

**PENJADWALAN KEDATANGAN DAN KEBERANGKATAN
PESAWAT PADA *AIRCRAFT SEQUENCING PROBLEM*
MENGUNAKAN ALGORITMA *GREEDY***

SKRIPSI

**Ditulis dan diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Komputer**



Disusun oleh :

NILA KUSUMAWATI

M0512044

**JURUSAN INFORMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SEBELAS MARET
SURAKARTA**

2018

SKRIPSI

**PENJADWALAN KEDATANGAN DAN KEBERANGKATAN
PESAWAT PADA *AIRCRAFT SEQUENCING PROBLEM*
MENGUNAKAN ALGORITMA *GREEDY***

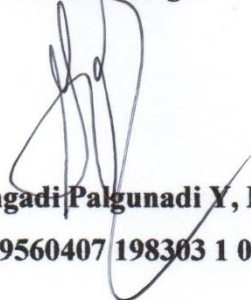
Disusun Oleh :

NILA KUSUMAWATI

M0512044

**Skripsi ini telah disetujui untuk dipertahankan di hadapan dewan penguji
pada tanggal 19 Januari 2018**

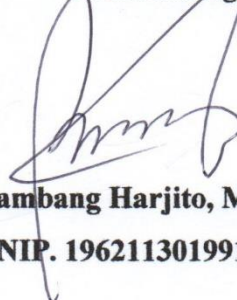
Pembimbing I



Drs. Sarngadi Palgunadi Y, M.Sc.

NIP. 19560407 198303 1 004

Pembimbing II



Drs. Bambang Harjito, M.App.Sc, PhD

NIP. 196211301991031002

SKRIPSI

**PENJADWALAN KEDATANGAN DAN KEBERANGKATAN
PESAWAT PADA *AIRCRAFT SEQUENCING PROBLEM*
MENGUNAKAN ALGORITMA *GREEDY***





disusun oleh :

NILA KUSUMAWATI

M0512044

telah dipertahankan di hadapan Dewan Penguji
pada tanggal 23 Januari 2018

Susunan Dewan Penguji

1. **Drs. Sarngadi Palgunadi Y, M.Sc.** (Ketua) (
NIP. 19560407 198303 1 004
2. **Drs. Bambang Harjito, M.App.Sc, PhD.** (Sekretaris) (
NIP. 19621130 199103 1 002
3. **Abdul Aziz, S.Kom., M.Cs.** (Anggota) (
NIP. 19810413 200501 1 001
4. **Heri Prasetyo, S.Kom., M.Sc.Eng.,Ph.D.** (Anggota) (
NIP. 19830302 201610 01

Disahkan oleh

Kepala Program Studi Informatika

Drs. Bambang Harjito, M.App.Sc, PhD

NIP. 19621130 199103 1 002

MOTO

“Orang tua adalah yang utama, yang terutama Allah SWT.”

PERSEMBAHAN

Karya ini penulis persembahkan untuk:

*Bapak dan Ibu tercinta,
Almarhumah Kakak tercinta,
Keluarga Besar "Kariyo Sumarto",
Keluarga Besar "Reso Ijoyo",
Keluarga Informatika 2012, terutama :
Sekawan "Lubbi, Oim, Iis", Saya,
Teman menikmati perjalanan dari ufuk timur ke ufuk barat "Dhila",
Yaniar, Dania,
Teman seperjuangan sejak SMA "Isni Fatimah",*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT atas segala limpahan nikmat dan karuniaNya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi. Sholawat dan salam senantiasa penulis haturkan kepada Rosulullah SAW sebagai pembimbing seluruh umat manusia.

Skripsi ini tidak akan selesai tanpa adanya bantuan dari banyak pihak, karena itu penulis menyampaikan terima kasih kepada :

1. Kedua orang tua saya, Suwarno dan Giyarti yang dengan sabar menemani dan memberikan semangat dalam menyelesaikan skripsi ini.
2. Bapak Drs. Bambang Harjito, M.App.Sc, PhD, Kepala Prodi Informatika sekaligus Pembimbing II yang senantiasa memberikan dorongan dan bimbingan dalam menyelesaikan skripsi.
3. Drs. Sarngadi Palgunadi Yohanes, M.Sc. , Pembimbing I yang telah dengan sabar membimbing dan mengarahkan dalam menyelesaikan skripsi.
4. Bapak Wisnu Widiarto serta Bapak Ristu Saptono S.Si., M.T, Pembimbing Akademik yang senantiasa memberikan dorongan arahan kepada penulis.
5. Bapak dan Ibu dosen Program Studi Informatika yang telah membimbing dan membagi ilmu kepada penulis sebagai bekal penyusunan skripsi dan bekal untuk ke depannya.
6. Kawan-kawan yang selalu kebersamai saya, Nurrahim Dwi Saputra., Khilliyatul Lubbi, Khoirun Nisa I., Yanuar Hikmah Fadhila, Isnii Fatimah
7. Teman-teman seperjuangan saya, Informatika 2012 yang senantiasa memberikan semangat dan dorongan dalam menyelesaikan skripsi.

Semoga Allah SWT membalas kebaikan kalian semua. Amiin. Penulis berharap semoga karya kecil ini bermanfaat bagi pembaca.

Surakarta, Januari 2018

Penulis

PENJADWALAN KEDATANGAN DAN KEBERANGKATAN PESAWAT PADA *AIRCRAFT SEQUENCING PROBLEM* MENGUNAKAN ALGORITMA *GREEDY*

NILA KUSUMAWATI

Jurusan Informatika. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.

Universitas Sebelas Maret

ABSTRAK

Keterlambatan adalah bagian penting dari *Aircraft Sequencing Problem* yang memiliki pengaruh besar dalam dunia penerbangan. Masalah tersebut dapat dimodelkan sebagai sebuah masalah penjadwalan mesin paralel yang sama, dengan landasan menjadi mesin dan pesawat menjadi pekerjaan. Setiap pesawat memiliki tipe operasi, tipe pesawat, penalty (*fuel burn*), *ready time*, *deadline*, *taxi time*, *runway occupancy time* dan pengurutan yang tergantung *separation time* untuk menghindari tabrakan.

Aircraft Sequencing Problem menugaskan setiap pesawat untuk sebuah landasan, mengurutkan pesawat, serta menentukan waktu kedatangan dan keberangkatan pesawat pada landasan terpilih. Memperkecil *total delay cost* adalah fungsi tujuan dalam menjadwalkan kedatangan dan keberangkatan pesawat sedekat mungkin dengan *target time*-nya. Algoritma *Greedy* dengan *earliest deadline first* dan *fast priority index* diterapkan untuk memperkecil *total delay cost* dari kedatangan dan keberangkatan pesawat secara bersamaan. *Total delay cost* yang dihasilkan dibandingkan untuk menentukan kualitas solusi dan kinerjanya yang dievaluasi berdasarkan waktu eksekusi.

Kata kunci: *Aircraft Sequencing Problem, Air Traffic Controller, fuel burn, Greedy Algorithms, Total Delay Cost*

***AIRCRAFT LANDING AND DEPARTURE SCHEDULING ON
AIRCRAFT SEQUENCING PROBLEM USING GREEDY
ALGORITHM***

NILA KUSUMAWATI

Department of Informatic, Mathematic and Science Faculty.

Sebelas Maret University

ABSTRACT

Delay is an important part of the Aircraft Sequencing Problem that has a big influence in the world of aviation. The problem can be modeled as an identical parallel machine scheduling problem with the runways are being machines and the aircrafts are being jobs. Each aircraft has operation type, weight class type, penaltie (fuel burn), ready time, deadline, taxi time, runway occupancy time and sequence-dependent separation time .

Aircraft Sequencing Problem assignment each aircraft to a runway, sequencing aircraft, and determine start time of landing and departure aircraft on choosen runway. Minimizing Total Delay Cost is objective function to schedule aircraft landing and departure as close as possible to their target times. In this paper the Greedy Algorithm with Earliest Deadline First and Fast Priority Index are applied to minimizing the total delay cost of aircraft landings and departures simultaneously. The resulting total delay cost are compared to determine the quality of solution and their performances are evaluated based on the running time.

Keywords: *Aircraft Sequencing Problem, Air Traffic Contoller, fuel burn, Greedy Algorithms, Total Delay Cost*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN MOTO	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK	vii
<i>ABSTRACT</i>	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Landasan Teori	5
2.1.1 <i>Air Traffic Controller</i>	5
2.1.2 <i>Aircraft Sequencing Problem</i>	5
2.1.3 Model Matematika <i>Aircraft Sequencing Problem</i>	6
2.1.4 Algoritma <i>Greedy</i>	9
2.1.4 <i>Earliest Deadline First (EDF)</i>	11
2.1.5 <i>Fast Priority Index (FPI)</i>	12
2.2 Penelitian Terkait	12
2.3 Rencana Penelitian	19
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....	20

3.1	Pengumpulan Data	20
3.2	Implementasi	22
3.3	Analisis Hasil	25
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....		26
4.1	Hasil Pengumpulan Data	26
4.2	Hasil Implementasi	26
4.2.1	Implementasi <i>Greedy</i> dengan <i>Fast Priority Index</i>	26
4.2.2	Implementasi <i>Greedy</i> dengan <i>Earliest Deadline Fisrt</i>	39
4.3	Hasil Implementasi pada Program.....	43
4.4	Analisis Hasil	50
BAB 5 PENUTUP		55
5.1	Simpulan.....	55
5.2	Saran	55
DAFTAR PUSTAKA		56
LAMPIRAN – LAMPIRAN		58

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Ilustrasi penjadwalan pada mesin paralel.....	5
Gambar 2. 2 Alur Kedatangan dan Keberangkatan Pesawat	6
Gambar 2. 3 Penerapan algoritma <i>greedy</i> pada penukaran uang logam	10
Gambar 3. 1 Metodologi Penelitian	20
Gambar 3. 2 <i>Pseudo-code</i> Algoritma <i>Greedy</i> dengan EDF dan FPI dalam ASP .	24
Gambar 4. 1 Laman Utama Program Asc	43
Gambar 4. 2 Antarmuka <i>Form Upload File</i> (a) dan <i>Random Generated Data</i> (b)	44
Gambar 4. 3 Antarmuka Data Pesawat	45
Gambar 4. 4 Antarmuka Data <i>Minimum Separation Times</i>	46
Gambar 4. 5 Antarmuka Hasil Perhitungan <i>Delay, Total Fuel Burn</i> dan <i>Total Delay Cost</i> menggunakan <i>Greedy</i> dengan EDF.....	47
Gambar 4. 6 Antarmuka Hasil Penjadwalan Menggunakan <i>Greedy</i> dengan EDF	48
Gambar 4. 7 Antarmuka Hasil Perhitungan <i>Delay, Total Fuel Burn</i> dan <i>Total Delay Cost</i> menggunakan <i>Greedy</i> dengan FPI	49
Gambar 4. 8 Tampilan Hasil Penjadwalan Menggunakan <i>Greedy</i> dengan FPI....	49
Gambar 4. 9 Grafik <i>Running Time Greedy</i> dengan EDF dan FPI pada $m = 1$	50
Gambar 4. 10 Grafik <i>Running Time Greedy</i> dengan EDF dan FPI pada $m = 2$.	51
Gambar 4. 11 Grafik <i>Running Time Greedy</i> dengan EDF dan FPI pada $m = 3$..	51

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Penelitian Terkait	15
Tabel 3. 1 <i>Minimum Separation Times</i> dalam detik	21
Tabel 3. 2 <i>Penalty/fuel burn</i> pesawat (<i>fuel_j</i>) dalam liter/detik	21
Tabel 3. 3 <i>Taxi times</i> pesawat (<i>x_j</i>) dalam detik	22
Tabel 3. 4 <i>Runway Occupancy Times</i> dalam detik	22
Tabel 4. 1 Matriks <i>Minimum Separation Times</i> (<i>S_{k,j}</i>).....	27
Tabel 4. 2 Data Penerbangan	28
Tabel 4. 3 Hasil Perhitungan Indeks Prioritas Pesawat.....	33
Tabel 4. 4 Hasil Pengurutan Pesawat <i>j</i> berdasarkan <i>FPI_j(t, k)</i> Tertinggi	34
Tabel 4. 5 (FPI) Hasil Penjadwalan Sementara pada Langkah – 1	35
Tabel 4. 6 (FPI) Hasil Penjadwalan Sementara pada Langkah – 2.....	35
Tabel 4. 7 (FPI) Hasil Penjadwalan Sementara pada Langkah – 3.....	35
Tabel 4. 8 (FPI) Hasil Penjadwalan Sementara pada Langkah – 4.....	35
Tabel 4. 9 (FPI) Hasil Penjadwalan Sementara pada Langkah – 5.....	36
Tabel 4. 10 (FPI) Hasil Penjadwalan Sementara pada Langkah – 6.....	36
Tabel 4. 11 (FPI) Hasil Penjadwalan Sementara pada Langkah – 7.....	37
Tabel 4. 12 (FPI) Hasil Penjadwalan Akhir pada Langkah-N dengan FPI (N=19)	37
Tabel 4. 13 (FPI) Hasil Perhitungan Delay.....	38
Tabel 4. 14 (FPI) Hasil Perhitungan <i>Total Delay Cost</i>	39
Tabel 4. 15 Hasil Pengurutan Pesawat <i>j</i> Berdasarkan <i>Deadline</i> Paling Awal.....	40
Tabel 4. 16 (EDF) Hasil Penjadwalan Akhir pada Langkah-N (N=19).....	40
Tabel 4. 17 (EDF) Hasil Perhitungan <i>Delay</i>	41
Tabel 4. 18 (EDF) Hasil Perhitungan <i>Total Delay Cost</i>	42
Tabel 4. 19 Hasil Penugasan Pesawat <i>j</i> ke Landasan <i>i</i> dengan EDF dan FPI	42
Tabel 4. 20 Hasil <i>Running Time Greedy</i> dengan EDF dan FPI	52
Tabel 4. 21 Hasil Perhitungan <i>Total Delay Cost</i> dari <i>Greedy</i> dengan EDF dan <i>FPI</i>	53

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A 1. Antarmuka <i>Random Generated Data</i> dan <i>Penjadwalan</i> $m = 2$ dan $n = 15$ dengan Fungsi Seleksi EDF	58
Lampiran A 2. Antarmuka <i>Random Generated Data</i> dan <i>Penjadwalan</i> $m = 2$ dan $n = 15$ dengan Fungsi Seleksi FPI	61
Lampiran B 1. Tabel Data Pesawat untuk Pengujian.....	64
Lampiran B 2: Data <i>Minimum Separation Times</i> untuk Pengujian	68