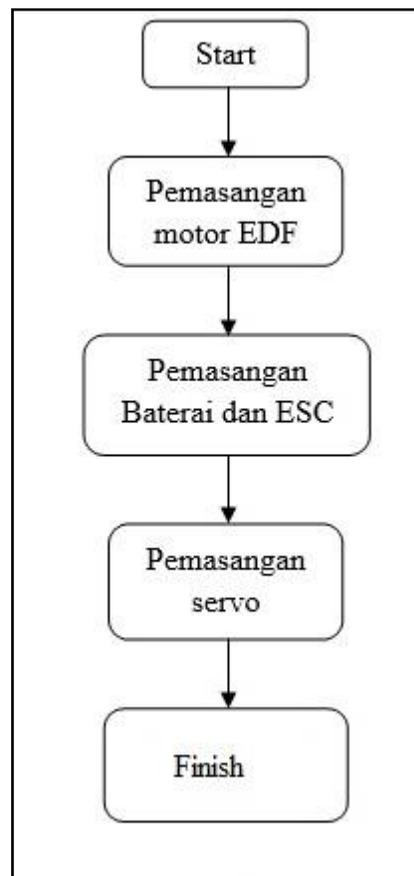


Gambar 3.27 Skema pembuatan pelontar roket

3.3.3 Pemasangan Komponen-Komponen Roket

Pemasangan motor *EDF* diletakan pada bagian bawah roket. *EDF* dikaitkan menggunakan mur dan baut pada *body* roket. Setelah itu hubungkan *EDF* dengan 3 keluaran kabel *output ESC* (*power*, *ground*, dan *control*).

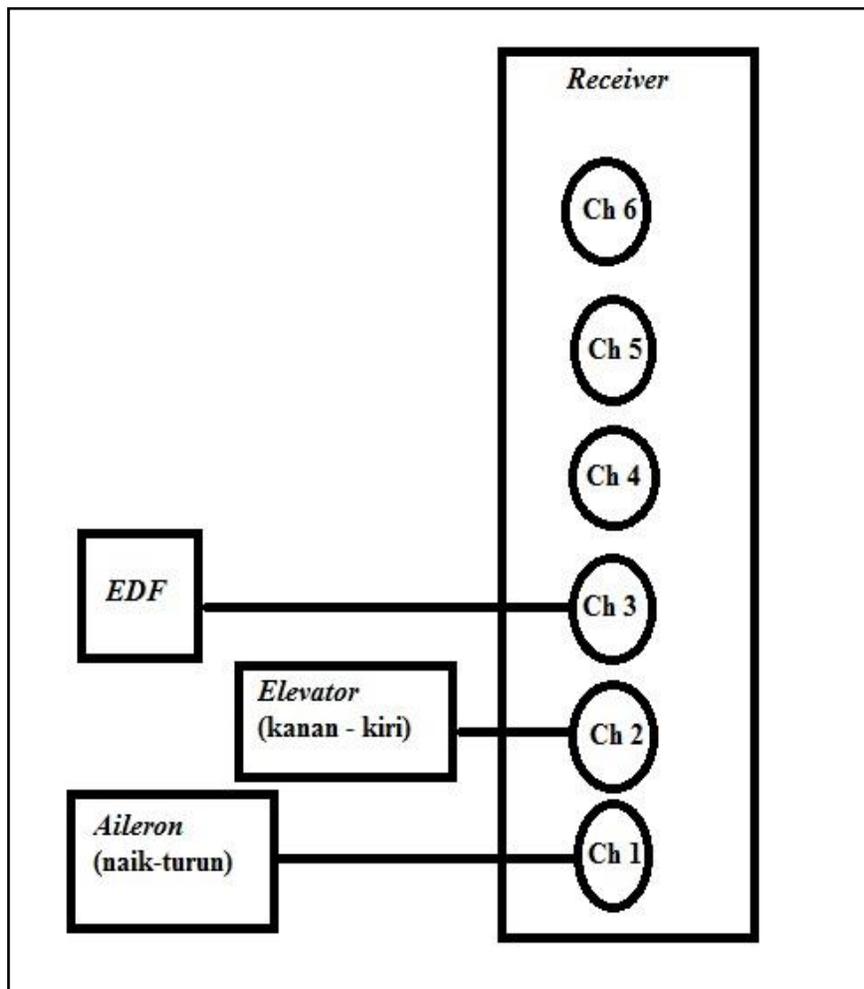
Tempatkan Baterai dan *ESC* pada ruang komponen yang telah dibuat sebelumnya. Hubungkan 2 keluaran kabel *output ESC* ke baterai (*power* dan *ground*). Sambungkan kabel *control ESC* (*power*, *ground* dan *control*) ke *receiver* pada pin no 3 (*channel 3*).



Gambar 3.28 Skema pemasangan komponen-komponen roket

Selanjutnya pemasangan servo pada sayap ekor untuk mekanisme kemudi. Servo dipasang paralel agar posisi sayap yang saling berlawanan sesuai yang diinginkan. Sepasang kabel dipasang paralel sesuai warna kabel agar memperoleh gerakan *output* motor servo yang berlawanan dan sepasang kabel servo lainnya dipasang paralel dengan membalik kabel lainnya (kecuali kabel tengah) agar gerakan *output* motor servo searah. Setelah itu masing-masing servo dikaitkan dengan kawat berdiameter 1,5 mm yang berfungsi sebagai pendorong dan penarik sayap ekor.

3.3.4 Penyetelan *Remote Control*



Gambar 3.29 Skema penyetelan *channel receiver*

Pada penyetelan *remote control* terdapat 3 *channel* yang digunakan untuk mengendalikan roket. *Channel 1* berada di tuas kanan arah naik dan turun pada *remote control*, berfungsi untuk mengatur arah naik dan turun gerakan sayap (*aileron*). *Channel 2* berada kanan tuas arah kiri dan kanan pada *remote control*, berfungsi untuk mengatur arah kanan dan kiri gerakan sayap (*elevator*). *Channel 3* berada di tuas kiri arah naik dan turun pada *remote control* berfungsi untuk mengatur kecepatan EDF.

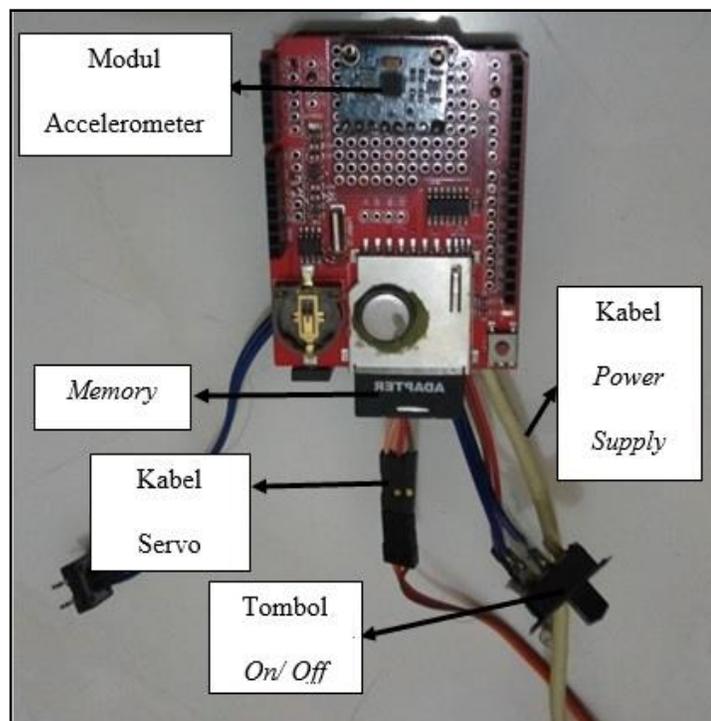
Pada *display remote control* terdapat indikator baterai yang berada di pojok kanan atas layar *display* dan indikator voltase baterai.



Gambar 3.30 Penyetelan *remote control*

Gambar diatas menunjukkan penyetelan *remote* berdasarkan *channel* dan beserta *display* nya. Pada *display* menunjukkan voltase *remote control* dan *receiver* dari *power supply*. Arti dari Int.V 1 : 5,30 V yaitu voltase pada *receiver* berkisar 5,30 volt. Sedangkan Tx.V 1 : 5,77 V menunjukkan *remote control (transmitter)* memiliki voltase yang berkisar 5,77 volt.

3.3.5 Penyetelan *Display Software Sensor Accelerometer*



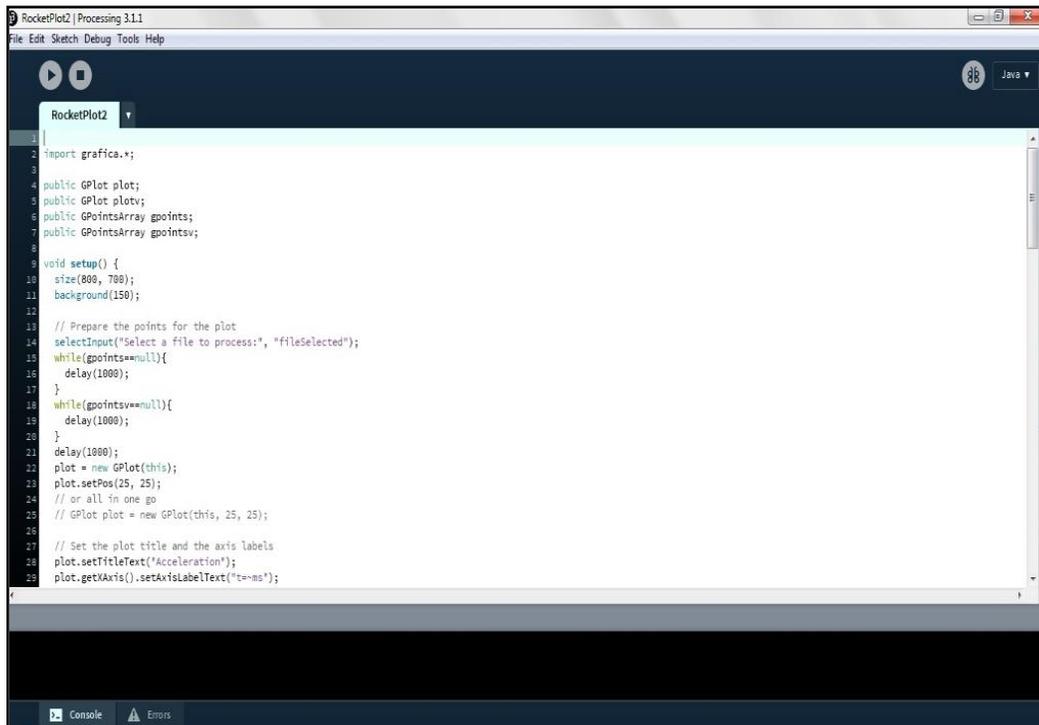
Sumber : Dokumentasi Tugas Akhir

Gambar 3.31 Keterangan komponen-komponen sensor

Gambar diatas adalah perangkat sensor accelerometer yang digunakan sebagai pencatat kecepatan dan percepatan roket selama proses peluncuran di udara, serta sebagai perangkat pemberi sinyal untuk pergerakan servo untuk pembukaan parasut.

Terdapat komponen-komponen seperti modul sensor accelerometer, *shield*, *memory*, kabel power, kabel servo dan tombol *on/ off*.

Prinsip kerja dari sensor accelerometer diawali ketika modul sensor accelerometer memberi masukan pembacaan kecepatan dan percepatan sensor yang selanjutnya akan diteruskan menuju *shield* dan akan tersimpan dalam *memory*. Data yang tersimpan dalam *memory* akan tersimpan dalam bentuk *file* dan akan dapat terbaca menggunakan *software processing* yang telah terpasang di *PC*. Setelah membuat *coding* pada *software processing* selanjutnya data akan terbaca dan tampilan akan berupa kurva percepatan dan kecepatan dari beberapa kali pergerakan yang telah terbaca.



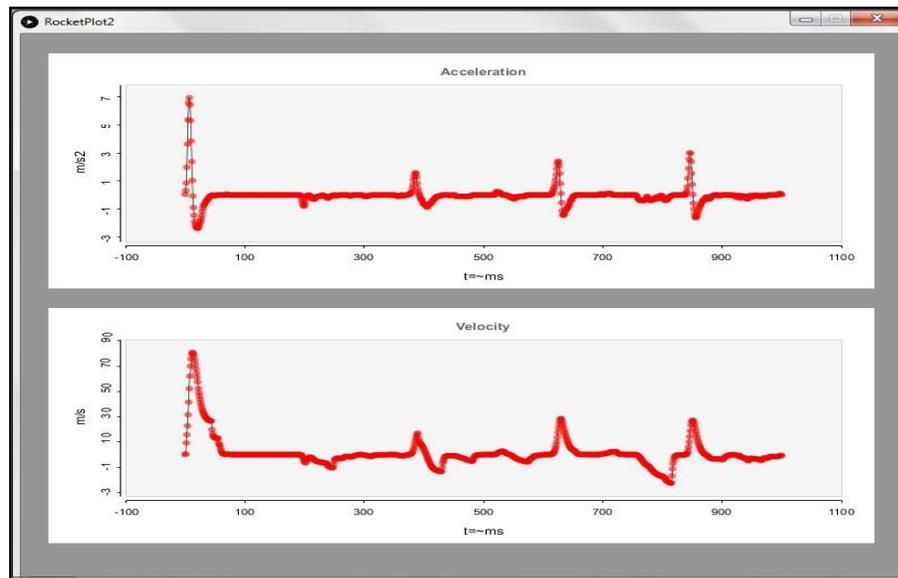
```

1 RocketPlot2
2 import grafica.*;
3
4 public GPlot plot;
5 public GPlot plotsv;
6 public GPointsArray gpoints;
7 public GPointsArray gpointsv;
8
9 void setup() {
10 size(800, 700);
11 background(150);
12
13 // Prepare the points for the plot
14 selectInput("Select a file to process:", "fileSelected");
15 while(gpoints==null){
16 delay(1000);
17 }
18 while(gpointsv==null){
19 delay(1000);
20 }
21 delay(1000);
22 plot = new GPlot(this);
23 plot.setPos(25, 25);
24 // or all in one go
25 // GPlot plot = new GPlot(this, 25, 25);
26
27 // Set the plot title and the axis labels
28 plot.setTitleText("Acceleration");
29 plot.getXAxis().setAxisLabelText("t=ms");

```

Sumber : Dokumentasi Tugas Akhir

Gambar 3.32 *Coding* yang digunakan dalam pembacaan sensor



Sumber : Dokumentasi Tugas Akhir

Gambar 3.33 Hasil *testing* sensor accelerometer

3.4 Metode Pengambilan Data

Sudut Lontaran 70^0

1. Kecepatan (v) terhadap waktu (t)

Grafik yang menunjukkan grafik kecepatan (v) dalam m/s terhadap waktu (t) dalam sekon. Dengan menggunakan sudut lontar 70^0 dan kecepatan udara berkisar 2,5 m/s – 7,5 m/s pada temperatur udara $\pm 32^0\text{C}$. Grafik dimulai dari detik ke-1, lalu menuju ke detik ke-5 dengan kisaran kecepatan 0 m/s sampai 75 m/s pada titik maksimal membentuk gerak parabola.

2. Percepatan (a) terhadap waktu (t)

Grafik yang menunjukkan grafik percepatan (a) dalam m/s^2 terhadap waktu (t) dalam sekon. Dengan menggunakan sudut lontar 80^0 dan kecepatan udara berkisar 2,5 m/s – 7,5 m/s pada temperatur udara $\pm 32^0\text{C}$. Grafik dimulai dari detik ke-1, lalu

menuju ke detik ke-5 dengan kisaran percepatan 0 m/s^2 sampai 3 m/s^2 pada titik maksimal membentuk lintasan gerak parabola.

3. Lintasan horizontal ($S_{\text{horizontal}}$) terhadap waktu (t)

Grafik lintasan horizontal yang di ambil pada uji coba dengan sudut pelontaran 70° . Kecepatan angin pada saat uji coba berkisar $2,5 \text{ m/s} - 7,5 \text{ m/s}$ pada temperatur udara $\pm 32^\circ\text{C}$. Grafik mengalami kenaikan lintasan horizontal tiap perubahan waktu dimana nilai $S_{\text{horizontal}}$ maksimal yaitu 6 meter dari titik awal pelontaran dan memakan waktu sampai

4. Lintasan vertikal (S_{vertikal})

Grafik lintasan vertikal yang di ambil pada uji coba dengan sudut pelontaran 70° . Kecepatan angin pada saat uji coba berkisar $2,5 \text{ m/s} - 7,5 \text{ m/s}$ pada temperatur udara $\pm 32^\circ\text{C}$. Grafik mengalami kenaikan lintasan vertikal tiap perubahan waktu dimana nilai S_{vertikal} maksimal yaitu 6 meter dari titik awal pelontaran dan kemudian menurun hingga titik 0 meter vertikal yang memakan waktu sampai 5 detik.