

NAMA (NIM): Aditya Gumilar (1301184037), Fika Apriliani (1301180203), Ragiell Intan Haq (1301180206)
KELOMPOK: 41G307

A. Pendahuluan

Pergerakan suatu objek yang ditembakkan dari ketinggian tertentu dapat didekati dengan menggunakan konsep gerak peluru. Pada kajian yang sederhana, pergerakan objek pada gerak peluru dapat dihitung dengan mengabaikan hambatan udara. Untuk kasus tersebut, percepatan gravitasi pada sumbu x dan y diformulasikan oleh persamaan (1) dan (2), dimana **g adalah percepatan gravitasi yang nilainya 9.806 m/s^2 .**

$$a_x = 0 \quad (1)$$

$$a_y = -g \quad (2)$$

Dengan menggunakan nilai percepatan tersebut, posisi objek dan kecepatan dapat dihitung secara numerik, sebagaimana ditunjukkan pada persamaan (3) – (6), dimana Δt merepresentasikan *time step*. Adapun kecepatan awal pada sumbu x dan y dihitung dengan menggunakan persamaan (7) dan (8), dimana α merepresentasikan sudut tembak.

$$x(t + \Delta t) = x(t) + v_x(t + \Delta t)\Delta t \quad (3)$$

$$y(t + \Delta t) = y(t) + v_y(t + \Delta t)\Delta t \quad (4)$$

$$v_x(t + \Delta t) = v_x(t) + a_x\Delta t \quad (5)$$

$$v_y(t + \Delta t) = v_y(t) + a_y\Delta t \quad (6)$$

$$v_x(0) = v(0) \cos \alpha \quad (7)$$

$$v_y(0) = v(0) \sin \alpha \quad (8)$$

Untuk memvalidasi hasil perhitungan secara numerik, posisi objek yang didapat perlu dibandingkan dengan posisi objek yang dihitung secara analitik. Perhitungan posisi objek secara analitik dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan (9) – (10).

$$x(t) = x(0) + v_x(0)t + \frac{1}{2}a_x t^2 \quad (9)$$

$$y(t) = y(0) + v_y(0)t - \frac{1}{2}a_y t^2 \quad (10)$$

Pada kasus yang lebih riil, simulasi gerak peluru perlu mempertimbangkan faktor hambatan udara yang mempengaruhi pergerakan objek. Secara umum, perhitungan posisi objek pada gerak peluru dengan mengabaikan atau mempertimbangkan hambatan udara adalah sama. Perbedaan utama untuk kedua kasus tersebut hanyalah ekspresi yang digunakan pada percepatan sumbu x dan y . Untuk kasus kedua,

TUGAS BESAR PEMODELAN & SIMULASI
2020/2021

NAMA (NIM): Aditya Gumilar (1301184037), Fika Apriliani (1301180203), Ragiell Intan Haq (1301180206)
KELOMPOK: 41G307

percepatan gravitasi pada sumbu x dan y diformulasikan oleh persamaan (11) dan (13), dimana D dan m berturut-turut merepresentasikan konstanta dan massa objek.

$$a_x = -\left(\frac{D}{m}\right) v v_x \quad (11)$$

$$a_y = -g - \left(\frac{D}{m}\right) v v_y \quad (12)$$

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} \quad (13)$$

B. Tugas

Suatu objek dengan massa 0.15 kg ditembakkan dari permukaan tanah dengan kecepatan awal 50 m/s dan sudut tembak 35° . Dengan menggunakan nilai $D = 0.0013$ dan $\Delta t = 0.01$,

1. Dengan pendekatan analitik, hitung posisi objek sejak ditembakkan hingga sampai ke permukaan tanah dengan **mengabaikan** dan **mempertimbangkan** hambatan udara.

Jawaban :

- **Analitik tanpa Hambatan**

Sebuah peluru ditembakkan dari posisi (x) dengan kecepatan awal 50 m/s. Peluru tersebut bergerak dengan membentuk lintasan parabola. Peluru mencapai ketinggian maksimal pada ketinggian 41,937 m kemudian mendarat ke permukaan tanah pada jarak 239,60 m dengan total waktu yang diperlukan peluru hingga sampai ke permukaan tanah adalah 5,85s.

```
X Max = 239.6019729545301
Y Max = 41.93722050725273
t Max = 5.8500000000000005
=====
Jika dibulatkan 2 angka dibelakang koma :
X Max = 239.60
Y Max = 41.94
t Max = 5.85
```

- **Analitik dengan Hambatan**

Prosesnya hampir sama dengan analitik tanpa hambatan udara, hanya saja pada kasus ini hambatan udara dipertimbangkan yaitu dengan ditambahkan massa pada peluru dan konstanta hambatan. Peluru ditembakkan dari posisi (x) dengan kecepatan awal 50 m/s yang memiliki massa sebesar 0.15 kg. Lintasan yang diperoleh pada kasus ini berbeda dengan kasus yang mengabaikan hambatan udara, karena pada kasus ini peluru memiliki massa

TUGAS BESAR PEMODELAN & SIMULASI
2020/2021

NAMA (NIM): Aditya Gumilar (1301184037), Fika Apriliani (1301180203), Ragiell Intan Haq (1301180206)
KELOMPOK: 41G307

dan konstanta hambatan udara yang dapat mempengaruhi ketinggian maksimum, jarak, dan waktu total yang diperlukan peluru hingga sampai ke permukaan tanah. Jika dihitung menggunakan rumus analitik dengan mempertimbangkan hambatan udara, ketinggian maksimum diperoleh pada ketinggian 18,496 m dan mendarat ke permukaan tanah pada jarak 47,258 m dengan total waktu yang ditempuh selama 2,58 s.

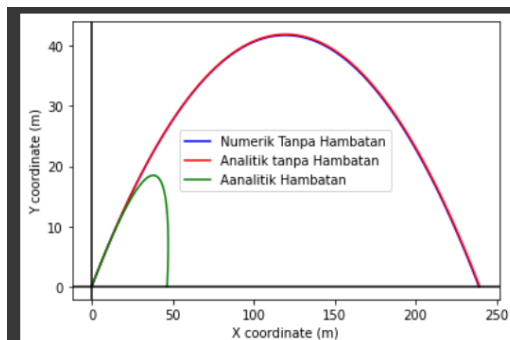
```
X Max = 47.2587245271316
Y Max = 18.496305244214902
t Max = 2.58
```

=====

Jika dibulatkan 2 angka dibelakang koma :

```
X Max = 47.26
Y Max = 18.50
t Max = 2.58
```

2. Dengan menggunakan grafik, bandingkan hasil no.1 terhadap hasil perhitungan numerik dengan **mengabaikan** hambatan udara (persamaan 1-8).



=====

Numerik VS Analitik VS Analitik Hambatan

=====

Tanpa Pembulatan Angka

Total waktu (s)	: Numerik: 5.83	Analitik: 5.850000000000005	Analitik Hambatan: 2.58
Jarak (m)]	: Numerik: 239.192396932388	Analitik: 239.6019729545301	Analitik Hambatan: 47.2587245271316
Max Ketinggian (m)]	: Numerik: 41.79405290725263	Analitik: 41.93722050725273	Analitik Hambatan: 18.496305244214902

=====

Pembulatan 2 Angka Dibelakang Koma

Total waktu (s)	: Numerik: 5.83	Analitik: 5.85	Analitik Hambatan: 2.58
Jarak (m)]	: Numerik: 239.19	Analitik: 239.60	Analitik Hambatan: 47.26
Max Ketinggian (m)]	: Numerik: 41.79	Analitik: 41.94	Analitik Hambatan: 18.50

Dapat dilihat pada grafik diatas, hasil perhitungan numerik tanpa hambatan udara tidak jauh berbeda dengan hasil perhitungan analitik tanpa hambatan udara. Namun, hasil perhitungan numerik tanpa hambatan udara memiliki hasil yang jauh berbeda dengan hasil perhitungan analitik yang mempertimbangkan hambatan udara karena adanya massa dan konstanta hambatan udara.

TUGAS BESAR PEMODELAN & SIMULASI
2020/2021

NAMA (NIM): Aditya Gumilar (1301184037), Fika Apriliani (1301180203), Ragiell Intan Haq (1301180206)
KELOMPOK: 41G307

C. HASIL

1. Tabel

- Tabel Untuk Pendekatan Numerik

Tabel Numerik			
=====			
	Waktu T	Jarak X	Tinggi Y
0	0.00	0.409576	0.285808
1	0.01	0.819152	0.570635
2	0.02	1.228728	0.854481
3	0.03	1.638304	1.137347
4	0.04	2.047880	1.419232
..
579	5.79	237.554093	1.115873
580	5.80	237.963669	0.832932
581	5.81	238.373245	0.549011
582	5.82	238.782821	0.264110
583	5.83	239.192397	-0.021773
[584 rows x 3 columns]			

- Tabel Untuk Pendekatan Analitik (Tanpa Hambatan)

Tabel Analitik			
=====			
	Waktu T	Jarak X	Tinggi Y
0	0.00	0.000000	0.000000
1	0.01	0.409576	0.286298
2	0.02	0.819152	0.571615
3	0.03	1.228728	0.855952
4	0.04	1.638304	1.139308
..
581	5.81	237.963669	1.117796
582	5.82	238.373245	0.834366
583	5.83	238.782821	0.549954
584	5.84	239.192397	0.264563
585	5.85	239.601973	-0.021810
[586 rows x 3 columns]			

TUGAS BESAR PEMODELAN & SIMULASI
2020/2021

NAMA (NIM): Aditya Gumilar (1301184037), Fika Apriliani (1301180203), Ragiell Intan Haq (1301180206)
KELOMPOK: 41G307

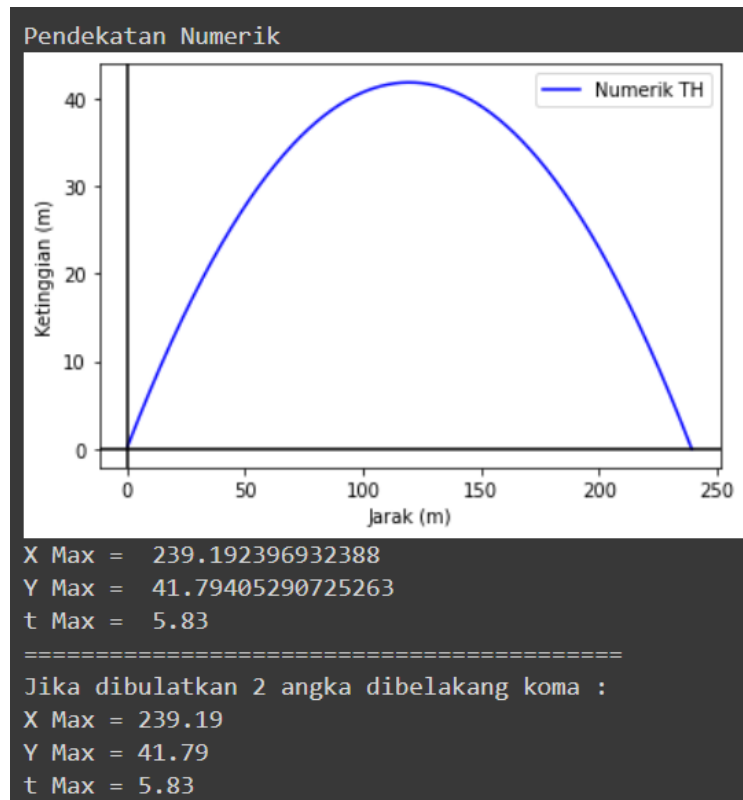
- Tabel Untuk Pendekatan Analitik (Hambatan)

	Waktu T	Jarak X	Jarak Y
0	0.00	0.000000	0.000000
1	0.01	0.000000	0.000000
2	0.02	0.408689	0.285677
3	0.03	0.815602	0.569130
4	0.04	1.220741	0.850360
..
255	2.55	46.779862	1.123417
256	2.56	46.737744	0.844363
257	2.57	46.693851	0.563086
258	2.58	46.648183	0.279585
259	2.59	46.600741	-0.006139

[260 rows x 3 columns]

2. Grafik

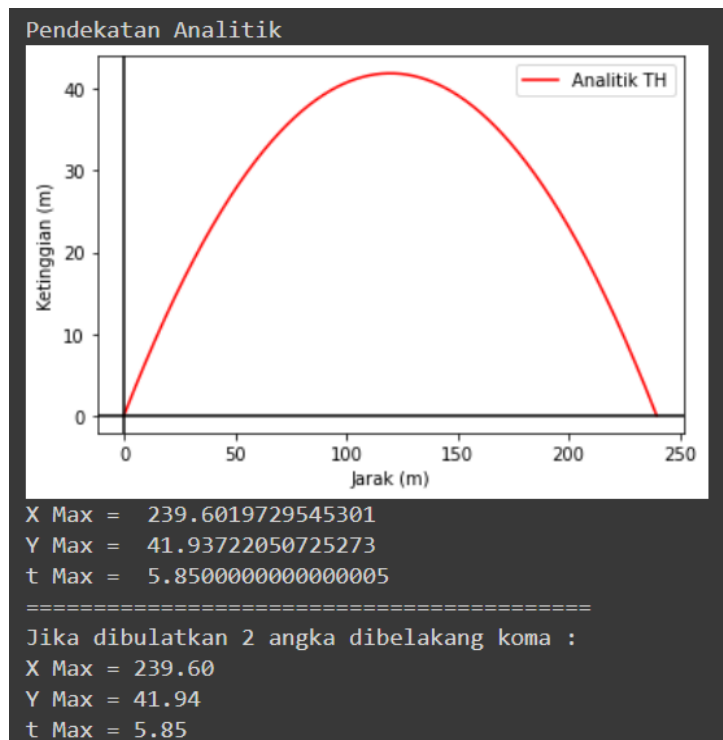
- Numerik tanpa Hambatan



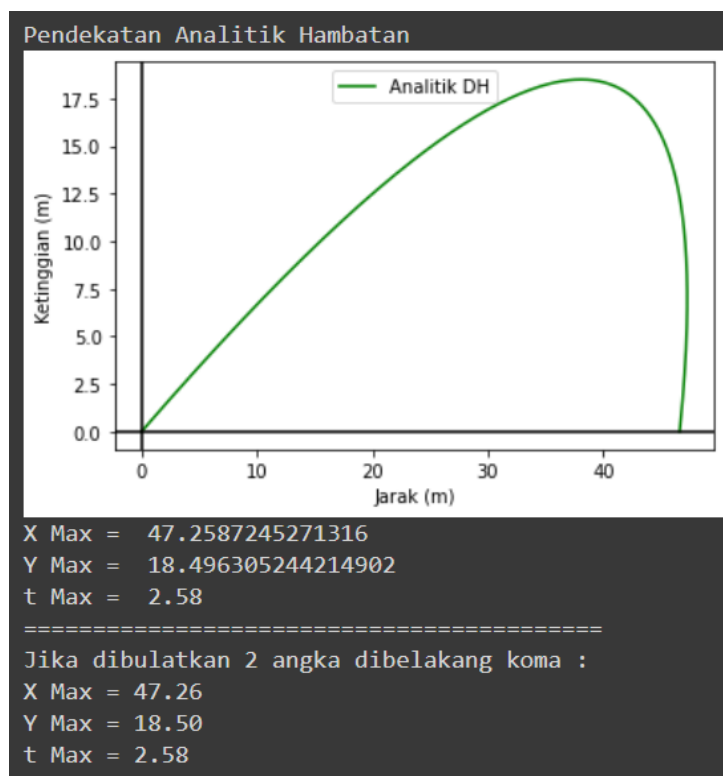
TUGAS BESAR PEMODELAN & SIMULASI
2020/2021

NAMA (NIM): Aditya Gumilar (1301184037), Fika Apriliani (1301180203), Ragiell Intan Haq (1301180206)
KELOMPOK: 41G307

- Analitik tanpa Hambatan



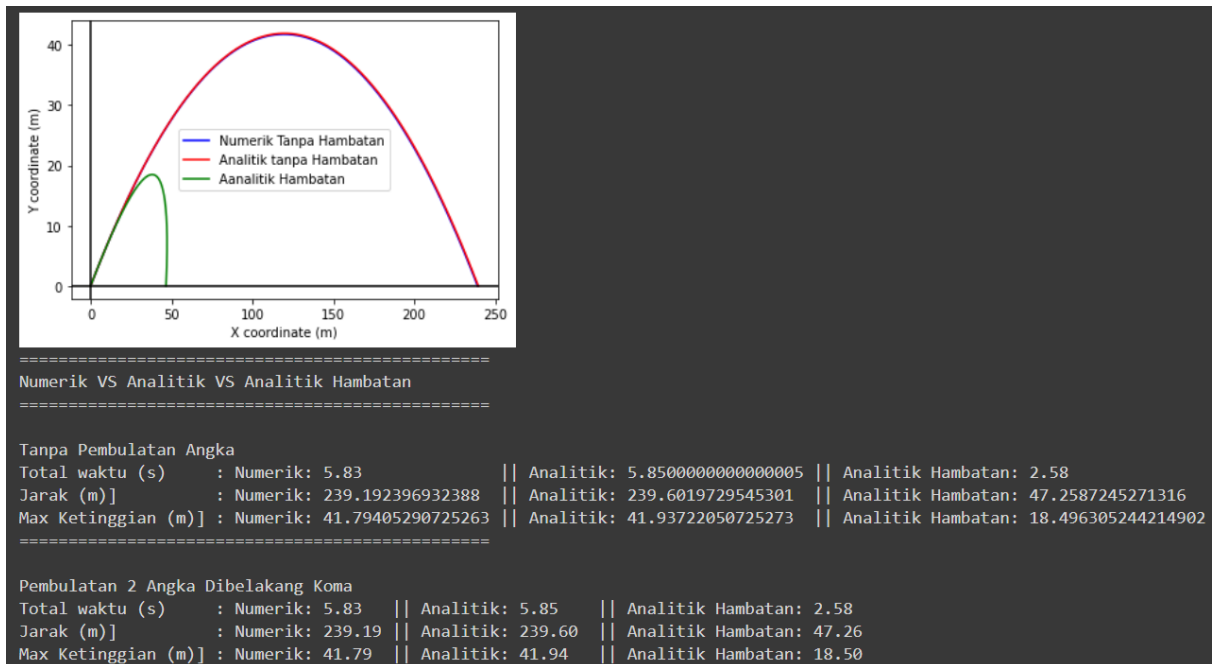
- Analitik dengan Hambatan



TUGAS BESAR PEMODELAN & SIMULASI 2020/2021

NAMA (NIM): Aditya Gumilar (1301184037), Fika Apriliani (1301180203), Ragiell Intan Haq (1301180206)
KELOMPOK: 41G307

Perbandingan Antara Ketiga Grafik :



Kesimpulan :

Ketika hambatan udara diabaikan, hasil perhitungan yang diperoleh berdasarkan pendekatan Analitik dan Numerik tidak jauh berbeda. Namun, jika hambatan udara dipertimbangkan, maka hasil perhitungan yang diperoleh akan berbeda karena terdapat faktor yang dapat mempengaruhi seperti massa berat pada peluru dan nilai konstanta hambatan udara sehingga ketinggian maksimum, jarak maksimum, dan waktu total yang dibutuhkan peluru hingga sampai ke permukaan tanah akan jauh berbeda.