

## UPDATE RESEARCH

Kalkulasi dan rumus maupun params statis dimasukan ke sini:

<https://github.com/ridhwancahyadi/Simulation-Agent-Aerobridge.git>

Nggak di drive karena bolak balik upload

### System Architecture Layer

1. Fleet Static Model
2. Hard Gate Layer
3. Dynamic Mission Gate
4. Threshold Configuration Layer
5. Objective Engine
6. Scenario Generator

#### 1. Fleet Static Model

Fleet yang bisa digunakan:

Type Fleet	Example
Fixed Wing	Cessna 208b
Rotary Wing	MI-17, Caracal, Bell 412

Detail fleet:

[https://docs.google.com/spreadsheets/d/1jqXbzRDMI\\_BUkFXTMStHEb0ZNUjKoW7NEAQuNG0smUQ/edit?usp=sharing](https://docs.google.com/spreadsheets/d/1jqXbzRDMI_BUkFXTMStHEb0ZNUjKoW7NEAQuNG0smUQ/edit?usp=sharing)

#### 2. Dynamic State (Input)

Input	Details
Enviromental	Wind Speed, Wind direction, Visibility, Precipitation, Density Altitude, Wind Component
Load	Payload weight, Payload distribution, Fuel Load, CG
Tactical	Hostspot proximity, Exposure time, Zone flag, List of event

### 3. Hard Gate Layer (Takeoff Feasibility Checks)

Checks	Fixed Wing	Rotary Wing
Mass Compliance	MTOW, MLW, CG Envelope	MTOW, CG
Takeoff Performance	Takeoff distance $\leq$ runway	Power_available $\geq$ P_required
Runway_Hover Feasibility	Landing distance $\leq$ runway	W_actual $\leq$ W_max_OGE
Performance Margin	Climb gradient $\geq$ required + min margin	Power margin $\geq$ min
Fuel Compliance	Fuel $\geq$ Trip + legal reserve	Fuel $\geq$ Trip + Reserve
Visual Weather Rules	Visibility $\geq$ minimum, Crosswind $\leq$ limit, tailwind	Visibility $\geq$ minimum, Crosswind $\leq$ limit

### 4. Objective

Objective ini akan sebagai baseline saja, tidak stritch, user boleh memasukkan apapun sebagai objectivenya. objective bersifat multi.

*Objective memodifikasi threshold gate, bukan mengganti hard gate*

Objective	Detail
<b>Delivery and Payload</b>	- Memaksimalkan muatan sebanyak mungkin dalam satu penerbangan
<b>Temporal</b>	- Meminimalkan waktu tempuh - Maksimalkan ketepatan waktu - Optimalkan departure window (jam paling stabil)
<b>Fuel Efficiency</b>	- Minimalkan konsumsi bahan bakar - Meminimalkan biaya avtur per kg
<b>Environmental Risk</b>	- Minimalkan paparan cuaca berisiko - Minimalkan turbulence - Minimalkan terrain-induced
<b>Safety</b>	- Minimalkan waktu di zona risiko - Prioritaskan misi darurat - Optimasi rute dengan keamanan tinggi
<b>Hybrid</b>	- Mempertimbangkan dua atau lebih objective yang berbeda

## Formula

$\lambda_w = \frac{W_g}{MTOW}$ , Menentukan seberapa dekat pesawat ke batas maksimum berat.

$M_{climb} = \frac{G_{avail} - G_{req}}{G_{req}}$ , Mengukur kemampuan pesawat memenuhi gradien pendakian

$P_{margin} = \frac{P_{avail} - P_{req}}{P_{avail}}$ , Mengukur sisa tenaga mesin setelah memenuhi kebutuhan angkat

$Fuel_{reserve} = FuelFlow \frac{Reserve(min)}{60}$ , dengan fuelFlow dari aircraft dan reserve\_min dari aircraft

Runway Margin:  $= \frac{RunwayLength - RequiredDistance}{RequiredDistance}$

OGE Buffer:  $= \frac{Wmax,OGE - W_g}{Wmax,OGE}$

$T_{mission} = T_{climb} + T_{cruise} + T_{descent}$

$ENV_{risk} = RDA + WindRisk + TerrainRisk + TurbulenceProxy$

Score = w1Delivery+w2Safety+w3Efficiency (objective mengikuti user)

*Detail di kalkulasi sederhana*

## 5. Threshold Adjustment (Objective based margin)

Kontrol untuk menyesuaikan batas minimum operasional berdasarkan objective, sehingga sistem mampu menyeimbangkan antara agresivitas payload, efisiensi bahan bakar, dan tingkat keselamatan sesuai kebutuhan misi.

### Fixed Wing

Objective	Weight Ratio $\lambda_w$	Climb Ratio $M_{climb}$	Runway Margin	Dampak Operasional
Delivery and Objective	$\geq 0.95$	$\geq 5\%$	$\geq 2\%$	Maksimalkan payload, minimalkan buffer
Temporal	0.75 - 0.90	$\geq 10\%$	$\geq 5\%$	Seimbang antara waktu dan keamanan
Fuel Efficiency	0.70–0.85	$\geq 10\%$	$\geq 5\%$	Fokus Efisiensi bahan bakar
Environmental Risk	$\leq 0.80$	$\geq 20\%$	$\geq 10\%$	Aman untuk high DA atau runway pendek
Safety	$\leq 0.75$	$\geq 25\%$	$\geq 25\%$	Margin maksimum untuk

				keselamatan
--	--	--	--	-------------

## Rotary Wing

Objective	Weight Ratio $\lambda_w$	Power Margin $P_{margin}$	OGE Buffer	Dampak Operasional
Delivery and Objective	$\geq 0.95$	$\geq 5\%$	Minimal $\geq 5\%$	Maksimalkan payload, minimalkan buffer
Temporal	0.75 - 0.90	$\geq 10\%$	Moderate $\geq 10\%$	Stabil dalam manuver dan hover
Fuel Efficiency	0.70–0.85	$\geq 10\%$	Moderate $\geq 10\%$	Optimasi endurance
Environmental Risk	$\leq 0.80$	$\geq 20\%$	High $\geq 20\%$	Aman untuk high DA
Safety	$\leq 0.75$	$\geq 25\%$	Very High $\geq 25\%$	Buffer maksimal untuk hover

## Level Risk

Objective	Risk Appetite	Payload Aggressiveness	Fuel Conservatism	Safety Margin
Delivery and Objective	Tinggi	Maksimum	Minimum	Minimum Legal
Temporal	Moderat	Seimbang	+10%	Sedang
Fuel Efficiency	Moderat	Dikontrol	Stabil	Sedang
Environmental Risk	Rendah	Dikurangi	+20%	Tinggi
Safety	Sangat Rendah	Minimum	+25%	Maksimum

## Architecture Engine Multi-Route (Multi-Stop)

Secara flow sederhana, agent harus menghitung:

```
1 Generate all feasible route permutations
2 For each route:
3   simulate leg by leg
4   update weight, CG, fuel
5   check hard gate per leg
6   if fail → discard route
7   compute objective score
8 Rank remaining routes
9 Return top 3
```

Setiap rute yang dilalui, memungkinkan adanya drop-off dan pickup. Artinya harus ada perhitungan setiap payload yang dikurangi, perkiraan sisa bahan bakar dan lainnya. Sistem juga harus mempertimbangkan bandara yang memiliki fasilitas refueling.

### Contoh simulasi:

Saya mau menjalankan misi dari Timika di 5 titik yang berbeda dengan mengutamakan payload namun juga mempertimbangkan keamanan serta cuaca dengan 1 pesawat cessna dan 1 heli caracal.

### Artinya:

#### Flow 1

Agent harus menghitung skoring objective dari user. Misalkan masuk pada 3 objective yang berbeda:

1. Delivery and payload (Utama)
2. Safety and Environment Risk (Pertimbangan Kedua)

Dibelakang layar, sistem akan memperhitungkan pembobotan untuk masing masing objective (diawal), meskipun pada akhirnya threshold bisa dicustom.

#### Flow 2

Agent harus mempertimbangkan pesawat yang digunakan, sebagai filter awalan cukup hanya dengan hard filter (filter dari jenis pesawatnya saja)

Untuk sementara cukup gunakan:

Payload	Fixed Wing	Rotary wing
Runway	Runway_Length ≥ Minimum_Takeoff_Distance Runway_Length ≥	Density_Altitude ≤ Hover_Ceiling_OGE

	Minimum_Landing_Distance	
Fuel	$\text{Max\_Fuel\_Capacity} \geq \text{Estimated\_RoundTrip\_Fuel} + \text{Reserve}$	$\text{Max\_Fuel\_Capacity} \geq \text{Estimated\_RoundTrip\_Fuel} + \text{Reserve}$
Payload	Grossweight ≤ MTOW	Grossweight ≤ MTOW

### Flow 3

Agent mempertimbangkan semua rute, dimana setiap rute:

1. Simulasi dilakukan secara leg-by-leg
2. Setiap leg memperbarui (Gross weight, Payload sisa, Fuel sisa, dan CG position)

### OUTPUT:

Agent Mission Planner hanya menampilkan maksimal tiga (3) rekomendasi misi terbaik berdasarkan objective yang dipilih pengguna dan hasil evaluasi seluruh kombinasi rute serta alokasi pesawat.

Output setidaknya bisa menjawab:

Name	Detail	Tujuan
Summary Global	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Total payload delivered (kg)</li> <li>• Total fuel burn (kg)</li> <li>• Total mission time (menit)</li> <li>• Total distance (NM/km)</li> <li>• Total risk index</li> <li>• operational_status (GO / NO-GO)</li> <li>• Primary Reason</li> <li>• Objective</li> </ul>	Memberikan overview cepat kepada pengambil keputusan tanpa perlu membaca detail teknis.
Executive Summary	<ul style="list-style-type: none"> <li>• supporting_factors</li> <li>• attention_factors,</li> <li>• key_mitigations</li> </ul>	Menjelaskan singkat pendukung dan titik kritis
Aircraft Allocation	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Jenis pesawat</li> <li>• Jumlah pesawat digunakan</li> <li>• Urutan rute per pesawat</li> <li>• Titik yang dilayani oleh masing-masing pesawat</li> <li>• Jumlah payload yang dibawa dan diturunkan per pesawat</li> </ul>	Menjelaskan pembagian misi antar armada secara transparan dan operasional.

Margin Minimum (Critical Safety Margin)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Minimum climb margin (%)</li> <li>• Minimum runway margin (m atau %)</li> <li>• Minimum OGE margin (%) untuk rotary wing</li> <li>• Minimum fuel reserve margin (%)</li> <li>• Lokasi atau leg dimana margin minimum terjadi</li> </ul>	Menunjukkan titik paling kritis dalam misi dan seberapa dekat terhadap batas fisik
Hard Gate Summary (verification checks)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hard_gate_overall_status</li> <li>• mass_check</li> <li>• CG_check</li> <li>• runway_check</li> <li>• climb_check</li> <li>• OGE_check</li> <li>• fuel_check</li> <li>• security_check</li> </ul>	Memberikan detail checks (Sudah ada yang kemarin, hanya tinggal penambahan ketika jenis pesawatnya rotary wings)
Score Breakdown	<ul style="list-style-type: none"> <li>• objective_mode</li> <li>• weight</li> <li>• value</li> </ul>	Skoring per objektif yang telah disepakati oleh user
tactical layer	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hostpost proximity</li> <li>• Summary_risk</li> <li>• Threat level</li> </ul>	Menjelaskan faktor keamanan yang menambahkan evaluasi rekomendasi
environmental_conditions	<ul style="list-style-type: none"> <li>• temperature_range_c</li> <li>• max_density_altitude_ft</li> <li>• avg_wind_kts</li> <li>• visibility_km</li> <li>• daylight_window_min</li> <li>• weather_trend</li> </ul>	Menjelaskan bagaimana kondisi lingkungan rute mulai dari tempat awal hingga tujuan akhir

Detail Fleet:

[https://docs.google.com/spreadsheets/d/1jqXbzRDMI\\_BUKFXTMStHEb0ZNUjKoW7NEAQuNG0smUQ/edit?usp=sharing](https://docs.google.com/spreadsheets/d/1jqXbzRDMI_BUKFXTMStHEb0ZNUjKoW7NEAQuNG0smUQ/edit?usp=sharing)

Detail Params Simulasi beserta rumus:

<https://github.com/ridhwancahyadi/Simulation-Agent-Aerobridge.git>