

PENGARUH GAYA DORONG PADA ROKET FFAR 70 MM TERHADAP PERFORMA LINTASAN TERBANG

¹Alivia Raihan Risa Wibowo, ²Edi Sofyan, ³Erwan Eko Prasetyo

^{1,2,3}Teknik Dirgantara, Sekolah Tinggi Teknologi Kedirgantaraan

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh gaya dorong terhadap sudut elevasi, jarak jangkauan, dan ketinggian roket FFAR 70 MM menggunakan dua software: Working Model 2D, MATLAB Simulink. Pemodelan dilakukan dengan memvariasikan gaya dorong (2265 N, 3265 N, dan 4265 N) dan sudut elevasi (30° hingga 70°). Hasil simulasi menunjukkan perbedaan signifikan antara ketiga software. Hasil dari Working Model 2D menunjukkan bahwa gaya dorong optimal adalah 4265 N dengan sudut elevasi optimal 30°. Sementara itu, hasil dari MATLAB Simulink menunjukkan gaya dorong dan sudut elevasi yang optimal adalah 4265 N dan 50°. Selain itu, hasil simulasi menunjukkan bahwa semakin besar gaya dorong, jarak jangkauan roket semakin jauh dan semakin tinggi ketinggiannya. Perbandingan antara hasil simulasi dan eksperimen menunjukkan bahwa hasil dari MATLAB Simulink mendekati hasil eksperimen dengan jarak jangkauan sekitar 7.869 km.

Kata kunci: Roket FFAR, Gaya Dorong, Sudut Elevasi, Working Model 2D, MATLAB

Abstract

This research aims to analyze the influence of thrust on elevation angle, range, and altitude of the FFAR 70 MM rocket using three software: Working Model 2D, MATLAB Simulink. The modeling is conducted by varying the thrust (2265 N, 3265 N, and 4265 N) and elevation angle (30° to 70°). The simulation results reveal significant differences among the three software. The results from Working Model 2D indicate that the optimal thrust is 4265 N with an optimal elevation angle of 30°. On the other hand, MATLAB Simulink shows that the optimal thrust and elevation angle are 4265 N and 50°. Furthermore, the simulation results demonstrate that as the thrust increases, the rocket's range becomes farther and its altitude becomes higher. A comparison between the simulation and experimental data shows that MATLAB Simulink's results approximate the experimental data with a range of approximately 7.869 km.


Keywords: FFAR Rocket, Thrust, Elevation Angle, Working Model 2D, MATLAB

Pendahuluan

Indonesia memiliki potensi besar mendapatkan serangan dalam bentuk pertahanan dan kemananan baik dari dalam maupun luar negeri. Hal ini dipersiapkan secara dini oleh pemerintah dan diselenggarakan secara sempurna, terpadu, terarah, dan berlanjut untuk menegakkan kedaulatan negara, keutuhan wilayah, dan keselamatan segenap bangsa dari seluruh ancaman, sehingga seluruh potensi dan sumber energi nasional sepatutnya dipersiapkan sedini mungkin. Indonesia memerlukan strategi dan peralatan yang canggih dan dapat meminimalisir ancaman. Dan persiapan sebagai bentuk upaya dalam menjaga pertahanan dan keamanan negara. Dalam bidang teknologi merupakan salah satu upaya yang dilakukan pemerintah Republik Indonesia dalam upaya menjaga pertahanan dan keamanan negara Indonesia. Roket merupakan salah satu pengembangan teknologi yang dilakukan pemerintah Indonesia dalam menjaga pertahanan dan keamanan negara. Peran roket sangat penting dalam pengembangan untuk menjaga pertahanan dan keamanan dan kedaulatan Negara Kesatuan Republik Indonesia. Roket merupakan peluru kemudi yang memiliki gaya dorong diperoleh dari proses pembakaran. Pemerintah Indonesia mengembangkan roket yang dapat digunakan untuk pertahanan dan keamanan negara. Roket ini dapat ditembakkan dari helicopter dan pesawat berkecepatan tinggi untuk udara ke udara (Air to Air) dan udara ke darat (Air to Ground). Roket ini juga dapat digunakan untuk darat ke darat (Ground to Ground) dengan menggunakan multi launcher rocket, yang dikembangkan untuk keperluan oleh TNI, persenjataan ini didatangkan dari luar negeri.

¹Email Address: aliviawibowo@gmail.com

Received 11 Agustus 2023, Available Online 30 Desember 2023

 <https://doi.org/10.56521/teknika.v9i2.891>

Gaya dorong ialah gaya reaksi suatu objek. Memvariasikan gaya dorong dapat mempengaruhi performa lintasan terbang. Pada roket FFAR 70 MM yang mempunyai massa total 8.99 kg dengan panjang 70 mm, gaya dorong 3265 newton dan sudut elevasi 40 derajat. Memvariasikan gaya dorong roket berpengaruh untuk performa lintasan roket tersebut. Variasi gaya dorong dapat mempengaruhi performa lintasan terbang roket saat terbang dan juga dapat mempengaruhi jarak jangkauan dan ketinggian roket. Untuk memahami bagaimana variasi gaya dorong yang dapat mempengaruhi performa lintasan pada roket FFAR 70 MM, termasuk jarak jangkauan, ketinggian dan akurasi.

Tinjauan Pustaka dan Pengembangan Hipotesis

FFAR (*Folding Fin Aerial Rocket*) 70mm FFAR 70 mm merupakan roket pertahanan kaliber 70 mm yang dikembangkan oleh Indonesia melalui Konsorsium Roket Nasional sebagai upaya pertahanan dan keamanan untuk melindungi Indonesia. Roket adalah kendaraan yang memiliki mesin pengubah energi yang dapat bergerak sesuai dengan besarnya gaya impuls yang dihasilkan oleh konversi energi kimia bahan bakar menjadi energi panas pembakaran bahan bakar di ruang bakar motor roket. Energi selanjutnya Panas ini akan menghasilkan tekanan yang dapat menimbulkan gaya dorong melalui nozzle roket, sehingga roket dapat bergerak berlawanan arah dengan arah gaya dorong, kemudian dihasilkan energi kinetik berupa pergerakan roket meluncur menuju sasarannya, baik target di darat, di udara maupun di air. Adapun spesifikasi FFAR 70 mm dapat dilihat pada table dibawah ini dan bentuk serta teknologi FFAR 70 mm dapat dilihat pada tabel.

Tabel 1. Spesifikasi FFAR 70 MM

No	Spesifikasi	Keterangan
1.	Total Berat	8.99 kg (Memakai M151 <i>Warhead</i>)
2.	Diameter Tabung	70mm (2.75 inci)
3.	Panjang Propelan	68 cm
4.	Panjang Keseluruhan	1.4 m (memakai M151 <i>Warhead</i>)
5.	Massa <i>Warhead</i>	3.95 kg (M151)
6.	Jenis Propelan	Double Base
7.	Jarak jangkauan	8 km (surface to surface) pada sudut elevasi 40°
8.	Jumlah Nosel	4 buah
9.	Gaya Dorong	3265 N

Sumber : (Samosir & Nuryanto, 2009)

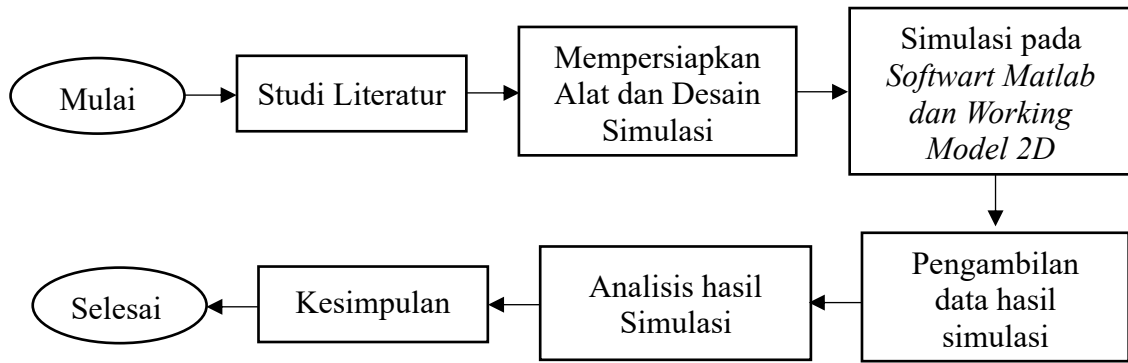
Roket FFAR 70 mm merupakan roket yang digunakan pada pesawat tempur TNI AU dan *helicopter* serbu Puspenerbad. Roket FFAR 70 mm di produksi di Indonesia oleh PT Dirgantara Indonesia. Pada simulasi ini *warhead* yang digunakan adalah M 151 HE. Dan menggunakan sudut elevasi 30, 40, 50, 60, 70 derajat. *Warhead* yang digunakan M 151 HE dengan berat 3.95 kg.

Metode Penelitian

Rancangan dan desain penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode simulasi. Berdasarkan batasan masalah yang telah ditentukan, analisis simulasi hanya menggunakan *software working model 2D* dan MATLAB *Simulink*. Dalam melakukan penelitian ini, simulasi hanya dilakukan dengan menganalisis pengaruh gaya dorong pada roket terhadap lintasan terbang. Sebelum melakukan permodelan dan simulasi, langkah pertama yang dilakukan adalah dengan melakukan perancangan desain yang akan digunakan dalam penelitian ini. Dalam pemodelan dan simulasi terdapat dua software yang digunakan yaitu *working model 2D* dan MATLAB *Simulink*.

1. Pemodelan dan simulasi menggunakan *software working model 2D*
2. Permodelan dan simulasi menggunakan *Software MATLAB Simulink*



Gambar 1. flowchart

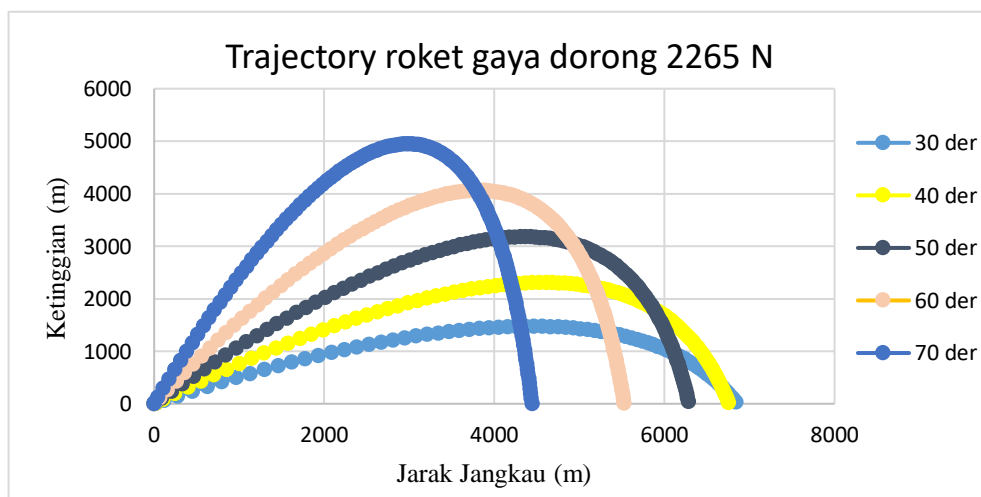
Hasil dan Pembahasan

Profil Trajectory dan Kecepatan Roket FFAR 70 mm Dengan Gaya Dorong 2265 Newton

Working model 2D

Tabel 2. Hasil simulasi dengan gaya dorong 2265 N menggunakan software working model 2D

No	Sudut Elevasi (Degree)	Jarak Jangkau (m)	Ketinggian (m)
1.	30	7050	1475
2.	40	6910	2308
3.	50	6355	3181
4.	60	5560	4064
5.	70	4480	4951

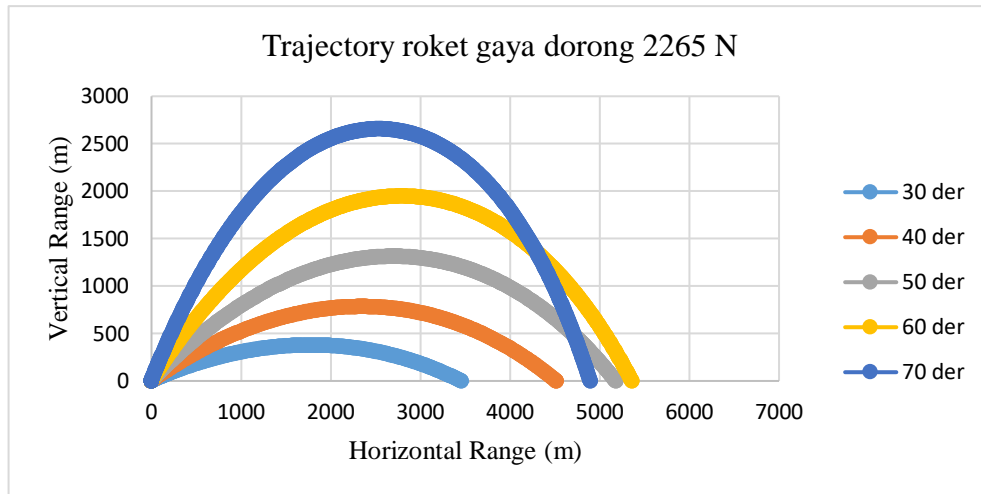


Gambar 2. Grafik trajectory gaya dorong 2265 N menggunakan software working model 2D

Grafik diatas merupakan hasil trajectory yang dilakukan dengan menggunakan software working model 2D dengan memvariasikan sudut elevasi 30° – 70° dengan menggunakan menggunakan gaya dorong sebesar 2265 n. Dapat dilihat pada gambar 3 bahwa jarak jangkau terjauh ini adalah 7050 m pada sudut elevasi 30°. Dan untuk ketinggian paling optimal terdapat pada sudut elevasi 70° dengan nilai sebesar 4951 m .

Tabel 3. hasil simulasi dengan gaya dorong 2265 N menggunakan software *Matlab*

No	Sudut Elevasi (Degree)	Jarak Jangkau (m)	Ketinggian (m)
1	30	3458	380
2	40	4519	785
3	50	5182	1314
4	60	5362	1948
5	70	4897	2657



Gambar 3. Grafik *trajectory* gaya dorong 2265 N menggunakan software *MATLAB*

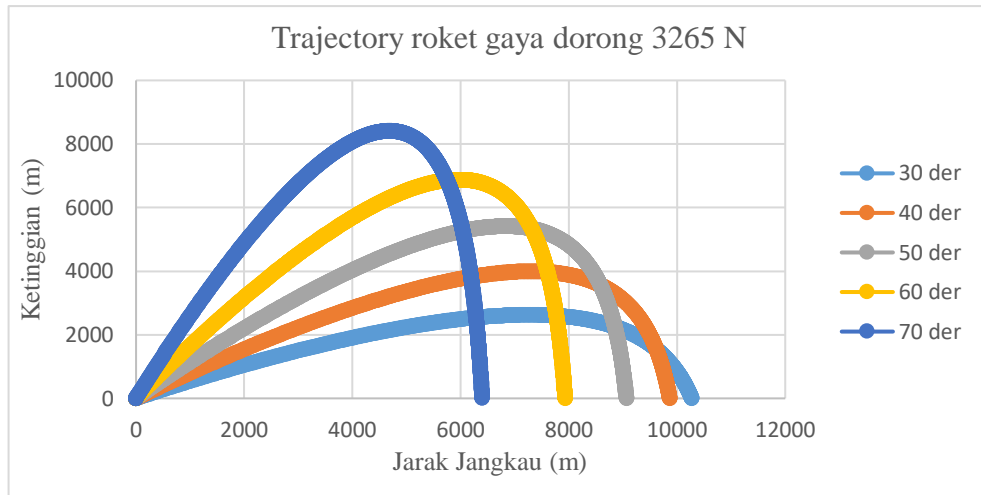
Grafik diatas adalah hasil pemodelan dan simulasi menggunakan software *MATLAB Simulink* dengan memvariasikan sudut elevasi pada roket FFAR 70 MM. Maka diperoleh sudut elevasi yang optimal untuk mencapai titik jatuh terjauh adalah sudut elevasi sebesar 60° dengan jarak jangkau sebesar 5362 m. Dan untuk ketinggian paling optimal terdapat pada sudut elevasi 70° dengan nilai sebesar 2657 m.

Profil *Trajectory* dan Kecepatan Roket FFAR 70 mm Dengan Gaya Dorong 3265 Newton

Working Model 2D

Tabel 4. Hasil Simulasi dengan gaya dorong 3265 N menggunakan software *working model 2D*

No	Sudut Elevasi (Degree)	Jarak Jangkau (m)	Ketinggian (m)
1.	30	10290	2629
2.	40	9877	3994
3.	50	9082	5418
4.	60	7940	6883
5.	70	6410	8414

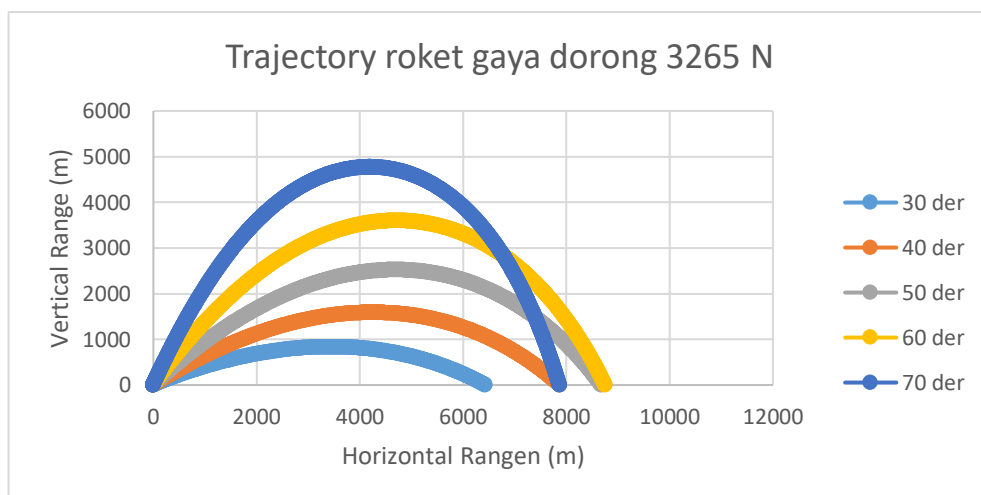


Gambar 4. Grafik trajectory gaya dorong 3265 N menggunakan software working model 2D

Grafik diatas merupakan hasil *trajectory* yang dilakukan dengan menggunakan software working model 2D dengan memvariasikan sudut elevasi 30° – 70° dengan menggunakan menggunakan gaya dorong sebesar 3265 n. Dapat dilihat pada gambar 5 bahwa jarak jangkau terjauh ini adalah 7271 m pada sudut elevasi 30°. Dan untuk ketinggian paling optimal terdapat pada sudut elevasi 70° dengan nilai sebesar 8414 m.

Tabel 5. Hasil simulasi dengan gaya dorong 3265 N menggunakan software Matlab

No	Sudut Elevasi (Degree)	Jarak Jangkau (m)	Ketinggian (m)
1	30	6427	832
2	40	7869	1584
3	50	8676	2517
4	60	8751	3594
5	70	7867	4768



Gambar 5. Grafik trajectory gaya dorong 3265 N menggunakan software Matlab

Grafik diatas adalah hasil pemodelan dan simulasi menggunakan software MATLAB *Simulink* dengan memvariasikan sudut elevasi pada roket FFAR 70 MM. Dapat dilihat bahwa semakin kecil sudut elevasi jarak jangkau semakin kecil dan ketinggian semakin kecil. Maka diperoleh sudut elevasi

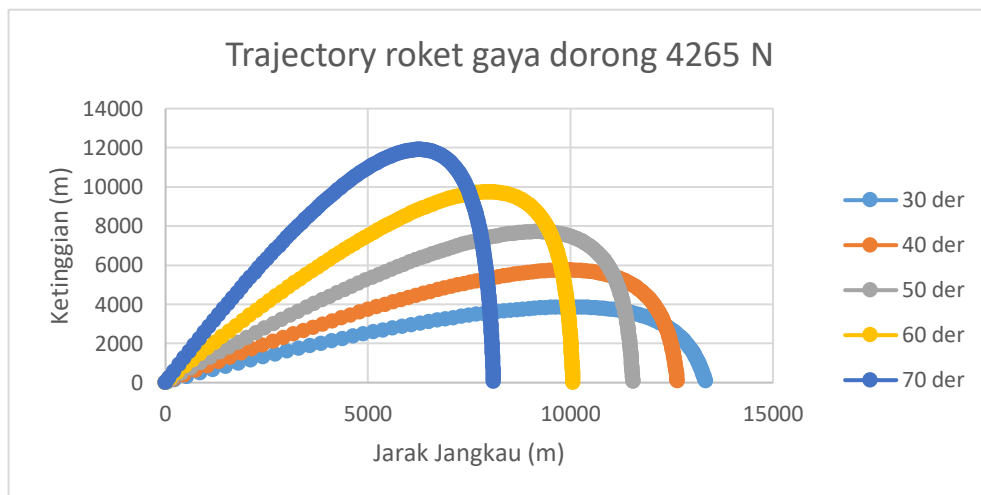
yang optimal untuk mencapai titik jatuh terjauh adalah sudut 60° dengan jarak jangkauan sebesar 8751 m. Dan untuk ketinggian paling optimal terdapat pada sudut elevasi 70° dengan nilai sebesar 4768 m.

Profil Trajectory dan Kecepatan Roket FFAR 70 mm Dengan Gaya Dorong 4265 Newton

Working Model 2D

Tabel 6. Hasil simulasi dengan gaya dorong 4265 N menggunakan *software working model 2D*

No	Sudut Elevasi (Degree)	Jarak Jangkau (m)	Ketinggian (m)
1.	30	13350	3847
2.	40	12650	5733
3.	50	11560	7693
4.	60	10070	9725
5.	70	8124	11890

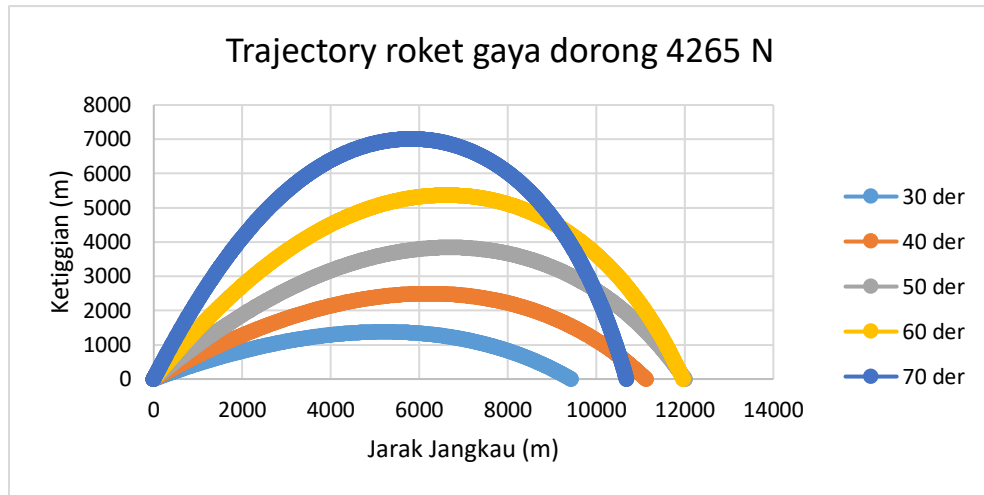


Gambar 6. Grafik *trajectory* gaya dorong 4265 N menggunakan *software working model 2D*

Grafik diatas merupakan hasil *trajectory* yang dilakukan dengan menggunakan *software working model 2D* dengan memvariasikan sudut elevasi $30^\circ - 70^\circ$ dengan menggunakan gaya dorong sebesar 4265 n. Dapat dilihat pada gambar 4.9 bahwa jarak jangkauan terjauh ini adalah 13350 m pada sudut elevasi 30° . Dan untuk ketinggian paling optimal terdapat pada sudut elevasi 70° dengan nilai sebesar 11890 m.

Tabel 7. Hasil simulasi dengan gaya dorong 4265 menggunakan *software MATLAB*

No	Sudut Elevasi (Degree)	Jarak Jangkau (m)	Ketinggian (m)
1	30	9433	1377
2	40	11126	2493
3	50	12005	3841
4	60	11965	5369
5	70	10686	7009



Gambar 7. Grafik trajectory gaya dorong 4265 N menggunakan software MATLAB

Grafik diatas adalah hasil pemodelan dan simulasi menggunakan software MATLAB Simulink dengan memvariasikan sudut elevasi pada roket FFAR 70 MM. Maka diperoleh sudut elevasi yang optimal untuk mencapai titik jatuh terjauh adalah sudut elevasi sebesar 50° dengan jarak jangkau sebesar 12005 m dan untuk ketinggian paling optimal terdapat pada sudut elevasi 70° dengan nilai sebesar 7009 m.

Tabel 8. Tabel tembak menggunakan software working model 2D

No	Structure Kg	Warhead Kg	Thrust N	Sudut Elevasi $^\circ$	Total Kg	Jarak Jangkau m	Apogee m
1	1.77	3.95	2265	30	5.72	7050	1475
2	1.77	3.95	2265	40	5.72	6910	2308
3	1.77	3.95	2265	50	5.72	6355	3181
4	1.77	3.95	2265	60	5.72	5560	4064
5	1.77	3.95	2265	70	5.72	4480	4951
6	1.77	3.95	3265	30	5.72	7271	2629
7	1.77	3.95	3265	40	5.72	7289	3994
8	1.77	3.95	3265	50	5.72	6829	5418
9	1.77	3.95	3265	60	5.72	5966	6883
10	1.77	3.95	3265	70	5.72	4686	8414
11	1.77	3.95	4265	30	5.72	13350	3847
12	1.77	3.95	4265	40	5.72	12650	5733
13	1.77	3.95	4265	50	5.72	11560	7693
14	1.77	3.95	4265	60	5.72	10070	9725
15	1.77	3.95	4265	70	5.72	8124	11890

Tabel adalah table tembak dari variasi gaya dorong dan sudut elevasi pada roket FFAR 70 MM yang telah dilakukan pemodelan dan simulasi menggunakan software working model 2 D. Tabel tersebut berisikan jarak jangkau dan apogee roket FFAR 70 MM. Berdasarkan tabel tembak tersebut gaya dorong dan sudut elevasi yang tepat untuk mencapai titik jatuh yang optimal pada gaya dorong sebesar 4265 m dan pada sudut elevasi sebesar 30° . Hasil jarak jangkau sebesar 13350 m. Sedangkan konfigurasi ketinggian yang optimal pada gaya dorong 4265 dan pada sudut elevasi 70° . Hasil ketinggian sebesar 11890 m.

Tabel 9. Tabel tembak menggunakan software MATLAB

No	Structure Kg	Warhead Kg	Thrust N	Sudut Elevasi °	Total Kg	Jarak Jangkau m	Apogee m
1	1.77	3.95	2265	30	5.72	3458	380
2	1.77	3.95	2265	40	5.72	4519	785
3	1.77	3.95	2265	50	5.72	5182	1314
4	1.77	3.95	2265	60	5.72	5362	1948
5	1.77	3.95	2265	70	5.72	4897	2657
6	1.77	3.95	3265	30	5.72	6427	832
7	1.77	3.95	3265	40	5.72	7869	1584
8	1.77	3.95	3265	50	5.72	8676	2517
9	1.77	3.95	3265	60	5.72	8751	3594
10	1.77	3.95	3265	70	5.72	7867	4768
11	1.77	3.95	4265	30	5.72	9433	1377
12	1.77	3.95	4265	40	5.72	11126	2493
13	1.77	3.95	4265	50	5.72	12005	3841
14	1.77	3.95	4265	60	5.72	11965	5369
15	1.77	3.95	4265	70	5.72	10686	7009

Tabel adalah table tembak dari variasi gaya dorong dan sudut elevasi pada roket FFAR 70 MM yang telah dilakukan pemodelan dan simulasi menggunakan *software MATLAB Simulink*. Tabel tersebut berisikan jarak jangkau dan apogee roket FFAR 70 MM. Berdasarkan tabel tembak tersebut gaya dorong dan sudut elevasi yang tepat untuk mencapai titik jatuh yang optimal pada gaya dorong sebesar 4265 dan pada sudut elevasi sebesar 50°. Hasil jarak jangkau sebesar 12005 m. Sedangkan konfigurasi ketinggian yang optimal pada gaya dorong 4265 dan pada sudut elevasi 70°. Hasil ketinggian sebesar 7009 m.

Tabel 10. Perbandingan antara software working model 2D dan Matlab Simulink

No	Software	Jarak Jangkau (m)	Ketinggian (m)
1.	Working Model 2D	9877	3994
2.	MATLAB Simulink	7869	1584

**Gambar 8. Grafik trajectory perbandingan software Working model 2D dan Matlab Simulink**

Pada grafik diatas terdapat perbedaan perbandingan antara kedua software, perbedaan model drag menghasilkan perbedaan trajectory yaitu pada working model 2d koefisien drag adalah 0.002 dan pada matlab koefisien drag berubah – ubah tergantung pada sudut serang dan *mach number*. Menurut hasil eksperimen yang diberikan tanda X jarak jangkauan adalah 8 km (8000 m), jadi dari data diatas hasil yang mendekati pada hasil eksperimen adalah *Matlab Simulink*, karena pada data *Matlab Simulink* jarak jangkauan adalah 7869 m (7.869 km).

Kesimpulan

Kesimpulannya, penelitian ini menunjukkan perbedaan signifikan dalam hasil simulasi antara software Working Model 2D dan MATLAB Simulink, terutama dalam menentukan sudut elevasi, jarak jangkauan, dan ketinggian yang optimal untuk roket FFAR 70 MM. Oleh karena itu, penting untuk melakukan validasi data secara cermat dan mempertimbangkan lebih banyak faktor yang mempengaruhi kinerja roket dalam penelitian selanjutnya untuk mendapatkan pemahaman yang lebih mendalam dan hasil yang lebih akurat. Penelitian ini memberikan dasar yang baik untuk penelitian lanjutan yang lebih terperinci dan komprehensif terkait dengan karakteristik dan dinamika roket FFAR 70 MM.

Daftar Pustaka

- Agustian, E. S. (2021). Sistem Propulsi Roket Padat Untuk Rudal Anti Tank. *Jurnal Teknologi Kedirgantaraan*, 6(2), 23–29. <https://doi.org/10.35894/jtk.v6i2.36>
- Ardiansyah, N. F., Rabi', A., Minggu, D., & Dirgantara, W. (2019). Computer Vision Untuk Pengenalan Obyek Pada Peluncuran Roket Kendaraan Tempur. *JASIEK (Jurnal Aplikasi Sains, Informasi, Elektronika dan Komputer)*, 1(1), 28–37. <https://doi.org/10.26905/jasiek.v1i1.3142>
- Deswara, H., & Djamari, F. X. (2015). Analisa Performa Propulsi Roket Eksperimental Dengan Menggunakan Solid Propellant Untuk Peluncur Pesawat UAV (Unmanned Aerial Vehicle). *Jurnal Industri Elektro dan Penerbangan*, 5(3), 42–49. <http://jurnal.unnur.ac.id/index.php/indept/article/view/167>
- Fatmawati, F., Sofyan, E., & Prasetyo, E. E. (2021). *Pemodelan dan simulasi gerak dua dimensi roket balistik 122 I*. 7(2), 226–230.
- Hardianto, A. M. dk. (2019). Estimasi Jarak Dan Kecepatan Pada Alat Uji Statis Roket Latih Experiment Dengan Pendekatan Gaya Dorong Optimal. *Prosiding SNATIF Ke-6 Tahun 2019, 2007*, 96–101.
- Prameswari, A. W., Satyawan, A. S., & Ariffin, D. M. (2021). Research Civil Aircraft Model (RCAM) Dengan Metode Dinamis 6 Derajat Kebebasan Menggunakan MATLAB. *Prosiding Seminar Nasional Sains Teknologi dan Inovasi Indonesia (SENASTINDO)*, 3(November), 11–22. <https://doi.org/10.54706/senastindo.v3.2021.152>
- Samosir, G., & Nuryanto, A. (2009). Perancangan Sistem Propulsi Ffar Dengan Nosel Tunggal. *Jurnal Teknologi Dirgantara*, 7(2). http://kliping.lapan.go.id/index.php/jurnal_tekgan/article/view/197
- Setiawan, E. S. (2020). *Pemodelan Dan Simulasi Dinamika Terbang Misil Permukaan Ke Udara Jarak Sedang Berbasis Roket 122*.