

## ANALISIS PENENTUAN ARAH PENEMBAKAN ROKET BALISTIK 122 TERHADAP TITIK JATUH ROKET UNTUK OPERASI PENEMBAKAN

Iqbal Maulana<sup>1</sup>, Edi Sofyan<sup>2</sup>  
Jurusan Teknik Dirgantara

Sekolah Tinggi Teknologi Kedirgantaraan, Yogyakarta, Indonesia <sup>1,2</sup>  
iqbalmaul0999@gmail.com (*correspondent email*); <sup>1</sup> Edi.Sofyan@sttkd.ac.id <sup>2</sup>

**Abstrak**— Roket Balistik 122 merupakan alusista yang dimiliki TNI sebagai alat pertahanan yang digunakan untuk melindungi kedaulatan wilayah negara Indonesia dari ancaman negara lain. Dalam hal ini sebuah roket harus mempunyai sudut tembak yang tepat yaitu sudut elevasi dan azimuth dan tabel tembak yang digunakan sebagai acuan dalam operasi penembakan roket agar tidak melenceng dari titik jatuh yang ditentukan sehingga tidak mengakibatkan kerusakan pada wilayah yang bukan titik jatuh roket tersebut. Objek penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah roket pertahanan udara jarak sedang berbarbasis roket balistik 122. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan sudut tembak yang tepat dan optimal serta tabel tembak roket balistik 122 yang diperlukan untuk operasi penembakan. Metode yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan pemodelan simulasi yang dilakukan pada dua jenis software yaitu *working* model 2D dan MATLAB Simulink. Hasil penelitian dari kedua software tersebut didapatkan sudut elevasi dan azimuth yang optimal pada *working* model yaitu Sudut elevasi 40 Derajat dengan jarak jangkau 35km dan MATLAB Simulink didapatkan jarak jangkau 22.156km. Kesimpulan yang didapatkan dari penelitian ini bahwa dari kedua hasil simulasi software tersebut memiliki trend grafik lintasan yang sama namun dengan data hasil yang sedikit berbeda, hal ini disebabkan karena adanya perbedaan dalam pemodelan gaya aerodinamika.

**Keywords:** Roket Balistik 122, Sudut Tembak, Tabel Tembak, Pemodelan Simulasi, Software.

### 1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara kepulauan yang terdiri dari pulau-pulau besar dan kecil, maka dari itu Indonesia perlu menjaga keamanan wilayah kedaulatan negara Indonesia dari ancaman negara lain. Roket Balistik 122 merupakan alusista yang dimiliki TNI sebagai alat pertahanan yang digunakan untuk melindungi kedaulatan Indonesia dari ancaman negara lain. Ancaman ini ada yang sedang terjadi, adapula yang masih merupakan potensi ancaman. Ancaman dan potensi ancaman yang ada, dapat digolongkan menjadi tiga yaitu ancaman militer bersenjata maupun tidak bersenjata, ancaman non militer, dan ancaman hibrida. (Buku Putih Pertahanan Indonesia, 2015).

Dalam hal ini, sebuah roket harus mempunyai arah penembakan seperti sudut peluncuran dan stabilitas yang tepat dalam mencapai target atau titik jatuh yang ditentukan. Apabila roket tidak mempunyai sudut peluncuran dan stabilitas yang tepat maka roket tersebut akan meleset dari titik jatuh yang ditentukan. Hal ini tentu saja dapat mengakibatkan resiko yaitu kerusakan wilayah dan korban jiwa pada wilayah tempat roket meleset dari targetnya. (Riadhi, 2012; Wibowo dan Riyald, 2015; Sunar, 2014).

Maka dari itu dilakukan pemodelan simulasi untuk menentukan sudut peluncuran dan stabilitas yang tepat berupa sudut elevasi dan azimuth serta tabel tembak roket balistik 122. Hal ini tentu saja perlu dilakukan, agar roket

tersebut tidak perlu diuji secara langsung untuk menentukan sudut elevasi dan azimuth serta tabel tembak roket balistik 122. (Tevy Suryaningsih Setiawan, 2020).

## 2. LANDASAN TEORI

Komponen metode penelitian terdiri dari desain penelitian, populasi dan sampel, instrumen penelitian, dan teknik analisis.

### 2.2 Roket

Roket adalah wahana terbang yang memiliki sistem propulsi dengan mem bawa bahan bakar dan oksigen di dalam badan roket tersebut. Dalam hal ini roket berkerja dengan menggunakan prinsip momentum yaitu dengan menggu nakan aliran massa hasil dari pembaka ran propelan dimana aliran massa ini di gunakan untuk menghasil gaya dorong yang berlawanan dengan arah angin. (Singgih Satria Wibowo, 2002). Roket 122 merupakan roket balistik yang dikembangkan di Indonesia, berdia meter 122 mm yang diharapkan bisa menggantikan beberapa roket balistik yang saat ini digunakan oleh TNI kita. Spesifikasinya mirip dengan roket GRAD yang dipunyai marinir, dan berjarak jangkau sekitar 30 Km.

Roket RHan 122 saat ditampilkan di pameran



### 2.3 Roket RHan 122 B

RHan-122B adalah roket pertahanan yang dimiliki Indonesia dengan spe sifikasi panjang 122 mm dan sudah dikembangkan pada tahun 2014 dengan dibiayai oleh konserium roket nasional yang terdiri dari beberapa Lembaga

seperti Kemhan, Kemristek, Dikti, Lapan, PT. DI, PT. Pindad, PT. Dahana, PT. Krakatau Steel, ITB, dan ITS. RHan-122B merupakan bagian pengem bangan teknologi untuk menuju keman dirian alusista TNI.

Roket adalah wahana terbang yang memiliki mesin sebagai gaya dorong dimana gaya dorong tersebut dihasilkan dari perubahan energi kimia bahan bakar menjadi energi panas yang akan menghasilkan tekanan. Sehingga roket dapat bergerak ke arah berlawanan dengan arah gaya dorong tersebut. Kemudian dihasilkan energi kinetik berupa gerakan roket yang meluncur. (Evy Suryaningsih Setiawan, 2020).

Tabel spesifikasi Roket Balistik 122

| No. | Spesifikasi              | Keterangan  |
|-----|--------------------------|---|
| 1   | Tipe roket               | Balistik, ground to ground                                |
| 2   | Tipe peluncur            | Sejenis dengan GRAD 122 mm, Peluncur dari MLRS RM-70 GRAD |
| 3   | Tipe Fin                 | Wrapped Around Folded Aerial Fin                          |
| 4   | Tipe propelan            | Propelan Komposit   |
| 5   | Kaliber/Diameter         | 122 mm  |
| 6   | Panjang propelan         | 2.000 mm  |
| 7   | <i>Propellant Star</i>   | 400 mm  |
| 8   | <i>Propellant Hollow</i> | 1.600 mm  |
| 9   | Panjang tabung motor     | 2.903 mm  |
| 10  | Panjang roket            | 2.750 mm  |
| 11  | Berat propelan           | 23,20 kg  |
| 12  | Berat motor roket        | 44 ± 65 kg  |
| 13  | Berat roket              | 59,60 kg  |
| 14  | <i>Average Thrust</i>    | 1000 daN  |
| 15  | <i>Burning Time</i>      | 3,3 detik   |
| 16  | <i>Total Impulse</i>     | 4.809 kgf.sec   |
| 17  | Berat warhead            | 15 kg   |
| 18  | Jarak jangkau (el 50o)   | 30,5 km   |
| 19  | Tipe <i>nozzle</i>       | Single  |

### 2.4 Propulsi Roket

Roket merupakan wahana terbang yang membutuhkan daya dorong untuk menuju sasarannya dimana tekanan dan temperature dari pembakaran propelan di dalam ruang bakar, sebagai hasil dari rekasi kimia antara bahan bakar dan oksidator pembentuk propelan. Hasil dari pembakaran ini menghasilkan tekanan yang sangat tinggi dan tekanan udara luar rendah, maka gas akan berekspansi melalui daerah konvergen-divergen pada nosel. Ada beberapa parameter utama yang menjadi bahan dasar dalam proses pembuatan sistem

propulsi seperti tekanan pembakaran, laju aliran massa, kecepatan *exit nose*, gaya dorong, impuls, besar rasio tekanan dan luas penampang *nose* sangat berpengaruh terhadap besaran nilai parameter tersebut. (Munzir Qadri, et all, 2014).

## 2.5 Penentuan Sudut Elevasi dan Azimuth

Humaidi, Dwi Arman Praseyta, dan Jeki Saputra (2017) melakukan penelitian tentang optimasi penentuan elevasi dan azimuth peluncur roket menggunakan PID. Dalam penelitian tersebut dibahas bagaimana cara menentukan sudut elevasi dan azimuth pada peluncur roket dengan menggunakan PID. Penelitian tersebut dilatar-belakangi oleh sistem kontrol dan stabilitas gerak launcher yang masih manual dan keberadaan controller dalam sebuah sistem kendali mempunyai kontribusi yang besar terhadap perilaku sistem. Sehingga tujuan dari penelitian tersebut adalah perangkat atau sistem yang dapat membantu tugas komponen kontroler saat mengarahkan kedudukan launcher pada sudut elevasi dan azimuth yang diinginkan.

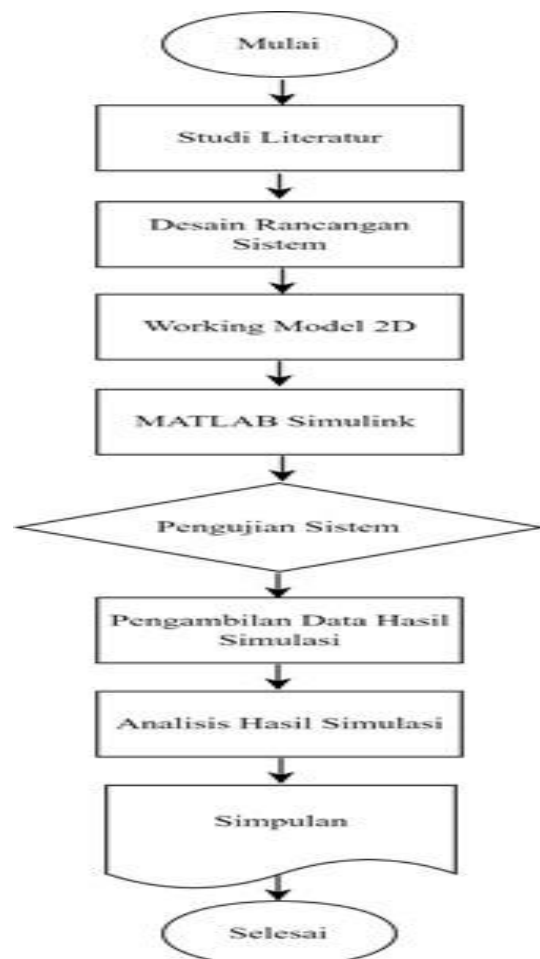
## 3. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan menggunakan metode simulasi.

Berdasarkan batasan masalah yang telah ditentukan, analisis simulasi hanya menggunakan *software working model 2D* dan MATLAB Simulink. Dalam melakukan penelitian ini, simulasi dilakukan dengan memvariasikan sudut elevasi roket balistik 122 dan menggunakan kecepatan angin 10m/s (*uniform*) untuk mengetahui jarak dan ketinggian yang ditempuh oleh roket tersebut. Sebelum melakukan pemodelan dan simulasi, langkah pertama yang harus dilakukan adalah dengan melakukan perancangan desain yang akan digunakan dalam melakukan simulasi penelitian ini. Dalam pemodelan dan

simulasi terdapat dua software yang digunakan yaitu *working model 2D* dan *MATLAB Simulink* untuk dijadikan perbandingan hasil dari simulasi yang dilakukan. Data yang didapatkan dari hasil simulasi dari kedua *software* tersebut berupa jarak jangkauan horizontal dan vertical terhadap waktu. Setelah mendapatkan data dari hasil simulasi dilakukan plot untuk mendapatkan grafik untuk melihat secara visual jarak horizontal dan ketinggian dari roket tersebut dan nantinya data tersebut juga akan dibuat tabel tembak. Tabel ini nantinya akan digunakan saat operasi penembakan.

Gambar Diagram Alir Penelitian



## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil data simulasi yang dilakukan dalam penelitian ini nantinya akan berupa tabel tembak, grafik lintasan, dan sudut azimuth yang akan digunakan sebagai acuan dalam operasi penem

bakan roket balistik 122. Dalam melakukan simulasi yang dilakukan pada dua *software* yaitu *Working Model 2D* dan *MATLAB Simulink* adanya perbedaan perhitungan aerodinamika dari kedua *software* tersebut seperti nilai *drag* yang di gunakan dalam simulasi tersebut. Hal ini tentunya akan menyebabkan perbedaan hasil yang didapat. Pembuatan simulasi penentuan arah penembakan roket balistik menggunakan *software working model 2D* dan *MATLAB Simulink* membutuhkan massa total roket (mt) yang terdiri dari massa warhead, massa struktur, dan massa propelan serta nilai konversi angin yang digunakan pada persamaan simulasi sebagai berikut:

$$L = 0.5 \rho \cdot v^2 \cdot \alpha$$

#### 4.1 Tabel Tembak

Tabel tembak merupakan tabel yang berisikan data yang dihasilkan dari simulasi yang telah dilakukan dengan memasukan parameter-parameter yang dibutuhkan dalam melakukan simulasi tersebut. Dalam penelitian ini penentuan arah penembakan roket balistik 122, tabel tembak memiliki data berisikan jarak jangkauan dan ketinggian roket tersebut dengan memvariasikan sudut elevasi dan variasi angin untuk mengetahui pergeseran sudut azimuth roket tersebut terhadap titik jatuh.

Tabel tembak sudut elevasi *software working model*

| No  | Kec. Angin (m/s) | Sudut Elevasi (Degree) | Jarak Jangkauan (Km) | Ketinggian (Km) |
|-----|------------------|------------------------|----------------------|-----------------|
| 1.  | 10               | 20                     | 15                   | 1.6             |
| 2.  | 10               | 25                     | 17                   | 2.4             |
| 3.  | 10               | 30                     | 19                   | 3.4             |
| 4.  | 10               | 35                     | 20                   | 4.5             |
| 5.  | 10               | 40                     | 21                   | 5.6             |
| 6.  | 10               | 45                     | 22.141               | 7               |
| 7.  | 10               | 50                     | 22.156               | 8               |
| 8.  | 10               | 55                     | 21.5                 | 9               |
| 9.  | 10               | 60                     | 20                   | 11              |
| 10. | 10               | 65                     | 18                   | 12              |
| 11. | 10               | 70                     | 15                   | 13              |
| 12. | 10               | 75                     | 12                   | 14              |
| 13. | 10               | 80                     | 7.7                  | 4.2             |
| 14. | 10               | 85                     | 6.8                  | 14.5            |

Tabel tembak sudut elevasi *working model 2D*

| No  | Sudut Elevasi (Degree) | Jarak Jangkauan (X) | Ketinggian (Y) |
|-----|------------------------|---------------------|----------------|
| 1.  | 20                     | 28                  | 3              |
| 2.  | 25                     | 31                  | 4              |
| 3.  | 30                     | 33                  | 6              |
| 4.  | 35                     | 34                  | 7.5            |
| 5.  | 40                     | 35                  | 11             |
| 6.  | 45                     | 33                  | 11.4           |
| 7.  | 50                     | 31                  | 13             |
| 8.  | 55                     | 29                  | 14             |
| 9.  | 60                     | 25                  | 16             |
| 10. | 65                     | 20                  | 17             |
| 11. | 70                     | 16                  | 18             |
| 12. | 75                     | 11                  | 18.8           |
| 13. | 80                     | 6                   | 19             |
| 14. | 85                     | 1.5                 | 19.6           |

Dapat dilihat pada tabel di atas, berisikan data hasil simulasi yang telah dilakukan pada *working model 2D* dengan memvariasikan sudut elevasi dari 20 hingga 85 derajat. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan data jarak jangkauan (*horizontal range*) dan ketinggian (*vertical range*) dari setiap sudut yang ditembakkan. Tabel tembak tersebut dibuat pada *Microsoft excel* sesuai dengan data yang telah didapatkan dari hasil simulasi yang telah dilakukan. Dari tabel tembak tersebut user dapat mengatur jarak melalui sudut elevasi ketika roket tersebut ingin ditembakkan sesuai dengan sasaran dari pengguna tersebut. Tentunya hal ini memudahkan pengguna dalam operasi penembakan roket, sehingga roket tidak melenceng dari titik jatuh yang telah ditentukan. Dapat dilihat juga sudut yang tepat dan optimal dalam melakukan operasi penembakan pada tabel tembak tersebut yaitu pada sudut 40 derajat dengan jarak jangkauan (*horizontal range*) berkisar 35km.

Tabel tembak sudut elevasi MATLAB Simulink

| No  | Kec. Angin (m/s) | Sudut Elevasi (Degree) | Jarak Jangkau (Km) | Ketinggian (Km) |
|-----|------------------|------------------------|--------------------|-----------------|
| 1.  | 10               | 20                     | 15                 | 1.6             |
| 2.  | 10               | 25                     | 17                 | 2.4             |
| 3.  | 10               | 30                     | 19                 | 3.4             |
| 4.  | 10               | 35                     | 20                 | 4.5             |
| 5.  | 10               | 40                     | 21                 | 5.6             |
| 6.  | 10               | 45                     | 22.141             | 7               |
| 7.  | 10               | 50                     | 22.156             | 8               |
| 8.  | 10               | 55                     | 21.5               | 9               |
| 9.  | 10               | 60                     | 20                 | 11              |
| 10. | 10               | 65                     | 18                 | 12              |
| 11. | 10               | 70                     | 15                 | 13              |
| 12. | 10               | 75                     | 12                 | 14              |
| 13. | 10               | 80                     | 7.7                | 4.2             |
| 14. | 10               | 85                     | 6.8                | 14.5            |

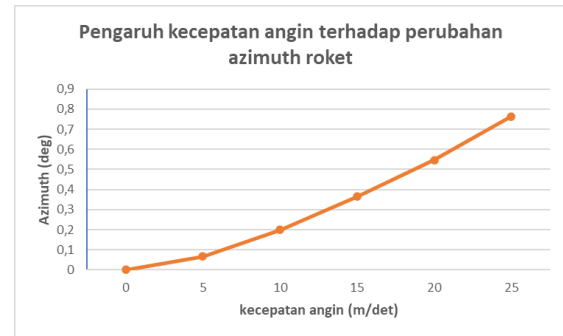
Dari tabel tembak tersebut pengguna dapat mengatur jarak melalui sudut elevasi ketika roket tersebut ingin ditembakkan sesuai dengan jarak yang diinginkan. Tentunya hal ini memudahkan pengguna dalam operasi penembakan roket, sehingga roket tidak melenceng dari titik jauh yang telah ditentukan. Dapat dilihat juga sudut yang tepat dan optimal dalam melakukan operasi penembakan pada tabel tembak tersebut yaitu pada sudut 50 derajat dengan jarak jangkauan (*horizontal range*) berkisar 22.156 km.

Tabel tembak sudut elevasi MATLAB Simulink

| No  | Kec. Angin (m/s) | Sudut Elevasi (Degree) | Jarak Jangkau (Km) | Ketinggian (Km) |
|-----|------------------|------------------------|--------------------|-----------------|
| 1.  | 10               | 20                     | 15                 | 1.6             |
| 2.  | 10               | 25                     | 17                 | 2.4             |
| 3.  | 10               | 30                     | 19                 | 3.4             |
| 4.  | 10               | 35                     | 20                 | 4.5             |
| 5.  | 10               | 40                     | 21                 | 5.6             |
| 6.  | 10               | 45                     | 22.141             | 7               |
| 7.  | 10               | 50                     | 22.156             | 8               |
| 8.  | 10               | 55                     | 21.5               | 9               |
| 9.  | 10               | 60                     | 20                 | 11              |
| 10. | 10               | 65                     | 18                 | 12              |
| 11. | 10               | 70                     | 15                 | 13              |
| 12. | 10               | 75                     | 12                 | 14              |
| 13. | 10               | 80                     | 7.7                | 4.2             |
| 14. | 10               | 85                     | 6.8                | 14.5            |

Tabel tembak sudut azimuth working model 2D

| No | Kec. Angin (m/s) | Sudut Azimuth (Degree) |
|----|------------------|------------------------|
| 1. | 0                | 0                      |
| 2. | 5                | 0.066                  |
| 3. | 10               | 0.199                  |
| 4. | 15               | 0.364                  |
| 5. | 20               | 0.546                  |
| 6. | 25               | 0.764                  |



Grafik pengaruh angin terhadap roket

Tembak sudut azimuth working model

| No  | Kec. Angin (m/s) | Sudut Elevasi (Degree) | Jarak Jangkau (Km) | Ketinggian (Km) |
|-----|------------------|------------------------|--------------------|-----------------|
| 1.  | 10               | 20                     | 15                 | 1.6             |
| 2.  | 10               | 25                     | 17                 | 2.4             |
| 3.  | 10               | 30                     | 19                 | 3.4             |
| 4.  | 10               | 35                     | 20                 | 4.5             |
| 5.  | 10               | 40                     | 21                 | 5.6             |
| 6.  | 10               | 45                     | 22.141             | 7               |
| 7.  | 10               | 50                     | 22.156             | 8               |
| 8.  | 10               | 55                     | 21.5               | 9               |
| 9.  | 10               | 60                     | 20                 | 11              |
| 10. | 10               | 65                     | 18                 | 12              |
| 11. | 10               | 70                     | 15                 | 13              |
| 12. | 10               | 75                     | 12                 | 14              |
| 13. | 10               | 80                     | 7.7                | 4.2             |
| 14. | 10               | 85                     | 6.8                | 14.5            |

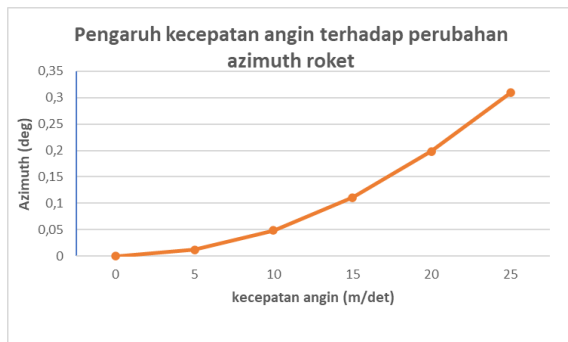
Dapat dilihat pada tabel dan grafik di atas pengaruh angin semakin besar terhadap perubahan azimuth roket yang dihasilkan. Pengaruh ini tidak linear, lebih kuadrat dikarenakan pengaruh gaya yang dihasilkan berbanding lurus dengan kecepatan kuadrat dari angin yang dialami. Tabel tembak ini digunakan sebagai acuan dalam operasi penembakan roket balistik 122, sehingga ketika pengguna ingin menembakan roket maka pengguna dapat melihat tabel tembak sudut azimuth tersebut, sehingga roket tidak melenceng terlalu jauh dari titik jatuh roket yang diharapkan.

Tabel tembak sudut azimuth MATLAB Simulink

| No  | Kec. Angin (m/s) | Sudut Elevasi (Degree) | Jarak Jangkau (Km) | Ketinggian (Km) |
|-----|------------------|------------------------|--------------------|-----------------|
| 1.  | 10               | 20                     | 15                 | 1.6             |
| 2.  | 10               | 25                     | 17                 | 2.4             |
| 3.  | 10               | 30                     | 19                 | 3.4             |
| 4.  | 10               | 35                     | 20                 | 4.5             |
| 5.  | 10               | 40                     | 21                 | 5.6             |
| 6.  | 10               | 45                     | 22.141             | 7               |
| 7.  | 10               | 50                     | 22.156             | 8               |
| 8.  | 10               | 55                     | 21.5               | 9               |
| 9.  | 10               | 60                     | 20                 | 11              |
| 10. | 10               | 65                     | 18                 | 12              |
| 11. | 10               | 70                     | 15                 | 13              |
| 12. | 10               | 75                     | 12                 | 14              |
| 13. | 10               | 80                     | 7.7                | 4.2             |
| 14. | 10               | 85                     | 6.8                | 14.5            |

Tabel tembak sudut azimuth MATLAB Simulink

| No | Kec. Angin (m/s) | Sudut Azimuth (Degree) |
|----|------------------|------------------------|
| 1. | 0                | 0                      |
| 2. | 5                | 0.012                  |
| 3. | 10               | 0.049                  |
| 4. | 15               | 0.111                  |
| 5. | 20               | 0.198                  |
| 6. | 25               | 0.309                  |



Grafik pengaruh angin terhadap roket

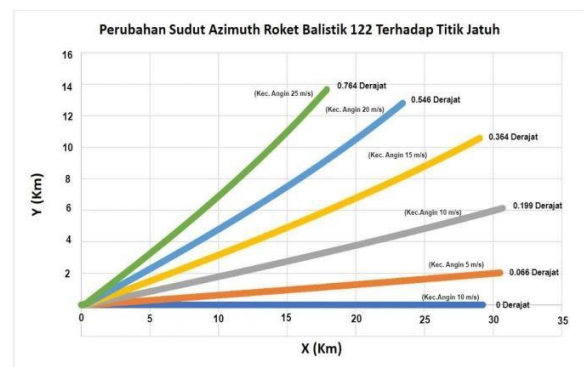
Gambar diatas memperlihatkan trend yang serupa dari pengaruh angin terhadap perubahan azimuth roket, ketika dianalisa menggunakan *software* MATLAB. Namun terlihat hasil pemodelan yang dihasilkan lebih kecil dibanding yang dihasilkan dari analisa menggunakan *working* model 2D. Ini diakibatkan model gaya drag yang digunakan oleh *working* model adalah tetap, sedangkan di DATCOM permodelan *drag* lebih kecil nilainya.

#### 4.2 Grafik Lintasan Jarak jangkau Horizontal dan Vertical

Grafik lintasan merupakan hasil dari simulasi yang telah dilakukan dengan

menggunakan dua *software* yaitu *working* model dan MATLAB Simulink dengan input parameter yang di masukan kedalam dua *software* tersebut. Grafik tersebut berguna untuk melihat secara visualisasi hasil simulasi yang dilakukan dengan memvariasikan sudut elevasi pada roket balistik 122. Dari hasil visualiasi tersebut dapat dilihat jarak jangkau dan ketinggian dari roket balistik 122 ketika ditembakkan.

Grafik sudut elevasi menggunakan *software working* model.



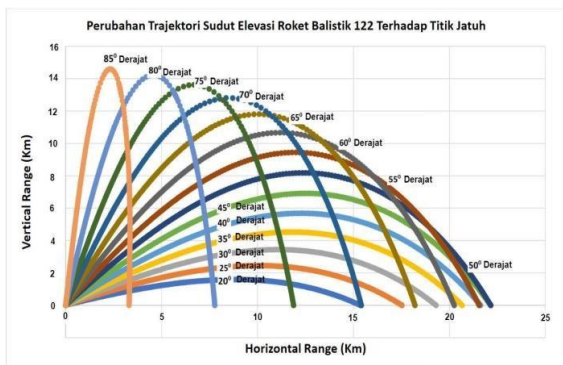
Grafik trajektori sudut elevasi *working* model 2D

Berdasarkan hasil simulasi yang dilakukan di *working* model 2D, maka diketahui sudut elevasi yang dari trajektori roket balistik 122 yang ditunjukkan pada gambar 3 yaitu sudut 40 derajat dengan jarak jangkau (*horizontal range*) 35 km. Dari gambar di atas dapat dilihat secara umum bahwa semakin besar sudut elevasi roket, maka jarak *vertical range* yang jangkau akan semakin besar dan jarak *horizontal range* akan semakin pendek.

Grafik sudut elevasi menggunakan *software* MATLAB dan Simulink.



### Grafik trajektori sudut elevasi MATLAB Simulink



Berdasarkan simulasi yang dilakukan pada MATLAB Simulink, maka dapat dilihat secara visual pada gambar 4 sudut elevasi yang optimal yaitu sudut elevasi 50 derajat dengan jarak jangkau (*horizontal range*) sekitar 22.156km. Dari gambar di atas dapat dilihat secara umum bahwa semakin besar sudut elevasi roket, maka jarak *vertical range* yang dijangkau akan semakin besar dan jarak *horizontal range* akan semakin pendek. Pada sudut elevasi 85 derajat memiliki ketinggian (*vertical range*) yang optimal yaitu 14.5km, dimana apabila roket tersebut nantinya digunakan untuk peluncuran satelit maka sudut 85 derajat merupakan sudut optimal yang digunakan untuk melakukan peluncuran tersebut. Grafik sudut azimuth menggunakan *software working model* 2D.

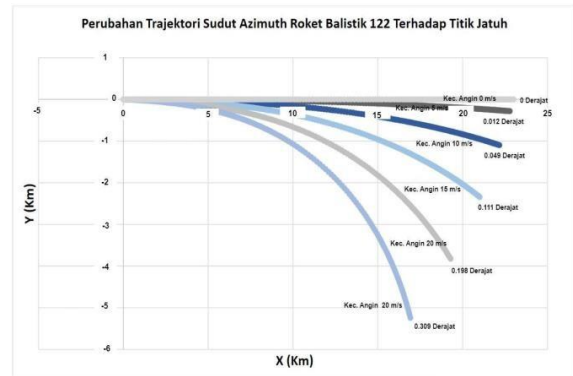
### Grafik trajektori sudut azimuth working model 2D



Dapat dilihat di gambar di atas, arah roket bergeser ke atas hal ini disebabkan karena angin yang diberikan dari arah kiri dan tidak adanya momen yang

melawan arah angin. Namun pada gambar tersebut dapat dijelaskan secara umum semakin besar angin maka arah terbang roket akan mengalami simpangan yang relatif lebih besar, sehingga hal ini dapat membuat roket tidak jatuh pada titik jatuh yang ditentukan.

### Grafik sudut azimuth menggunakan MATLAB Simulink.



Grafik Sudut Azimuth MATLAB Simulink

Dapat dilihat secara umum pada grafik lintasan sudut azimuth yang ditunjukkan gambar di atas, bahwa trend yang dihasilkan hampir sama, dengan nilai yang lebih kecil.

### 4.3 Perbandingan hasil dari simulasi yang dilakukan.

Adanya perbedaan hasil dari kedua *software* tersebut yaitu jarak jangkau (*horizontal range*) pada MATLAB Simulink memiliki jarak yang lebih pendek hal ini disebabkan perbedaan perhitungan gaya aerodinamika seperti *coefficient drag* pada MATLAB berubah terhadap *mach number* dan sudut serang serta memiliki *drag* yang bernilai besar dan kompleksitas yang tinggi sedangkan pada *working model* 2D memiliki *coefficient drag* yang konstan dan nilai *drag* yang kecil sehingga membuat jarak jangkau (*horizontal range*) lebih jauh dibandingkan MATLAB Simulink.

Dalam perhitungan *Coefficient drag* pada MATLAB Simulink menggunakan *missile datcom* untuk mendapatkan nilai *drag* tersebut. Namun pada *working*

model 2D masih menggunakan experimental dalam mencari nilai drag tersebut. Dalam melakukan simulasi adanya perbedaan rumus yang digunakan dalam melakukan simulasi tersebut sehingga hal ini juga menyebabkan perbedaan hasil dari kedua software tersebut.

## 5. KESIMPULAN DAN REKOMODASI

- Hasil simulasi roket balistik 122 yang dilakukan pada *working* model 2D dan MATLAB Simulink dengan memvariasikan sudut 20 hingga 85 derajat dengan diberikan kecepatan 10m/s. Berdasarkan hasil simulasi yang dilakukan pada kedua *software* tersebut didapatkan sudut elevasi optimal pada *working* model 2D yaitu sudut 40 Derajat dengan jarak jangkau (*horizontal range*) 35Km dan pada MATLAB Simulink yaitu sudut 50 derajat dengan jarak jangkau (*horizontal range*) 22.156km.
- Hasil simulasi yang dilakukan pada *working* model 2D dan MATLAB Simulink untuk menentukan sudut azimuth yang tepat dilakukan dengan memvariasikan angin yaitu dari 0 hingga 25m/s. Berdasarkan hasil simulasi dari kedua *software* tersebut didapatkan hasil yaitu trend lintasan perubahan sudut azimuth memiliki trend lintasan yang sama di mana semakin besar angin maka roket tersebut melenceng dari titik 0.
- Pada simulasi yang telah dilakukan, yaitu dengan mensimulasikan variasi sudut elevasi dan azimuth pada *working* model 2D dan MATLAB Simulink. Hasil simulasi tersebut dijadikan tabel tembak sudut elevasi dan azimuth untuk di jadikan sebagai acuan dalam melakukan operasi penembakan roket balistik 122.

## 6. REFERENSI

Adliana, N., Bura, R. O., & Ruyat, Y. (2019). Analisis pengaruh karakteristik propelan terhadap balistik interior pada munisi kaliber kecil.

Jurnal Teknologi Persenjataan, 1(1), 39- 62.

Ajiesastra, R. A. (2015). Transfer Of Teknologi Dan Integrasi Kesiapan Uji Tembak Roket R-Han 122b Di Pandanwangi Lumajang.

Cahyono, B. (2016). Penggunaan Software Matrix Laboratory (Matlab) Dalam Pembelajaran Aljabar Linier. Phenomenon: Jurnal Pendidikan MIPA, 3(1), 45-62.  
<https://doi.org/10.21580/phen.2013.3.1.174>

Jr., J. E. M. (1966). DigitalCommons@ USU All Graduate Theses and Dissertations Probable Circular Error (CEP) of Ballistic Missiles.

Griner, G. M. (1967). Effect of rocket thrust-timecurve on wind dispersion. Journal of Spacecraft and Rockets, 4(11), 1533-1537

Humaidi, D. A. P., & Jeki Saputra. (2017). Optimasi Penentuan Elevasi Dan Azimuth Peluncur Roket Menggunakan PID. Jurnal.umk.ac.id.

Lasmono, J., Sari, A. P., Kuncoro, E., & Mujahidin, I. (2019). Optimasi Kerja Peluncur Roket Pada Robot Roda Rantai Untuk Menentukan Ketepatan SudutTembak. JASIEK (Jurnal Aplikasi Sains, Informasi, Elektronika Dan Komputer), 1(1), 50-56.

MathWorks. (2015). Embedded Coder® Getting Started Guide R2015a. The Math Works, Inc.

Robert L. McCoy. (2009). Modern Exterior Ballistics. Atglen: Schiffer Publishing,Ltd.

Setiawan, E. S. (2020). Pemodelan Dan Simulasi Dinamika Terbang Misil Permukaan Ke Udara Jarak Sedang Berbasis Roket 122. 121.

Sembiring, T. (2008). Penelitian Prestasi Terbang Roket Sonda Satu Tingkat Rx- 320. Jurnal Teknologi Dirgantara, 6(2).



- Sasongko, R. A., Jenie, Y. I., & Poetro, R. E. (2012). Analisis Lintas Terbang Roket Multi-Stage Rkn200. *Jurnal Teknologi Dirgantara*, 9(2),132-146. <https://doi.org/10.30536/j.jtd.2011.v9.a1681>
- Wibowo, H. B., Riyadl, A., & Nugroho, Y. A.v (2018). Pengaturan Sudut Azimuth Roket Rum Untuk Operasi Peluncuran Pada Kecepatan Angin Di Atas 10 Knot (Azimuth Angle'S Setting of Rocket Rum for Launch Operation At Wind Speed More Than 10 Knot).
- Rocket Rum for Launch Operation At Wind Speed More Than 10 Knot). *Jurnal Teknologi Dirgantara*, 14(1), 9.
- Zyluk, A. (2014). Numerical simulation of the effect of wind on the missile motion. *Journal of Theoretical and Applied Mechanics (Poland)*, 52(2), 335-344.
- Zain, S. G., Susanto, A., Widodo, T. S., Widada, W., Mada, U. G., Bidang, P., & Roket, M. (n.d.). Algoritma Deteksi Sudut Azimut Dan Elevasi Roket Menggunakan Sembilan Antena Array Yagi-UDA. *Jurnal Teknologi Dirgan tara*, 1-7.