



Hak cipta dan penggunaan kembali:

Lisensi ini mengizinkan setiap orang untuk mengubah, memperbaiki, dan membuat ciptaan turunan bukan untuk kepentingan komersial, selama anda mencantumkan nama penulis dan melisensikan ciptaan turunan dengan syarat yang serupa dengan ciptaan asli.

Copyright and reuse:

This license lets you remix, tweak, and build upon work non-commercially, as long as you credit the origin creator and license it on your new creations under the identical terms.

BAB III

PELAKSANAAN KERJA PRAKTIK

1.1. Jadwal Kegiatan

Kerja praktik dilaksanakan dari tanggal 17 Juni 2019 sampai dengan 16 Agustus 2019 selama 9 minggu. Waktu kerja praktik adalah dari hari Senin sampai dengan Jumat, pukul 07.30 sampai dengan pukul 16.30 WIB. Secara umum, kegiatan yang dilakukan selama kerja praktik adalah sebagai berikut:

Tabel 3.1 Daftar Ringkasan Pelaksanaan KP Secara Mingguan

Minggu ke-	Deskripsi Pelaksanaan Kerja Praktik
1	Pengenalan terhadap sistem dan operasi divisi <i>Operation Support</i> (JKTOS) Memasuki Divisi JKTOS Membaca buku performansi pesawat terbang
2	Membaca buku performansi pesawat terbang Mempelajari fase penerbangan, rute normal dan rute <i>Performance Based Navigation</i> (PBN)
3	Mempelajari RNAV dan RNP Mengonversi kordinat <i>latitude</i> dan <i>longitude</i> menjadi jarak (Rute CGK (Cengkareng)-UPG(Makassar) dan sebaliknya) Mempelajari software NAVBLUE
4	Membandingkan jarak CGK-UPG dan UPG-CGK dengan rute normal dan rute PBN dan penganalogiannya Mengumpulkan data bahan bakar pesawat dari divisi OSI (<i>Opearion Support Information</i>)
5	Menyusun presentasi dan laporan kerja praktik kepada PT. Garuda Indonesia (Persero) Tbk. Melakukan presentasi <i>progress</i> kepada divisi JKTOS
6	Revisi presentasi dan laporan kerja praktik Menambahkan variabel penghematan biaya bahan bakar
7	Menyusun laporan kerja praktik
8	Menyusun presentasi dan laporan final
9	Menyusun presentasi final Melakukan presentasi kepada PT. Garuda Indonesia (Persero) Tbk.

Minggu ke-	Deskripsi Pelaksanaan Kerja Praktik
9	Menyusun dan mengumpulkan laporan kerja praktik kepada PT. Garuda Indonesia (Persero) Tbk.

1.2. Uraian Data dan Analisis

Pada kerja praktik ini, peserta memiliki tugas untuk membandingkan dan menghitung efisiensi energi bahan bakar, biaya dan emisi *Carbon Dioxide* (CO₂) pesawat terbang ketika melakukan perjalanan menggunakan *Conventional route* dan *Performance Based Navigation* (PBN). Rute yang dibandingkan adalah rute dengan keberangkatan Bandara Soekarno-Hatta (WIII/CGK), Cengkareng menuju Bandara Hasanuddin (WAAA/UPG), Makassar dan sebaliknya. Panjangnya *Performance Based Navigation* dihitung dengan menggunakan koordinat-koordinat yang ada pada *Flight Plan*. Koordinat tersebut berbentuk koordinat bujur yang terdiri dari derajat, menit, detik contoh : 6°11'16.40"S 106°31'47.82"E. Angka "6" dan "106" adalah derajat, "11" dan "31" adalah menit sedangkan "16.40" dan "47.82" adalah detik dan huruf "S" dan "E" menandakan arah mata angin. Koordinat tersebut kemudian dikonversi menjadi derajat secara keseluruhan dengan membagi detik dengan 3600, menit dengan 60 kemudian ditambah dengan derajatnya. Berikut persamaannya:

$$\text{Derajat keseluruhan} = \frac{\text{detik}}{3600} + \frac{\text{menit}}{60} + \text{derajat} \dots \dots \dots (1)$$

Sebagai contoh, untuk mencari derajat keseluruhan dari arah mata angin S (*South*) maka $\frac{16.4}{3600} + \frac{11}{60} + 6^\circ = 6.19^\circ$. Tujuan dari mencari derajat keseluruhan untuk menghitung jarak dalam bentuk NM (*Nautical Mile*). Jika seluruh derajat keseluruhan telah diketahui disetiap koordinat pada *Flight Plan*, maka langkah

berikutnya adalah mencari jarak antar kordinat tersebut. Persamaannya sama dengan persamaan ketika mencari jarak antar dua titik dalam kordinat kartesian. Berikut persamaannya :

$$\text{Jarak antara 2 titik} = \sqrt{(X2 - X1)^2 + (Y2 - Y1)^2} \dots\dots\dots(2)$$

Dengan menjumlahkan setiap jarak antara 2 titik (derajat keseluruhan) maka kita mendapatkan jumlah derajat keseluruhan yang dilalui pesawat. Jumlah derajat keseluruhan dikalikan dengan 60. Angka 60 berasal dari perbandingan keliling bumi (360°) dengan 1° dalam jarak NM (1 NM = 1.85 km). Perkalian dengan 60 mengubah satuan dari derajat menjadi NM. Dengan demikian, jarak tempuh pesawat dapat diketahui baik dalam NM (*nautical mile*) atau km (kilometer). Panjangnya *normal route* didapatkan berdasarkan data dari *Operation Support Information* (OSI) pada bulan Juni 2019.

Tabel 3.2 Konversi Kordinat Rute Penerbangan PBN UPG-CGK

Rute Penerbangan PBN UPG-CGK								
Mata Angin	Derajat	Menit	Detik	Derajat Keseluruhan	Mata Angin S	Mata Angin E	Jarak antara 2 titik	diubah menjadi NM
S	5	2	16.1	5.0378	-5.0378	119.5261		
E	119	31	34.3	119.5261	-5.1937	117.0255	2.5054	150.3277
S	5	11	37.5	5.1937	-5.5461	114.0721	2.9744	178.4651
E	117	1	32.1	117.0255	-5.8722	111.2193	2.8713	172.2799
S	5	32	46.2	5.5461	-5.9649	110.3833	0.8411	50.4715
E	114	4	19.6	114.0721	-5.9623	108.4778	1.9054	114.3281
S	5	52	20	5.8722	-5.9616	107.9855	0.4922	29.536
E	111	13	9.7	111.2193	-5.9611	107.0355	0.9500	57.0020
S	5	57	54	5.9649				
E	110	22	59.9	110.3833				
S	5	57	44.5	5.9623				
E	108	28	40.2	108.4778				

Rute Penerbangan PBN UPG-CGK								
Mata Angin	Derajat	Me-nit	De-tik	Derajat Keseluruhan	Mata Angin S	Mata Angin E	Jarak antara 2 titik	diubah menjadi NM
S	5	57	42	5.9616				
E	107	59	8	107.9855				
S	5	57	40.3	5.9611	Total seluruhnya		nm	752.411
E	107	2	7.88	107.0355	Total seluruhnya		km	1391.96

Tabel 3.3 Konversi Kordinat Rute Penerbangan PBN CGK-UPG

Rute Penerbangan PBN CGK-UPG								
Mata Angin	Derajat	Me-nit	De-tik	Derajat Keseluruhan	kordinat S	Kordinat E	Jarak antara 2 titik	diubah menjadi NM
S	6	11	16.4	6.1878	-6.188	106.53		
E	106	31	47.82	106.53	-6.272	106.887	0.3667	22.00495
S	6	16	18.98	6.2719	-6.698	108.56	1.7263	103.5831
E	106	53	13.11	106.887	-6.359	111.116	2.5783	154.703
S	6	41	52.73	6.6979	-6.266	111.816	0.7061	42.36905
E	108	33	35.13	108.5598	-5.7135	114.291	2.5351	152.1551
S	6	21	32.1	6.3589	-5.526	117.068	2.7833	166.9994
E	111	6	57.02	111.1158	-5.038	119.526	2.5059	150.3585
S	6	15	58.16	6.2661				
E	111	48	56.18	111.8156				
S	5	46	42.81	5.7785				
E	114	8	17.48	114.1382				
S	5	31	33.57	5.5259				
E	117	4	4.38	117.0679				
S	5	2	16.12	5.0378	Total seluruhnya		nm	792.173
E	119	31	34.28	119.5262	Total seluruhnya		km	1465.52

Dengan Tabel 3.2 dan 3.3 didapatkan panjang rute perjalanan dari CGK sampai UPG dan sebaliknya, sebagai berikut:

Tabel 3.4 Jarak Rute Penerbangan

Lokasi	Rute	Jarak (NM)	Jarak (km)	Selisih (km)
CGK-UPG	Normal	835	1545	80
	PBN	792	1465	
UPG-CGK	Normal	825	1526	135
	PBN	752	1391	

Sumber: (Data OSI Bulan Juni, 2019)

Saat jarak sudah diketahui, kemudian mencari bahan bakar yang digunakan. Bahan bakar didapatkan berdasarkan data dari *Operation Support Information* (OSI) pada bulan Juni 2019. Namun, data bahan bakar yang tersedia hanya pada *normal route* karena rute PBN belum diimplementasikan dalam penerbangan bulan tersebut. Jumlah bahan bakar yang digunakan untuk rute PBN didapatkan dengan pendekatan regresi.

Tabel 3.5 Jarak dan *Fuel Burn*

Keberangkatan	Kedatangan	Juni	
		Jarak (NM)	<i>fuel</i> rata-rata (Kg)
Cengkareng	Samarinda	753.4	5293.33
	Ambon	1344.54	8814.17
	Banjarmasin	530.61	4225.16
	Balikpapan	748	5350.6
	Batam	497.9	4026.11
	Banda Aceh	1033.75	6612.68
	Jambi	361.83	2935.11
	Denpasar	614.73	4279.82
	Tapanuli Utara	750.43	4578.57
	Yogyakarta	278.93	2878.54
	Kendari	1007.9	6966

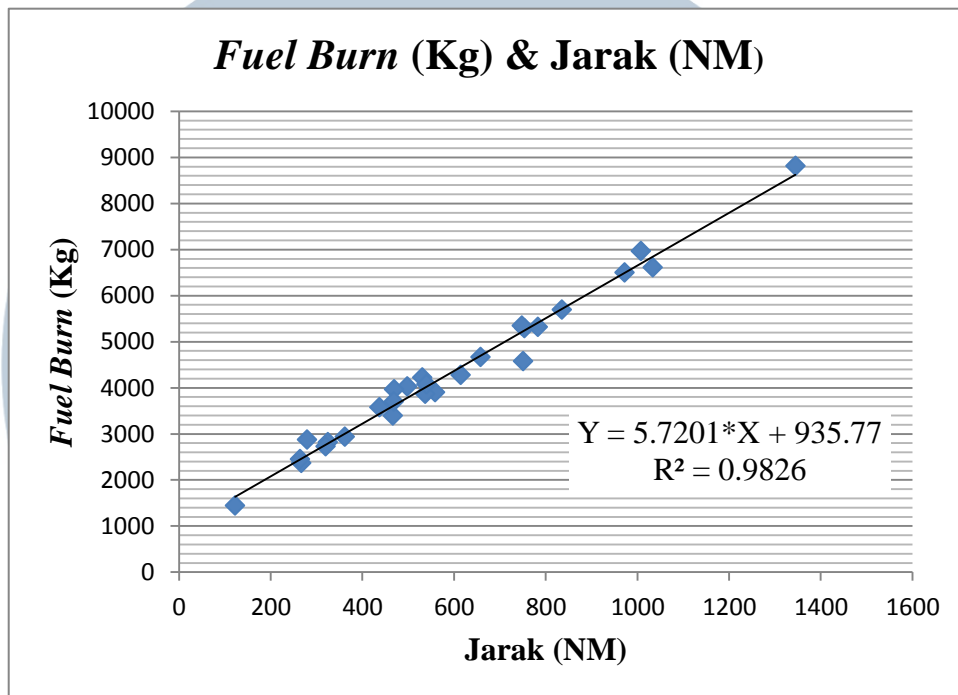
Keberangkatan	Kedatangan	Juni	
		Jarak (NM)	<i>fuel</i> rata-rata (Kg)
	Medan	782.56	5319.64
	Mataram	658	4667.82
	Malang	469	3967.5
	Padang	558.46	3905.14
	Pangkal Pinang	324.51	2818.1
	Pekanbaru	536.6	3871
	Palangka Raya	539.74	4080.37
	Palembang	266.32	2367
	Palu	971.88	6501.2
	Pontianak	437	3574.8
	Solo	319.71	2729.64
	Semarang	263.53	2450
	Surabaya	466.27	3398.85
	Bandar Lampung	122.4	1444.77
	Tanjung Pinang	468.65	3700.7
	Makassar	835	5697.7

Sumber: (Data OSI Bulan Juni, 2019)

Pendekatan regresi adalah suatu metode untuk melihat seberapa kuat pengaruh variabel bebas dengan variabel terikat dan menggunakan persamaan yang dihasilkan untuk memprediksi nilai variabel terikat dari variabel bebas yang telah ditentukan. Berdasarkan tabel 3.5, maka kita dapat membuat grafik regresinya

U N I V E R S I T A S
M U L T I M E D I A
N U S A N T A R A

Grafik 3.1 Pengaruh Jarak dan Fuel



Nilai dari R^2 adalah 0.9826 dengan nilai maksimalnya adalah 1, hal ini berarti jarak sangat berpengaruh terhadap *Fuel Burn* atau bahan bakar yang dibakar selama fase penerbangan (*Parked-Taxiout-Takeoff-Climb-Cruise-Descent-Approach-Landing-Taxiin-Parked*). Persamaan yang dihasilkan dapat digunakan untuk memprediksi bahan bakar yang dibakar pada jarak penerbangan yang dilakukan. Nilai Y (*Fuel Burn*) adalah variabel terikat karena nilainya bergantung pada nilai X (Jarak) sebagai variabel bebas. Dalam persamaan tersebut terdapat konstanta sebesar 935.77 yang artinya adalah ketika pesawat tidak melakukan penerbangan, pesawat tetap menggunakan bahan bakar untuk memanaskan mesin dan gaya awal pergerakan pesawat. Bahan bakar yang dibakar pada penerbangan dengan *normal route* sudah diketahui berdasarkan rata rata bahan bakar yang dibakar selama bulan Juni 2019 yang berdasarkan data OSI.

Perhitungan bahan bakar pada rute PBN menggunakan persamaan regresi pada grafik.

Tabel 3.6 Fuel Burn

Penerbangan	Rute	Jarak (NM)	Fuel Burn	selisih fuel (Kg)	total selisih Y (Kg)
CGK-UPG	Normal	835	5697.7	230.72	328.16
	PBN	792.17	5467		
UPG-CGK	Normal	825	5337	97.44	
	PBN	752.41	5239.55		

Berdasarkan tabel 3.6, total selisih bahan bakar yang dibakar antara rute normal dan rute PBN dengan penerbangan (CGK-UPG-CGK) sebesar 328.16 Kg. Emisi CO₂ yang dihasilkan dari 328.16 Kg Avtur didapatkan dengan menggunakan persamaan dari Intergovernmental Panel Climate Change (IPCC), sebagai berikut:

$$\text{Emisi CO}_2 = \text{Fuel Burn (Kg)} \times \text{Net Calorific Value} \left(\frac{\text{TJ}}{\text{Kg}} \right) \times \text{Faktor Emisi CO}_2$$

$$\left(\frac{\text{Kg}}{\text{TJ}} \right)$$

Fuel Burn = bahan bakar yang dibakar

$$\text{Net Calorific Value} = \text{energi yang dihasilkan dalam 1 Kg} = 44.3 \times 10^{-6} \left(\frac{\text{TJ}}{\text{Kg}} \right)$$

$$\text{Faktor Emisi CO}_2 = \text{emisi CO}_2 \text{ yang dihasilkan dalam 1 TJ} = 72 \times 10^3 \left(\frac{\text{Kg}}{\text{TJ}} \right)$$

Jika selisih total selisih pada tabel 3.6 dikalikan dengan Net Calorific Value dan Faktor Emisi CO₂ maka didapatkan emisi CO₂ dalam 1 kali penerbangan (CGK-UPG-CGK) sebesar 1046.7 Kg. Jika ingin mencari emisi CO₂ setiap kilometernya maka dibagi dengan selisih jarak penerbangannya sehingga

didapatkan 4902 g/Km emisi CO₂ yang dikeluarkan. Berdasarkan jadwal penerbangan Garuda Indonesia bulan Juni 2019 dimana dalam 1 bulan tersebut terdapat 495 penerbangan dan dalam 1 tahun sebanyak 5,148 penerbangan yang melalui rute CGK-UPG-CGK maka jumlah emisi CO₂ tertera pada tabel 3.7

Tabel 3.7 Emisi CO₂

Jumlah penerbangan	Emisi CO ₂	
	Kg	g/Km
1 penerbangan	1046.7068	4901.988
495 penerbangan (1 bulan)	518119.86	2426484
5148 penerbangan (1 tahun)	5388446.6	25235434

Berdasarkan tabel 3.7 dapat dianalogikan jika 1 Toyota Yaris memiliki emisi CO₂ sebesar 114g/Km maka emisi setiap kilometer yang dapat dihemat dalam 1 penerbangan setara dengan emisi yang dikeluarkan 43 mobil Toyota Yaris yang melakukan perjalanan sejauh 1 Km.

Tabel 3.8 Analogi Jumlah Mobil

Jumlah Penerbangan	Emisi CO ₂ Toyota Yaris
	114 g/Km
1 penerbangan	43
495 penerbangan (1 Bulan)	21,285
5148 penerbangan (1 tahun)	221,364

Analogi yang kedua, Penghematan emisi CO₂ (Kg) dalam 1 penerbangan setara dengan menghemat 0.6 Ton Batubara yang dibakar untuk menghidupkan

listrik rumah dengan kapasitas 2200VA dalam 1 jam sebanyak 275 rumah. Hal ini menjadi sangat signifikan ketika dihitung secara perbulan dan pertahun.

Tabel 3.9 Analogi Jumlah Batubara dan Rumah

Jumlah Penerbangan	Batubara (Ton)	Rumah
1 penerbangan	0.58	275
495 penerbangan (1 Bulan)	285	136,490
5148 penerbangan (1 tahun)	2,967	1,419,490

Penghematan juga terjadi dari bahan bakar avtur dalam satuan Liter (L) dan energi yang dihasilkan dalam Giga Joule (GJ). Untuk menghitung penghematan ini, jumlah bahan bakar dalam Kg dikonversi menjadi Liter dan Energi yang dihemat dikonversi menjadi Giga Joule. Massa jenis avtur adalah 0.81 Kg/liter dan Net Calorific Value (NCV) avtur adalah 0.043 GJ/Kg. Dalam satu perjalanan, jumlah bahan bakar dan energi yang dihemat sebanyak 405 L dan 14.5 GJ yang artinya menghemat 5.9% dari jumlah bahan bakar yang digunakan dengan menggunakan rute normal.

Tabel 3.10 Penghematan Bahan Bakar dan Energi

Jumlah Penerbangan	Bahan Bakar (L)	Energi (GJ)	Efisiensi (%)
1 penerbangan	405	14.5	5.9
495 penerbangan (1 Bulan)	200,543	7,196	2,908
5148 penerbangan (1 tahun)	2,085,654	74,839.5	30,245

Berdasarkan tabel 3.10, walaupun rute PBN 0.059 kali lebih efisien dari rute normal, tetapi jika dalam 1 tahun dengan frekuensi 5,148 penerbangan maka rute PBN 302% kali lebih efisien dari rute normal.

Dari segi keuangan terjadi penghematan yang cukup signifikan. Biaya pengisian di CGK adalah Rp 8,052/Liter sedangkan di UPG adalah Rp 9,383/Liter (Garuda Fuel Price List, 2019) . Berdasarkan jumlah bahan bakar dari tabel 3.10 maka didapatkan penghematan biaya dari segi keuangan sebagai berikut.

Tabel 3.11 Total Penghematan Biaya

Jumlah Penerbangan	CGK-UPG (Rp)	UPG-CGK (Rp)	Total (Rp)
1 penerbangan	2,293,503	1,128,795	3,422,299
495 penerbangan	1,135,284,403	558,753,896	1,694,038,300
5148 penerbangan	11,806,957,798	5,811,040,526	17,617,998,325

