

PROYEK I
MATA KULIAH BERPIKIR KOMPUTASIONAL (WI1102)
TAHUN 2025



Judul Kegiatan Proyek:
**Simulasi Perpindahan Orbit Roket dengan Pemilihan Bahan Bakar dan
Anggaran Dinamis**

Kelompok 15

- | | |
|-----------------------------------|----------|
| 1. Daniel Robisar P. | 16925065 |
| 2. Muhammad Dakita Arfa Alfaritsi | 16925137 |
| 3. Andra Fachry Wibisono | 16925205 |
| 4. Abdul Hafizh Syaikhon | 16925285 |

Dosen Pengampu:
Prof. Ir. I Made Astina, Ph.D.

Pendamping:
Abraham Satria Nugroho
(13122124)

MATA KULIAH WAJIB INSTITUT
WAKIL REKTOR BIDANG AKADEMIK DAN KEMAHASISWAAN

INSTITUT TEKNOLOGI BANDUNG
BANDUNG 2025

SURAT PERNYATAAN PENGGUNAAN KECERDASAN BUATAN/AI

Dengan ini, kami:

Nama/ NIM : Daniel Robinsar /16925065
Muhammad Dakita Arfa Alfaritsi / 16925137
Andra Fachry Wibisono / 16925205
Abdul Hafizh Syaikhon / 16925285
Fakultas/Sekolah : TPB Fakultas Teknik Mesin dan Dirgantara
Kode Mata Kuliah : WI1102
Nama Mata Kuliah : MKWI Berpikir Komputasional
Judul Tugas/Proposal : Simulasi Perpindahan Orbit Roket dengan Pemilihan Bahan Bakar dan Anggaran Dinamis

Menyatakan bahwa kami menggunakan AI/kecerdasan buatan dalam pengerjaan maupun penyusunan luaran tugas pada mata kuliah yang tertulis di atas. Jika Ya, maka alat AI/kecerdasan buatan yang digunakan adalah:

Lingkup Pekerjaan	Digunakan?	Tingkat Penggunaan (level 1-5)
Pemeriksaan Ejaan: menggunakan tools seperti Grammarly, Deepl, Quillbot, Grammarbot, LanguageTool, ProWritingAid, ChatGPT, Google Gemini, atau sejenisnya. Sebutkan tool yang digunakan: -	Tidak	1
Pembuatan Teks: menggunakan tools seperti ChatGPT, Gemini, Copilot, GrammarlyGO, WordAI, WriteSonic, Jasper, Jenni AI, atau sejenisnya. Sebutkan tool yang digunakan: ChatGPT	Ya	3
Bantuan Diskusi dalam Penyusunan Konten: menggunakan tools seperti ChatGPT, Gemini, Copilot, Perplexity, Jenni AI, Zoom-Companion atau sejenisnya. Sebutkan tool yang digunakan: ChatGPT	Ya	2
Pembuatan Gambar, Video, dan/atau Grafik: menggunakan tools seperti Craiyon, DALL-E, Midjourney, Stable Diffusion, Microsoft Designer, Gemini, Canva AI, atau sejenisnya. Sebutkan tool yang digunakan: -	Tidak	1

Kami juga menyatakan bahwa setiap penggunaan AI/kecerdasan buatan yang dilakukan pada mata kuliah tersebut telah dinyatakan di dalam surat ini.

DAFTAR ISI

SURAT PERNYATAAN PENGGUNAAN KECERDASAN BUATAN/AI.....	1
DAFTAR ISI.....	2
BAB I	
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
BAB II	
IMPLEMENTASI KONSEP BERPIKIR KOMPUTASIONAL.....	3
2.1 Dekomposisi.....	3
2.2 Pengenalan Pola.....	5
2.3 Abstraksi.....	6
2.4 Flow Chart.....	7
2.5 Desain Algoritma.....	7
BAB III	
PENUTUP.....	8
3.1 Kesimpulan.....	8
DAFTAR PUSTAKA.....	9
LAMPIRAN.....	10

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam dunia kedirgantaraan, perpindahan orbit roket merupakan manuver penting yang menentukan keberhasilan misi luar angkasa. Untuk berpindah dari orbit awal (R1) menuju orbit yang lebih tinggi (R2), roket atau satelit harus menambah energi kinetik melalui pembakaran bahan bakar. Proses ini tidak hanya bergantung pada hukum fisika dan gravitasi, tetapi juga pada efisiensi sistem propulsi serta keterbatasan anggaran yang tersedia. Oleh karena itu, perencanaan dan simulasi yang tepat menjadi aspek krusial dalam rekayasa misi luar angkasa modern.

Dalam konteks ini, penting dibedakan antara roket dan satelit. Roket berfungsi sebagai kendaraan peluncur yang membawa muatan (*payload*) keluar dari atmosfer dan menempatkannya ke orbit tertentu melalui pembakaran bahan bakar kimia berdasarkan hukum ketiga Newton. Setelah mencapai ketinggian dan kecepatan yang diinginkan, sebagian besar struktur roket akan dilepaskan. Sementara itu, satelit adalah objek yang ditempatkan di orbit untuk menjalankan misi seperti komunikasi, navigasi, atau pengamatan Bumi, dan hanya menggunakan *thruster* kecil untuk koreksi posisi. Dengan demikian, roket berperan sebagai pengantar, sedangkan satelit merupakan sistem yang beroperasi di ruang angkasa.

Berdasarkan hal tersebut, proyek ini mengembangkan program simulasi berbasis Python untuk menganalisis perpindahan orbit roket dengan mempertimbangkan efisiensi bahan bakar dan anggaran dinamis. Simulasi ini menggunakan pendekatan *Hohmann Transfer Orbit*, yaitu metode paling efisien secara energi untuk berpindah antar dua orbit elips di sekitar Bumi. Program ini bersifat interaktif dan edukatif, membantu pengguna memahami keterkaitan antara fisika, matematika, dan logika komputasional dalam menentukan strategi perpindahan orbit yang optimal serta keseimbangan antara performa teknis dan biaya misi.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijabarkan, maka rumusan masalah dalam proyek ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana cara menghitung kebutuhan kecepatan total (ΔV) untuk perpindahan orbit roket menggunakan metode *Hohmann Transfer Orbit*?
2. Bagaimana menentukan kebutuhan massa bahan bakar untuk tiap jenis bahan bakar berdasarkan parameter *specific impulse* (Isp)?
3. Bagaimana program dapat menentukan bahan bakar yang sesuai dengan batas anggaran pengguna?
4. Bagaimana simulasi dapat beradaptasi ketika anggaran tidak mencukupi untuk mencapai orbit tujuan?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari perancangan *Simulasi Perpindahan Orbit Roket dengan Pemilihan Bahan Bakar dan Anggaran Dinamis* ini adalah sebagai berikut:

1. Merancang dan mengimplementasikan program simulasi yang mampu memodelkan perpindahan orbit roket dari orbit awal ke orbit tujuan menggunakan pendekatan *Hohmann Transfer Orbit*.
2. Menganalisis pengaruh jenis bahan bakar terhadap efisiensi perpindahan orbit melalui parameter *specific impulse* (Isp) dan kebutuhan massa bahan bakar.
3. Mengintegrasikan aspek ekonomi dengan menambahkan sistem anggaran dinamis, sehingga pengguna dapat menyesuaikan pemilihan bahan bakar berdasarkan keterbatasan biaya misi.
4. Menguji efektivitas program dalam memberikan hasil simulasi yang interaktif dan edukatif untuk memahami hubungan antara fisika, efisiensi propulsi, serta perencanaan anggaran dalam misi luar angkasa.

BAB II

IMPLEMENTASI KONSEP BERPIKIR KOMPUTASIONAL

2.1 Dekomposisi

Dalam perancangan sistem simulasi, proses analisis awal menjadi tahap penting untuk memastikan setiap elemen permasalahan dapat diidentifikasi dengan jelas. Pendekatan dekomposisi masalah digunakan agar sistem yang dibangun memiliki struktur penyelesaian yang logis dan terukur. Dengan membagi permasalahan utama menjadi beberapa subbagian, setiap bagian dapat dipahami, dianalisis, dan diselesaikan secara lebih efektif. Langkah ini juga mempermudah dalam mengenali hubungan antarvariabel fisika, menentukan prioritas perhitungan, serta merancang solusi yang terstruktur dan saling berkaitan. Berdasarkan hal tersebut, kami membagi permasalahan dalam proyek ini ke dalam enam komponen utama sebagai berikut:

1. Inisialisasi Sistem dan Pengenalan Parameter

Tahap awal ini berfungsi untuk mendefinisikan variabel fisika yang digunakan dalam simulasi serta memberi informasi awal kepada pengguna terkait parameter orbit dan bahan bakar yang dapat dipilih.

Beberapa hal yang dilakukan dalam tahap ini antara lain:

- Menetapkan konstanta fisika seperti G , massa Bumi, dan nilai konstanta Euler (e).
- Mendefinisikan parameter awal seperti jari-jari orbit awal ($R1$) dan orbit tujuan ($R2$).
- Menampilkan daftar bahan bakar beserta nilai *specific impulse* (I_{sp}) dan harganya.
- Menyediakan panduan input bagi pengguna.

2. Pemilihan Bahan Bakar dan Anggaran Awal

Tahap ini bertujuan untuk mengumpulkan data terkait jenis bahan bakar yang akan digunakan serta batas anggaran misi. Pengguna dapat memilih bahan bakar berdasarkan efisiensi atau keterbatasan biaya.

Beberapa hal yang dilakukan dalam tahap ini antara lain:

- Menampilkan daftar bahan bakar dengan nilai I_{sp} dan harga per satuan massa.
- Menerima input pilihan bahan bakar dan jumlah bahan bakar yang akan digunakan.
- Menerima input total anggaran misi yang tersedia.
- Memverifikasi agar pilihan bahan bakar sesuai dengan batas biaya.

3. Perhitungan Perubahan Orbit (Δv dan Energi)

Tahap ini merupakan inti dari aspek fisika sistem. Perhitungan dilakukan untuk menentukan besar perubahan kecepatan (Δv) dan energi yang dibutuhkan agar roket dapat berpindah dari orbit R1 ke orbit R2 menggunakan metode *Hohmann Transfer Orbit*.

Beberapa hal yang dilakukan dalam tahap ini antara lain:

- Menghitung kecepatan orbit awal dan orbit akhir.
- Menentukan nilai Δv untuk dua impuls (transfer dan circularization).
- Menghitung energi kinetik dan potensial sebelum dan sesudah transfer.
- Menetapkan kebutuhan total perubahan kecepatan dan energi.

4. Analisis Konsumsi dan Efisiensi Bahan Bakar

Tahap ini berfungsi untuk menghitung massa bahan bakar yang diperlukan untuk menghasilkan Δv yang dibutuhkan, serta mengevaluasi efisiensinya berdasarkan nilai *specific impulse* (Isp).

Beberapa hal yang dilakukan dalam tahap ini antara lain:

- Menggunakan persamaan roket Tsiolkovsky untuk menghitung rasio massa bahan bakar.
- Menentukan efisiensi energi bahan bakar berdasarkan Isp.
- Menghitung total biaya bahan bakar yang digunakan.
- Membandingkan efisiensi antar bahan bakar terhadap biaya misi.

5. Evaluasi Anggaran Dinamis

Tahap ini bertujuan untuk menyeimbangkan antara kebutuhan teknis dan keterbatasan ekonomi. Sistem akan menghitung apakah anggaran cukup untuk manuver yang diinginkan, dan jika tidak, memberikan opsi pengulangan dengan penyesuaian.

Beberapa hal yang dilakukan dalam tahap ini antara lain:

- Menghitung total biaya misi berdasarkan konsumsi bahan bakar.
- Menampilkan sisa anggaran dan rekomendasi optimasi.
- Memberikan opsi untuk menambah anggaran atau mengganti bahan bakar.
- Melakukan simulasi ulang dengan parameter baru hingga hasilnya optimal.

6. Penyajian Hasil Simulasi

Tahap akhir ini menampilkan hasil simulasi dalam format yang mudah dipahami oleh pengguna. Semua hasil perhitungan ditampilkan dalam bentuk ringkasan fisika dan ekonomi yang menggambarkan performa sistem roket.

Beberapa hal yang dilakukan dalam tahap ini antara lain:

- Menampilkan kecepatan orbit awal, akhir, dan Δv total.
- Menampilkan massa bahan bakar yang dibutuhkan dan total biaya.
- Menampilkan efisiensi bahan bakar terhadap hasil manuver.
- Memberikan kesimpulan simulasi berupa orbit akhir dan kelayakan anggaran.

2.2 Pengenalan Pola

Pengenalan pola merupakan proses penting dalam sistem Simulasi Perpindahan Orbit Roket dengan Pemilihan Bahan Bakar dan Anggaran Dinamis, karena membantu program mengenali keteraturan dan hubungan antara parameter fisik roket, jenis bahan bakar, serta anggaran yang tersedia. Dengan memahami pola-pola ini, sistem dapat memberikan hasil simulasi yang lebih efisien dan realistis. Dalam program ini, terdapat tiga bagian utama yang menggunakan konsep pengenalan pola:

1. Analisis Pola Perubahan Energi dan Kecepatan Orbit

Pada tahap simulasi perpindahan orbit, sistem melakukan perhitungan berulang terhadap kecepatan dan energi total roket untuk setiap tahap pembakaran bahan bakar. Melalui proses ini, sistem mengenali pola hubungan antara massa roket yang berkurang dengan peningkatan kecepatan dan perubahan ketinggian orbit. Pengulangan dilakukan hingga orbit baru tercapai atau anggaran bahan bakar habis.

2. Pengenalan Pola Efisiensi Bahan Bakar terhadap Anggaran

Setiap jenis bahan bakar memiliki impuls spesifik dan efisiensi berbeda. Sistem menganalisis pola hubungan antara jumlah bahan bakar yang digunakan, energi yang dihasilkan, serta total biaya yang dikeluarkan. Dengan pengenalan pola ini, program dapat menentukan pilihan bahan bakar yang optimal sesuai anggaran yang tersedia tanpa mengorbankan performa perpindahan orbit.

3. Identifikasi Pola Perpindahan Orbit Berdasarkan Parameter Fisik

Setelah simulasi dilakukan, sistem menggabungkan hasil dari berbagai parameter seperti kecepatan akhir, energi kinetik, dan radius orbit untuk mengenali pola keberhasilan perpindahan orbit. Misalnya, jika energi total roket lebih besar dari energi orbit awal namun masih di bawah ambang batas orbit target, sistem mengenali bahwa perpindahan belum optimal dan perlu tambahan dorongan atau bahan bakar.

Melalui ketiga penerapan ini, sistem dapat mengenali pola keterkaitan antara gaya dorong, bahan bakar, dan anggaran sehingga mampu memberikan keputusan otomatis apakah perpindahan orbit layak dilakukan, memerlukan penyesuaian bahan bakar, atau tidak ekonomis dilakukan. Dengan demikian, pengenalan pola berperan penting dalam memastikan efisiensi, ketepatan, dan realisme simulasi perpindahan orbit roket.

2.3 Abstraksi

Dalam pengembangan sistem Simulasi Perpindahan Orbit Roket dengan Pemilihan Bahan Bakar dan Anggaran Dinamis, diperlukan identifikasi faktor-faktor yang memengaruhi perubahan orbit dan efisiensi energi roket. Pada dasarnya, perpindahan orbit dipengaruhi oleh banyak variabel fisika, teknik, dan ekonomi, seperti gaya gravitasi, kecepatan awal, massa bahan bakar, jenis propelan, desain mesin, lintasan, serta gangguan eksternal dari benda langit lainnya (NASA, 2023).

Namun, agar sistem simulasi tetap ringan, efisien, dan mudah dipahami secara komputasional, dilakukan abstraksi, yaitu penyederhanaan dengan hanya mengambil variabel-variabel yang paling berpengaruh langsung terhadap hasil perhitungan. Faktor-faktor yang kompleks atau memiliki pengaruh kecil terhadap skala simulasi diabaikan, karena dapat direpresentasikan melalui variabel lain.

Berikut merupakan faktor-faktor yang diabaikan dan alasan penyederhanaannya:

- a. **Hambatan atmosfer dan tekanan udara**, diabaikan karena perpindahan orbit terjadi di luar atmosfer Bumi di mana gesekan udara sangat kecil.
- b. **Rotasi dan bentuk tidak sempurna Bumi (oblateness)**, diabaikan agar perhitungan gaya gravitasi tetap sederhana dengan asumsi Bumi sebagai bola homogen sempurna.
- c. **Gravitasi benda langit lain (bulan, matahari, planet)**, diabaikan karena simulasi dibatasi pada sistem dua benda (Bumi dan roket).
- d. **Perubahan massa struktur roket saat pembakaran**, disederhanakan dengan hanya mempertimbangkan massa total awal dan massa akhir setelah bahan bakar terbakar.
- e. **Efisiensi mesin dan rugi panas (thermal loss)**, dianggap konstan dan sudah termasuk dalam parameter impuls spesifik (Isp) bahan bakar.
- f. **Efek relativistik**, diabaikan karena kecepatan orbit jauh di bawah kecepatan cahaya.
- g. **Degradasi performa bahan bakar akibat suhu atau tekanan tangki**, tidak diperhitungkan, karena dianggap ideal dan stabil.
- h. **Faktor aerodinamika dan distribusi massa roket**, tidak dimasukkan karena program berfokus pada aspek energi orbit, bukan dinamika struktur.

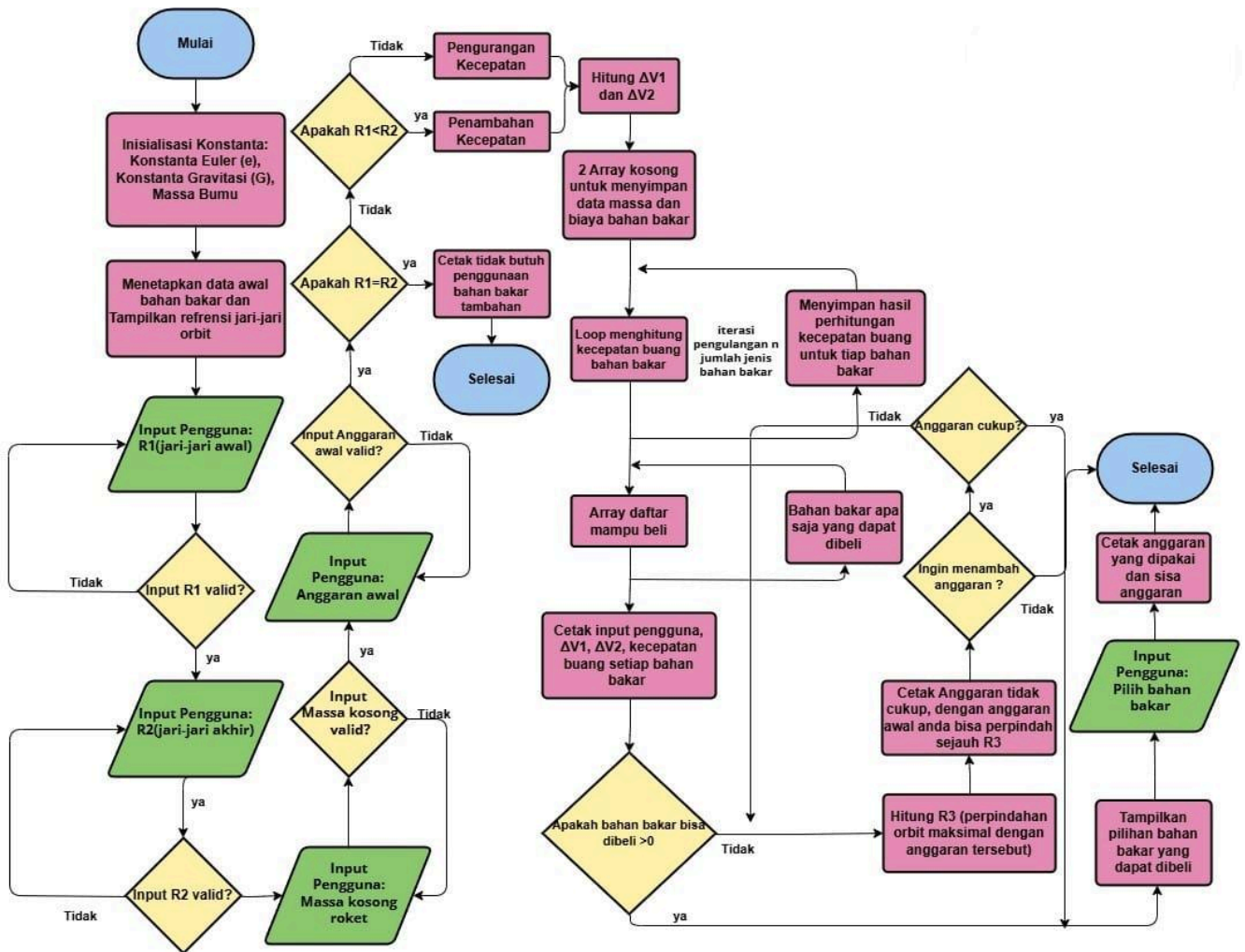
- i. **Ketidakpastian manuver dan kontrol roket (error thrust, attitude control)**, diabaikan karena dianggap sistem ideal tanpa kesalahan.
- j. **Pengaruh cuaca, magnetosfer, dan radiasi kosmik**, tidak relevan dalam konteks perhitungan energi perpindahan orbit.
- k. **Waktu pembakaran (burn duration)**, disederhanakan menjadi impuls instan sesuai dengan asumsi Hohmann Transfer yang ideal.

Setelah dilakukan abstraksi tersebut, faktor utama yang digunakan dalam simulasi adalah:

- a. Radius orbit awal (R_1)
- b. Radius orbit tujuan (R_2)
- c. Massa total roket (m_0)
- d. Jenis bahan bakar (berdasarkan impuls spesifik dan biaya per kg)
- e. Anggaran misi (budget maksimum)

Dengan penerapan abstraksi ini, simulasi menjadi efisien, fokus pada konsep dasar mekanika orbit dan energi, serta tetap representatif untuk menganalisis hubungan antara fisika, performa bahan bakar, dan keterbatasan ekonomi dalam perancangan misi luar angkasa.

2.4 Diagram Alir atau Flow Chart



2.5 Desain Algoritma

Pemanfaatan *Sequence*, *Selection*, *Repetition*, dan *Array*

a. Sequence

Sequence merupakan prinsip berpikir algoritma yang meliputi perurutan proses atau langkah-langkah yang dilakukan secara berurutan.

Dalam sistem Simulasi Perpindahan Orbit Roket dengan Pemilihan Bahan Bakar dan Anggaran Dinamis, prinsip sequence digunakan untuk mengatur alur perhitungan dari awal hingga akhir.

Urutan proses yang dilakukan meliputi:

1. Input data awal berupa jari-jari orbit awal, jari-jari orbit tujuan, massa kering roket, dan total anggaran.
2. Input daftar bahan bakar yang berisi nama bahan bakar, nilai *specific impulse* (Isp), dan harga per kilogram.
3. Menghitung kebutuhan kecepatan perubahan orbit (Δv) menggunakan rumus Hohmann transfer.
4. Menghitung kebutuhan massa bahan bakar menggunakan persamaan roket Tsiolkovsky.
5. Menghitung total biaya bahan bakar berdasarkan massa bahan bakar yang dibutuhkan dan harga per kilogram.
6. Menampilkan hasil simulasi berupa jenis bahan bakar terbaik, massa propelan yang dibutuhkan, biaya total, dan sisa anggaran.

Dengan urutan langkah yang teratur, sistem dapat melakukan proses perhitungan dan pengambilan keputusan secara sistematis dan logis.

b. Selection

Selection merupakan prinsip berpikir algoritma di mana pengambilan keputusan dilakukan berdasarkan suatu kondisi tertentu.

Dalam sistem simulasi perpindahan orbit roket ini, prinsip selection digunakan untuk memilih opsi yang sesuai berdasarkan input pengguna dan hasil perhitungan.

Beberapa bentuk penerapan selection dalam algoritma ini antara lain:

1. Menentukan apakah orbit tujuan berbeda dengan orbit awal. Jika sama, maka simulasi tidak perlu dijalankan.
2. Menentukan apakah bahan bakar tertentu mampu menghasilkan Δv yang cukup untuk mencapai orbit tujuan.
3. Menentukan apakah biaya bahan bakar melebihi anggaran yang diberikan. Jika melebihi, maka bahan bakar tersebut tidak dipilih.
4. Menentukan jenis bahan bakar terbaik berdasarkan kriteria tertentu seperti biaya terendah, efisiensi tertinggi (Isp terbesar), atau propelan paling sedikit.

Dengan prinsip selection ini, sistem dapat menyesuaikan hasil perhitungan sesuai kondisi input dan batasan yang diberikan oleh pengguna.

c. Repetition / Looping

Repetition atau pengulangan merupakan prinsip yang digunakan untuk menjalankan suatu proses secara berulang sampai kondisi tertentu tercapai.

Dalam sistem simulasi perpindahan orbit roket, prinsip repetition digunakan dalam beberapa bagian program, antara lain:

1. Melakukan pengulangan pada setiap jenis bahan bakar yang tersedia dalam daftar untuk menghitung kebutuhan Δv , massa propelan, dan total biaya.
2. Mengulangi proses input apabila data yang dimasukkan pengguna tidak valid, seperti jari-jari orbit yang salah atau anggaran yang bernilai negatif.
3. Mengulangi perhitungan apabila pengguna ingin menambahkan tahap roket (staging) untuk menghemat massa bahan bakar.
4. Melakukan pengulangan untuk menampilkan daftar bahan bakar yang feasible (memenuhi batas anggaran dan kebutuhan Δv).

Dengan adanya pengulangan ini, program dapat melakukan evaluasi beberapa kali hingga diperoleh hasil terbaik atau data yang sesuai kondisi yang diinginkan pengguna.

d. Array

Prinsip array digunakan untuk menyimpan data yang memiliki tipe sama dalam suatu struktur yang dapat diakses dengan indeks tertentu.

Dalam sistem simulasi perpindahan orbit roket, array digunakan untuk menyimpan data-data penting yang diperlukan selama proses perhitungan.

Beberapa contoh penggunaan array dalam sistem ini antara lain:

1. **Array bahan bakar (*Fuel*)**: berisi data beberapa jenis bahan bakar, seperti nama bahan bakar, *specific impulse* (*Isp*), densitas, dan harga per kilogram.
2. **Array hasil simulasi (*Result*)**: menyimpan hasil evaluasi setiap bahan bakar, meliputi Δv yang dihasilkan, massa propelan yang dibutuhkan, dan total biaya.
3. **Array orbit (*Orbit*)** – dapat digunakan untuk menyimpan beberapa data orbit, seperti orbit awal, orbit tujuan, dan orbit antara (jika simulasi melibatkan beberapa tahap).

Penggunaan array mempermudah proses penyimpanan, pencarian, dan pembaruan data bahan bakar maupun hasil simulasi, sehingga program dapat dengan mudah membandingkan dan menampilkan hasil terbaik dari beberapa alternatif bahan bakar.

BAB III

PENUTUP

3.1 Kesimpulan

Berpikir komputasional merupakan pendekatan sistematis dalam memecahkan masalah kompleks dengan cara mengidentifikasi, menyederhanakan, dan menyusun solusi secara logis dan efisien. Dalam konteks kedirgantaraan, kemampuan ini menjadi sangat penting karena perancangan dan analisis misi luar angkasa menuntut ketelitian tinggi serta pengolahan data fisika dan ekonomi secara bersamaan.

Melalui proyek Simulasi Perpindahan Orbit Roket dengan Pemilihan Bahan Bakar dan Anggaran Dinamis, pendekatan berpikir komputasional diterapkan untuk menggabungkan konsep fisika orbit, efisiensi bahan bakar, dan perencanaan anggaran ke dalam satu sistem komputasi terintegrasi. Program ini tidak hanya menghitung kebutuhan energi untuk perpindahan orbit berdasarkan metode *Hohmann Transfer*, tetapi juga menilai keterbatasan biaya dan performa bahan bakar secara interaktif.

Dengan adanya simulasi ini, pengguna dapat memahami bagaimana konsep ilmiah dan logika komputasional dapat digunakan secara bersamaan untuk menyelesaikan permasalahan nyata dalam dunia kedirgantaraan. Selain itu, program ini menjadi contoh penerapan berpikir komputasional yang tidak hanya berfokus pada perhitungan matematis, tetapi juga pada pengambilan keputusan yang efisien, terukur, dan berbasis data.

Dengan demikian, pendekatan ini diharapkan dapat memberikan wawasan edukatif dan praktis bagi mahasiswa maupun perancang sistem luar angkasa dalam memahami pentingnya sinergi antara fisika, ekonomi, dan pemodelan komputasional untuk menciptakan misi roket yang optimal dan berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- NASA. (2023). *Orbital Mechanics and Mission Design Fundamentals*. National Aeronautics and Space Administration. Diakses dari <https://www.nasa.gov>
- Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia. (2017). *Soal Olimpiade Sains Nasional (OSN) Tingkat Provinsi Tahun 2017 Bidang Fisika*, Nomor Soal 6.
- Curtis, H. D. (2020). *Orbital Mechanics for Engineering Students* (4th ed.). Academic Press.
- Sutton, G. P., & Biblarz, O. (2017). *Rocket Propulsion Elements* (9th ed.). John Wiley & Sons.
- Pratt, W. K., & Cornelisse, J. W. (2022). *Introduction to Space Flight Dynamics*. Springer.
- ESA (European Space Agency). (2023). *Basics of Spaceflight and Orbital Transfer Methods*. European Space Operations Centre. Diakses dari <https://www.esa.int>
- Rao, G. V. R. (2018). *Engineering Optimization in Rocket and Spacecraft Systems*. AIAA Education Series.

LAMPIRAN

Pembagian tugas dalam kelompok

Untuk menyelesaikan tugas proyek ini dengan lebih efektif, kami membagi tugas ke setiap anggota kelompok dengan kewajiban masing-masing sebagai berikut:

Nama	NIM	Tugas
Daniel Robinsar	16925065	Membantu dalam pembuatan PPT dan menggambarkan rancangan flowchart sistem simulasi perpindahan orbit roket.
Muhammad Dakita Arfa Alfaritsi	16925137	Menginisiasi judul proyek, membuat kode program pendukung serta menyusun konten dan perhitungan fisika yang mendasari perpindahan orbit roket, termasuk analisis bahan bakar dan anggaran.
Andra Fachry Wibisono	16925205	Menjadi pembuat kode program utama, melakukan trial and error terhadap program hingga berjalan dengan baik, serta melakukan pengenalan pola dalam sistem dan menuangkannya ke dalam laporan akhir.
Abdul Hafizh Syaikhon	16925285	Penyusun utama konten pada PPT, penyusun pendukung pada penulisan laporan akhir, membantu menggambarkan flowchart sistem simulasi perpindahan orbit roket, serta merangkum laporan (cover-dekomposisi masalah).

Full Source Code