

SKRIPSI

**PENJADWALAN PESAWAT TERBANG
YANG TRANSIT DI BANDARA
INTERNASIONAL SOEKARNO-HATTA JAKARTA
DENGAN MENGGUNAKAN SISTEM LINEAR MAX-PLUS**



Nevan

NPM: 2016710036

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI DAN SAINS
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
2021**

FINAL PROJECT

**TRANSIT FLIGHT SCHEDULING AT
SOEKARNO-HATTA INTERNATIONAL AIRPORT JAKARTA
USING MAX-PLUS LINEAR SYSTEM**



Nevan

NPM: 2016710036

**DEPARTMENT OF MATHEMATICS
FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY AND SCIENCES
PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY
2021**

LEMBAR PENGESAHAN

PENJADWALAN PESAWAT TERBANG YANG TRANSIT DI BANDARA INTERNASIONAL SOEKARNO-HATTA JAKARTA DENGAN MENGGUNAKAN SISTEM LINEAR MAX-PLUS

Nevan

NPM: 2016710036

Bandung, 7 Februari 2021

Menyetujui,

Pembimbing

Iwan Sugiarto, M.Si.

Ketua Tim Penguji

Anggota Tim Penguji

Prof. Dr. Julius Dharma Lesmono

Jonathan Hoseana, Ph.D.

Mengetahui,

Ketua Program Studi

Dr. Erwinna Chendra

PERNYATAAN

Dengan ini saya yang bertandatangan di bawah ini menyatakan bahwa skripsi dengan judul:

**PENJADWALAN PESAWAT TERBANG
YANG TRANSIT DI BANDARA
INTERNASIONAL SOEKARNO-HATTA JAKARTA
DENGAN MENGGUNAKAN SISTEM LINEAR MAX-PLUS**

adalah benar-benar karya saya sendiri, dan saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku dalam masyarakat keilmuan.

Atas pernyataan ini, saya siap menanggung segala risiko dan sanksi yang dijatuhkan kepada saya, apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya saya, atau jika ada tuntutan formal atau non-formal dari pihak lain berkaitan dengan keaslian karya saya ini.

Dinyatakan di Bandung,
Tanggal 7 Februari 2021

Nevan
NPM: 2016710036

ABSTRAK

Suatu kendala utama dalam penjadwalan penerbangan-penerbangan dari dan ke suatu bandara adalah keperluan mengoptimalkan waktu tunggu penumpang-penumpang yang melakukan transit di bandara tersebut. Untuk mengoptimalkan waktu tunggu penumpang yang akan transit di bandara khususnya di Bandara Internasional Soekarno-Hatta Jakarta digunakan metode Sistem Linear Aljabar Max-Plus. Persamaan yang digunakan pada model Aljabar Max-Plus ini adalah $A \otimes x = b$, di mana matriks A berisikan entri-entri yang merupakan penjumlahan antara durasi penerbangan menuju Bandara Internasional Soekarno-Hatta Jakarta dan durasi transfer pesawat dan matriks b merupakan waktu penutupan gerbang (*gate*) di Bandara Internasional Soekarno-Hatta Jakarta. Hasil yang didapat dari persamaan tersebut adalah nilai x yang merupakan jadwal keberangkatan pesawat dari bandara asal menuju Bandara Internasional Soekarno-Hatta Jakarta. Jadwal yang didapatkan pada skripsi ini diharapkan dapat mengoptimalkan waktu tunggu penumpang yang transit di Bandara Internasional Soekarno-Hatta Jakarta.

Kata-kata kunci: Penjadwalan, Penerbangan, Aljabar Max-Plus, Sistem Persamaan Linear

ABSTRACT

A major obstacle in flight schedules from and to an airport is the need to optimize the waiting time for passengers transiting at the airport. To optimize the waiting time for passengers who will transit at the airport, especially at Soekarno-Hatta International Airport Jakarta, the Max-Plus Linear Algebra System method has been used. The equation used in this Max-Plus Algebra model is $A \otimes x = b$, where the A matrix contains entries that are summing up between the duration of the flight to Soekarno-Hatta International Airport Jakarta and the flight transfer duration and the b matrix is the closing time of gate at Soekarno-Hatta International Airport Jakarta. The result of the equation is the value of x which is the schedule of flight departure from the original airport to Soekarno-Hatta International Airport Jakarta. The schedule obtained in this thesis is expected to shorten passenger waiting times and minimize delays for transiting passengers at Soekarno-Hatta International Airport Jakarta.

Keywords: Scheduling, Flight, Max-Plus Algebra, Linear Equation System

Untuk kalian yang telah ikut berjuang

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan, karena atas berkat dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul "Penjadwalan Pesawat Terbang yang Transit di Bandara Internasional Soekarno-Hatta Jakarta dengan Menggunakan Sistem Linear Aljabar Max-Plus" tepat waktu.

Skripsi ini penulis persembahkan untuk keluarga yang turut memberikan semangat, doa, perhatian dan dukungan moral maupun materil. Selain keluarga, tentunya penulisan skripsi ini juga dibantu oleh berbagai pihak. Untuk itu penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Iwan Sugiarto, M.Si. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan waktu, tenaga, perhatian, arahan, saran, kritik, dan masukan bagi penulis sehingga skripsi ini dapat selesai tepat pada waktunya.
2. Bapak Prof. Dr. Dharma Lesmono dan Bapak Jonathan Hoseana, Ph.D. selaku dosen penguji, yang telah memberikan kritik, arahan, dan saran agar penyusunan skripsi ini menjadi lebih baik.
3. Bapak Liem Chin, M.Si. selaku koordinator skripsi yang selalu memberikan arahan dan saran selama penyusunan skripsi ini.
4. Bapak Taufik Limansyah, M.T. selaku dosen wali penulis yang telah memberikan ilmu, saran dan juga nasihat selama masa perkuliahan.
5. Seluruh pimpinan, staf pengajar, dan staf TU FTIS Universitas Katolik Parahyangan atas segala waktu dan bantuan yang diberikan penulis dalam melengkapi kebutuhan perkuliahan.
6. Asen Dharma dan Ipot yang selalu memberikan hiburan dan telah menjadi partner skripsi, makan, berkeluh kesah, dan berkeliling Bandung terbaik selama perkuliahan.
7. Kimiko Paxia Harsono atas obat-obat yang diberikan melalui abang ojek online dikala penulis sakit, telah mendengarkan keluh kesah penulis, selalu menjadi tempat pelampiasan penulis dikala penulis sedang emosi, selalu sabar menghadapi penulis dan selalu memberikan saran-saran yang terkadang tidak masuk akal.
8. Diana Augustin yang selalu mendengarkan curhat sedih maupun bahagia penulis, dan selalu memberikan saran masukan atas curhat-curhat penulis.
9. Melia Gunawan yang selalu menjadi tutor dadakan H-1 ujian, mendengarkan curhat dan keluh kesah, memberikan semangat, dan yang selalu mengalah dan sabar kepada penulis.
10. Vanessa Tamara yang telah membuat penulis masuk ke Matematika Unpar.
11. Teman-teman "Fire" (Enti, Stella, Gresel, Tata, dan Khema) yang telah menjadi teman makan, belajar, nugas, gibah, liburan terbaik sejak hari pertama menginjak Unpar, dan selalu memberikan semangat terutama ketika ujian.
12. Teman-teman "Ashiyap" (Enti, Stella, Gresel, Tata, Khema, Asen, Avel, Felix, Wilbert, Edsel, dan Farand) untuk segala kenangan baik maupun buruk selama masa perkuliahan.
13. Teman-teman "Kuy Kan!" (Enti, Avel, dan Felix) karena telah merencanakan liburan namun dibatalkan oleh pandemi, dan semoga suatu saat dapat terealisasikan.
14. Raisa Esther, Satrio Wenas, dan Tiffany Yohana sebagai partner gibah dan penyumbang tugas terbaik.
15. Alvinda, Alma dan Mutiara sebagai teman seperjuangan skripsi dan bimbingan.
16. Kevin Junod, Clea Odelia, Ravelin Agstefina, Natasya Amelia, dan Alexander Ryan sebagai tempat pelarian dikala lelah belajar, partner makan dan *badminton* selama perkuliahan.

17. Teman-teman "Kos Tutti Frutti" (Stella, Audrey, Fanny, Maria, dan Ica) sebagai teman begadang mengerjakan tugas-tugas selama masa perkuliahan dan selalu menjadi pertolongan pertama dikala penulis membutuhkan bantuan.
18. Teman-teman "Barkos Chang" (Alvinda, Davyndra, Deva, Evelyne, Faza, Fransiskus, Isa, Janaka, Leo, Mutiara, Melia, Niko, Raisa, dan Salomo) yang telah memberi hiburan penulis selama masa perkuliahan.
19. Teman-teman Matematika Universitas Katolik Parahyangan angkatan 2016 (Enti, Melia, Leo, Lauren, Jessica C., Ivan, Rudi, Fenny, Davyn, Claresta, Aretha, Jessica T., Gege, Avel, Isa, Faza, Muti, Vheren, Vivian, Niko, Julius, Stella, Bang Jo, Alma, Alvinda, Azka, Aldo, Felix, Salman, Asen, Widhiya, Evelyne, Edsel, Salomo, Triny, Irsyad, Farand, Lucas, Febrizio, Deva, Adin, Khema, Bahri, Yohanes, Raisa, Wilbert, Daniel, Fransiskus, Janaka, Agnes, Suryani, Fanny, Nitya, Nur, dan Gresel) yang telah berbagi ilmu dan pengalaman selama masa perkuliahan.
20. Teman-teman Matematika Universitas Katolik Parahyangan angkatan 2014, 2015, 2017, dan 2018 yang turut membantu memberikan ilmu perkuliahan yang tidak dapat disebutkan satu persatu.
21. Ring I *Unpar Badminton Club* 2017/2018 yang telah memberikan pengalaman berorganisasi dan hiburan.

Akhir kata penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan masa perkuliahannya. Kiranya skripsi ini dapat memberikan manfaat dan masukan bagi pembaca. Terima Kasih.

Bandung, Februari 2021

Penulis

DAFTAR ISI

| | |
|---|-------------|
| KATA PENGANTAR | xv |
| DAFTAR ISI | xvii |
| DAFTAR TABEL | xix |
| 1 PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 2 |
| 1.3 Tujuan | 2 |
| 1.4 Batasan Masalah | 2 |
| 1.5 Sistematika Pembahasan | 2 |
| 2 LANDASAN TEORI | 3 |
| 2.1 Semiring | 3 |
| 2.2 Aljabar Max-Plus | 3 |
| 2.2.1 Definisi | 3 |
| 2.2.2 Sifat Aljabar Max-Plus | 4 |
| 2.2.3 Bukti Aljabar Max-Plus Merupakan Semiring | 4 |
| 2.2.4 Matriks Aljabar Max-Plus | 5 |
| 3 SISTEM LINEAR ALJABAR MAX-PLUS | 7 |
| 3.1 Sistem Persamaan Linear Aljabar Max-Plus | 7 |
| 3.2 Solusi Sistem Linear Aljabar Max-Plus | 9 |
| 4 KEBERANGKATAN PESAWAT TERBANG | 11 |
| 4.1 Data | 11 |
| 4.2 Aturan Sinkronisasi | 12 |
| 4.3 Model Penjadwalan | 12 |
| 4.4 Desain Penjadwalan | 14 |
| 5 PENUTUP | 15 |
| 5.1 Kesimpulan | 15 |
| 5.2 Saran | 15 |
| DAFTAR REFERENSI | 17 |

DAFTAR TABEL

| | | |
|-----|--|----|
| 4.1 | Jadwal Penerbangan Menuju Bandara Internasional Soekarno-Hatta Jakarta. . . . | 11 |
| 4.2 | Durasi Penerbangan Menuju Bandara Internasional Soekarno-Hatta Jakarta. . . . | 11 |
| 4.3 | Waktu Penutupan Gerbang di Bandara Internasional Soekarno-Hatta Jakarta. . . | 12 |
| 4.4 | Jadwal Keberangkatan dari Kota Asal Menuju Bandara Internasional Soekarno-Hatta Jakarta. | 14 |

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada umumnya seseorang ingin melakukan perjalanan ke banyak tempat dalam waktu yang singkat. Untuk mempermudah dan mempercepat waktu perjalanan tersebut diciptakan berbagai macam jenis alat transportasi seperti mobil, kereta api, bus, pesawat terbang, dan lain-lain. Pada saat ini pesawat terbang merupakan salah satu alat transportasi yang penting karena dapat membantu seseorang yang ingin melakukan perjalanan jauh yang susah atau tidak memungkinkan dijangkau jika menggunakan transportasi darat seperti mobil atau bus. Banyak masyarakat Indonesia yang menggunakan pesawat terbang untuk melakukan perjalanannya, terutama perjalanan ke luar negeri atau luar pulau. Hal ini terlihat jumlah penumpang pesawat terbang yang meningkat disetiap harinya. Namun untuk penerbangan jarak jauh, biasanya maskapai melakukan transit di Bandara Internasional Soekarno-Hatta Jakarta sebelum melakukan penerbangan menuju tempat tujuan. Adanya transit kerap kali menjadi masalah bagi penumpang. Dalam penjadwalan penerbangan pesawat, tidak sedikit maskapai yang melakukan pembatalan atau penundaan pada penerbangan pertama.

Beberapa faktor yang dapat menyebabkan penerbangan menjadi ditunda, atau dibatalkan antara lain karena adanya penundaan pada penerbangan sebelumnya, lalu lintas yang padat, cuaca yang buruk, dan terjadi masalah dari pihak maskapai/kru itu sendiri. Penundaan pada penerbangan sebelumnya dapat membuat lalu lintas padat karena membuat antrian *take off* dan *landing* yang sudah dijadwalkan menjadi berantakan, terlebih untuk bandara yang memiliki kapasitas pemberhentian pesawat terbatas. Lalu, adanya cuaca buruk yang kadang sulit untuk diperkirakan seperti hujan lebat, badai, angin kencang dan kabut juga dapat menjadi faktor utama penundaan penerbangan. Selanjutnya, ada juga beberapa masalah yang memungkinkan terjadi dalam maskapai/kru biasanya seperti adanya keterlambatan pengisian bahan bakar, kerusakan mesin pesawat, pergantian jadwal kru, pembersihan pesawat, dan pengangkutan bagasi. Hal tersebut menjadi salah satu faktor seringnya terjadi keterlambatan pada penerbangan pertama, sehingga menyebabkan penumpang ketinggalan jadwal penerbangan pesawat untuk penerbangan selanjutnya. Masalah ini tentu akan merugikan kedua belah pihak, baik penumpang maupun maskapai yang harus memberikan kompensasi kepada penumpang dan penumpang yang kerap harus menunggu untuk jadwal penerbangan.

Pada skripsi ini akan dilakukan penjadwalan pesawat terbang dari kota asal untuk meminimalisir lamanya penumpang menunggu di Bandara Internasional Soekarno-Hatta Jakarta dan ketertinggalan penumpang untuk penerbangan selanjutnya. Untuk menganalisisnya akan digunakan sistem linear pada Aljabar Max-Plus. Dengan digunakannya Aljabar Max-Plus ini dapat dibentuk penjadwalan pesawat terbang yang datang dari berbagai kota dan hendak melakukan penerbangan selanjutnya. Sebelumnya, akan dilakukan sinkronisasi terlebih dahulu agar mempermudah pembentukan model penjadwalan. Pada simulasi perhitungan model, akan digunakan aplikasi *Scilab* untuk menentukan jadwal keberangkatan pesawat terbang dari kota asal menuju Bandara Internasional Soekarno-Hatta Jakarta.

1.2 Rumusan Masalah

Masalah yang akan dibahas pada skripsi ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana menentukan solusi sistem linear Aljabar Max-Plus?
2. Bagaimana memodelkan penjadwalan pesawat terbang di Bandara Internasional Soekarno-Hatta Jakarta dengan Sistem Linear Aljabar Max-Plus?
3. Bagaimana desain penjadwalan dari model yang digunakan?

1.3 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah diatas, maka tujuan penulisan dari skripsi ini adalah sebagai berikut:

1. Menentukan solusi sistem linear Aljabar Max-Plus.
2. Memodelkan penjadwalan pesawat terbang di Bandara Internasional Soekarno-Hatta Jakarta dengan Sistem Linear Aljabar Max-Plus.
3. Menentukan desain penjadwalan dari model yang digunakan.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah yang terdapat dalam skripsi ini adalah:

1. Menggunakan maskapai Garuda Indonesia.
2. Transit dilakukan di terminal yang sama.
3. Penerbangan yang akan transit di Bandara Internasional Soekarno-Hatta Jakarta merupakan penerbangan dari dan menuju Kota Surabaya, Medan, Denpasar, Makassar, Manado, Balikpapan, Mataram, Palembang, Semarang, Pontianak, Singapura, Hongkong, Bangkok, Tokyo, dan Seoul.
4. Tidak ada *delay* untuk penerbangan dari Bandara Internasional Soekarno-Hatta Jakarta menuju kota tujuan.

1.5 Sistematika Pembahasan

Untuk mempermudah pemahaman materi, maka dalam skripsi ini akan dibagi menjadi beberapa bab dengan sistematika penulisan sebagai berikut:

Bab 1: Pendahuluan

Bab ini berisi latar belakang, rumusan masalah, tujuan penulisan, batasan masalah dan sistematika penulisan.

Bab 2: Landasan Teori

Bab ini membahas teori pendukung yang dipakai, yaitu definisi semiring, dan penjelasan mengenai Aljabar Max-Plus.

Bab 3: Sistem Linear Aljabar Max-Plus

Bab ini membahas sistem persamaan linear Aljabar Max-Plus, dan solusi sistem linear Aljabar Max-Plus.

Bab 4: Data dan Analisis

Bab ini membahas model penjadwalan pesawat terbang di Bandara Internasional Soekarno-Hatta Jakarta dengan menentukan nilai dari matriks x menggunakan sistem linear Aljabar Max-Plus.

Bab 5: Kesimpulan dan Saran

Bab ini berisi simpulan dari bab-bab sebelumnya dan juga berisi saran untuk pembaca jika ingin mengembangkan skripsi ini.