

Aplikasi Pohon Keputusan dalam Pendaratan Pesawat Terbang

Putu Arya Pradipta - 13515017
Program Studi Teknik Informatika
Sekolah Teknik Elektro dan Informatika
Institut Teknologi Bandung, Jl. Ganesha 10 Bandung 40132, Indonesia
13515017@std.stei.itb.ac.id

Abstract—Dalam dunia penerbangan, pohon keputusan adalah hal yang cukup lazim dalam membantu seorang pilot memutuskan sesuatu. Biasanya pohon keputusan ini terdapat dalam pegangan yang dibawa pilot. Pilot pun haruslah mengambil keputusan yang cepat dan tepat. Saat ini, beberapa keputusan mengenai rute pendaratan dan rute pesawat di darat biasanya dipegang oleh sistem yang otomatis, namun pilot juga biasanya perlu paham akan hal tersebut.

Keywords—pohon keputusan, pesawat, pendaratan.

I. PENDAHULUAN

Saat ini perjalanan udara sudah menjadi hal lumrah. Padahal, baru 112 tahun lalu Wright Bersaudara menciptakan pesawat terbang pertama di dunia. Sejak saat itu, telah banyak perkembangan yang terjadi dalam dunia penerbangan, baik dalam hal teknik dan dalam hal regulasi.

Regulasi merupakan hal yang paling penting dalam industri penerbangan saat ini. Jika berkaca pada kecelakaan pesawat pada akhir akhir ini, kecelakaan pesawat lebih banyak diakibatkan oleh kelalaian pilot, pengawas lalu lintas udara, ataupun mekanik. Oleh karenanya, setiap orang yang berhubungan dengan industri penerbangan ini perlu memahami betul regulasi yang berlaku sehingga tidak terdapat gangguan dalam perjalanan udara.

Dewasa ini, banyak sekali bermunculan maskapai berbiaya rendah (Low Cost Carrier Airline) yang memudahkan orang untuk bepergian. Menurut data statistik, jumlah penumpang yang diberangkatkan pada tahun 2014 dari seluruh bandara di Indonesia meningkat hampir 4 kali lipat dibandingkan tahun 2003. Hal ini membuat frekuensi penerbangan pun bertambah pesat, serta jumlah pesawat mengalami kenaikan 2 kali lipat.

Perlu diketahui juga, bahwa penerbangan di udara pun harus melewati suatu jalan yang disebut airway. Sebelum keberangkatan, semua pesawat harus melaporkan rute penerbangan dan estimasi waktu kedatangan di bandara tujuan. Untuk bergeser beberapa nautical miles dari rute asli, person in command harus meminta izin terlebih

dahulu kepada pengawas lalu lintas udara. Di Indonesia sendiri, jalur – jalur udara seperti jalur utara Jawa sudah sangat padat oleh pesawat, baik itu penerbangan dalam negeri maupun penerbangan luar negeri. Belum lagi kapasitas bandara kita yang pertambahan kapasitasnya tidak sebanding dengan pertumbuhan perjalanan udara sehingga menimbulkan keterlambatan penerbangan.

Melalui makalah ini, penulis berharap agar makalah ini dapat menambah wawasan pembaca tentang pendaratan pesawat, dan juga dapat melihat aplikasi pohon keputusan dalam pendarat pesawat.

II. DASAR TEORI

2.1 Pohon

Pohon yang akan dibahas kali ini bukanlah pohon seperti di alam, namun pohon yang dimaksud adalah pohon sebagai sebuah konsep dalam ilmu informatika. Dalam dunia informatika, pohon didefinisikan sebagai graf tak berarah terhubung yang tidak mengandung sirkuit. Definisi ini juga sering disebut sebagai pohon bebas. Sedangkan kumpulan pohon yang saling lepas didefinisikan sebagai hutan.

Pohon memiliki beberapa sifat, antara lain

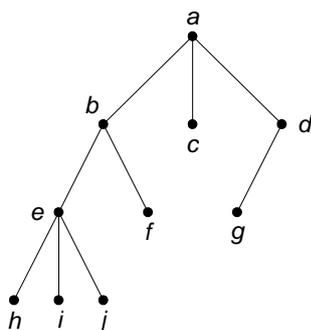
- Setiap pasang simpul dalam pohon terhubung dalam lintasan tunggal.
- Pohon tidak mengandung sirkuit
- Semua pohon terhubung dan semua sisinya adalah jembatan
- Jika pohon memiliki n simpul maka pohon tersebut akan memiliki $n-1$ buah sisi.

Selain itu, terdapat pula sebuah pohon yang memiliki arah. Pohon ini disebut sebagai pohon berarah. Pohon berarah didefinisikan sebagai pohon yang sebuah simpulnya diperlakukan sebagai akar dan sisi – sisinya diberi arah sehingga menjadi graf berarah. Beberapa terminology dalam pohon berarah ini adalah sebagai berikut,

- Akar

Akar merupakan simpul yang memiliki derajat-masuk sama dengan nol.

- Daun
Daun merupakan simpul yang memiliki derajat keluar sama dengan nol
- Cabang / Simpul dalam
Cabang merupakan simpul yang mempunyai derajat keluar tidak sama dengan 0 dan bukan merupakan akar.
- Anak
Simpul x dikatakan sebagai anak dari simpul y jika terdapat sisi dari y ke x .
- Orangtua
Simpul y dikatakan sebagai orangtua dari simpul x jika terdapat sisi dari y ke x .
- Lintasan
Lintasan dari simpul v_1 ke simpul v_k adalah runtunan simpul – simpul v_1, v_2, \dots, v_k sedemikian sehingga v_i adalah orangtua dari v_{i+1} untuk $1 \leq i < k$. Panjang lintasan adalah jumlah sisi yang dilalui dalam suatu lintasan, yaitu $k-1$.
- Keturunan dan Leluhur
Jika terdapat lintasan dari simpul x ke simpul y di dalam pohon, maka x adalah leluhur dari simpul y , dan y adalah keturunan dari simpul x .
- Saudara kandung
Simpul yang berorangtua sama adalah saudara kandung satu sama lain.
- Upapohon
Upapohon adalah sub bagian dari sebuah pohon.
- Derajat
Derajat pada pohon berakar adalah jumlah anak dalam simpul tersebut.
- Aras
Aras dari akar didefinisikan sebesar 0, sedangkan aras simpul lainnya didefinisikan sebesar 1 ditambah panjang lintasan dari akar ke simpul tersebut.
- Tinggi atau kedalaman
Tinggi didefinisikan sebagai aras maksimum dari sebuah pohon berarah.



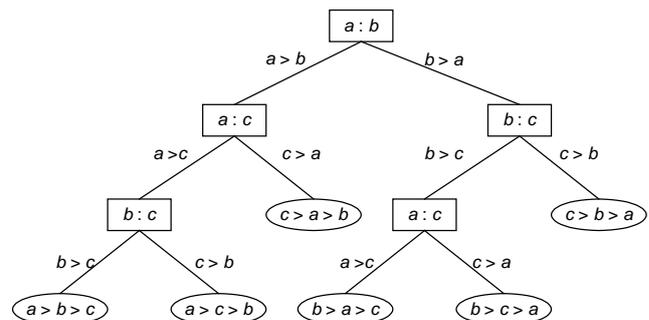
Gambar 2.1 Pohon Berakar

sumber :

informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2016-

2.2 Pohon Keputusan

Salah satu terapan dari pohon ini adalah pohon keputusan. Pohon keputusan digunakan untuk memodelkan persoalan yang terdiri dari serangkaian keputusan yang mengarah ke solusi. Tiap simpul dalam menyatakan keputusan, sedangkan daun menyatakan solusi. Untuk menggunakan sebuah pohon keputusan, pertama – tama kita harus mengumpulkan semua syarat, lalu mengikuti seluruh alur yang ditunjukkan oleh sisi – sisi dalam pohon.



Gambar 2.2 Pohon Keputusan

sumber :

informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2016-2017/Pohon.ppt.

Diakses tanggal 7 Desember 2016

2.3 Istilah dalam dunia penerbangan

Dalam karya tulis ini, akan digunakan beberapa istilah dalam dunia penerbangan. Beberapa istilah akan dibahas pada bab ini.

Runway (landas pacu) merupakan suatu daerah persegi panjang yang ditentukan pada bandar udara di daratan atau perairan yang dipergunakan untuk pendaratan dan lepas landas pesawat udara[2]. Setiap runway memiliki namanya masing masing, yang mengacu pada arah runway tersebut dalam deka-derajat. Untuk bandara yang mempunyai 2 runway atau lebih yang sejajar, maka akan diberikan prefix L dan R di akhir namanya. Misalnya runway 07L berarti runway tersebut berarah relative ke 70 derajat dan berada di sisi kiri.

Taxiway (landas ancang) adalah jalan penghubung antara landas pacu dan pelataran pesawat (apron), kandang pesawat (hangar), maupun fasilitas lainnya dalam suatu Bandar udara. Setiap bagian dari taxiway dinamai sesuai nama yang unik, dan biasanya nama tersebut juga menandakan arah taxiway tersebut relative terhadap bandara.

Waypoint adalah titik acuan / kumpulan koordinat yang digunakan untuk keperluan navigasi untuk

mengidentifikasi sebuah titik di peta. Waypoint bersifat imajiner, tidak terdapat pada lokasi asli. Koordinat waypoint disimpan dan diakui secara internasional. Waypoint biasanya terdiri dari 5 karakter A-Z yang tidak case sensitive.

III. APLIKASI POHON KEPUTUSAN DALAM Pendaratan Pesawat

Seiring berkembangnya industri penerbangan, regulasi yang mengatur teknis penerbangan pun menjadi semakin kompleks. Contohnya saja pada masa – masa awal penerbangan, pilot hanya perlu melaporkan koordinat tujuan dan titik persinggahan yang akan dilewati. Di udara pada masa itu pilot bebas melakukan perjalanan dan dengan ketinggian berapapun. Namun, saat ini hal ini diatur dengan ketat. Sebelum pesawat mulai keluar dari gerbang bandara, pilot harus secara spesifik menyebutkan koordinat penerbangan, ketinggian yang diinginkan, dan jalur penerbangannya.

Setiap pilot yang akan terbang dalam suatu daerah harus mengenal jalur penerbangan yang terdapat dalam daerah tersebut, dan juga titik singgah yang tersedia. Biasanya pilot membawa sebuah diagram yang menggambarkan seluruh jalur udara yang tersedia.

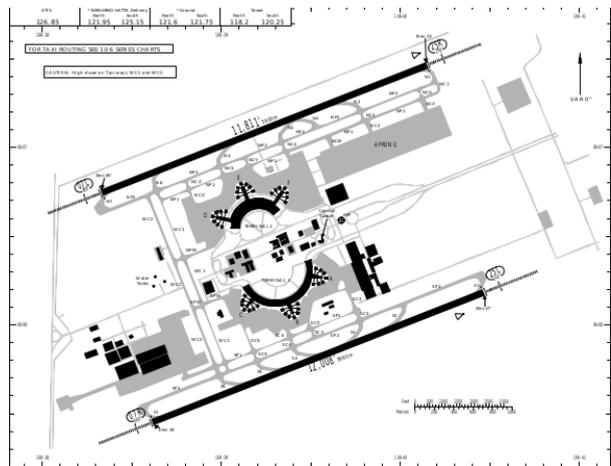


Gambar 3.1 Jalur Penerbangan di Jakarta dan Sekitarnya
Sumber :

<https://media.licdn.com/mp/AAEAAQAAAAAAAK6AAAjGI0NTJhYjJiLWZjMDEtNDIzMC1iZGM5LTU2NDNjZjBjOTcyOQ.jpg>

Diakses tanggal 4 Desember 2016 pukul 20:31 WIB

Selain itu, pilot juga harus memiliki peta tentang bandara keberangkatan dan bandara kedatangan, karena dalam peta tersebut memiliki banyak informasi, diantaranya jalur keberangkatan dan jalur kedatangan pesawat.



Gambar 3.2 Peta Bandara Soekarno Hatta

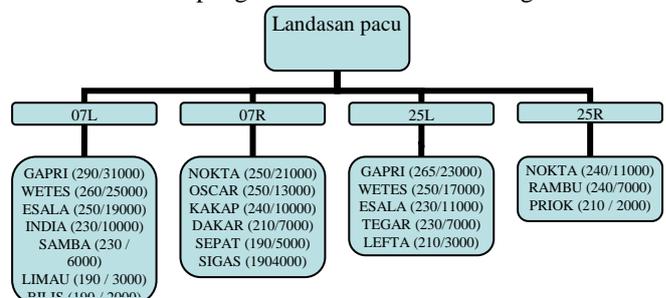
Sumber :
JeppView Chart for WIII

Untuk pilot yang sudah terbiasa dengan bandara yang akan dikunjungi pastilah sudah paham dengan pengaturan daerah di bandara tersebut. Namun, untuk pilot yang pertama kali akan mendarat pada bandara tersebut pastilah akan mengalami kesulitan dalam hal menentukan arah pendaratan dan jalur menuju gate yang diinginkan. Oleh karenanya, diperlukan sebuah pohon keputusan yang mudah dibaca agar keputusan yang diambil tepat dan dalam waktu yang singkat.

IV. STUDI KASUS

Dalam karya tulis ini, penulis akan mencoba memberi contoh tentang aplikasi pohon keputusan dalam pendaratan pesawat. Bandara yang akan dijadikan sampel dalam karya tulis ini adalah Bandara Internasional Soekarno Hatta (ICAO : WIII, IATA : CGK), karena merupakan bandara tersibuk di Indonesia dan juga memiliki banyak jalur penerbangan yang dapat dianalisis. Peta bandara Soekarno Hatta dapat dilihat di subbab sebelumnya.

Sesaat setelah pengatur lalu lintas udara mengumumkan



runway mana yang dapat dipakai untuk mendarat, maka pilot akan mencari cara untuk menuju runway tersebut.

Gambar 4.1 Pohon Keputusan 1

Untuk membaca pohon keputusan di atas, maka pilot perlu pertama – tama memilih landasan sesuai yang

dipilihkan oleh pengawas lalu lintas udara. Lalu, pilot mencocokkan lokasi mereka saat ini dengan salah satu waypoint dibawah ini. Setelah menemukan waypoint terdekat, maka pilot harus menyesuaikan tinggi dan kecepatan sesuai yang ditentukan. Misalnya jika pilot akan mendarat di Runway 07L dan waypoint selanjutnya adalah GAPRI, maka pilot harus menurunkan kecepatan pesawatnya menjadi 290 knots dan juga menurunkan ketinggian jelajah pesawatnya menjadi 31000 feet.

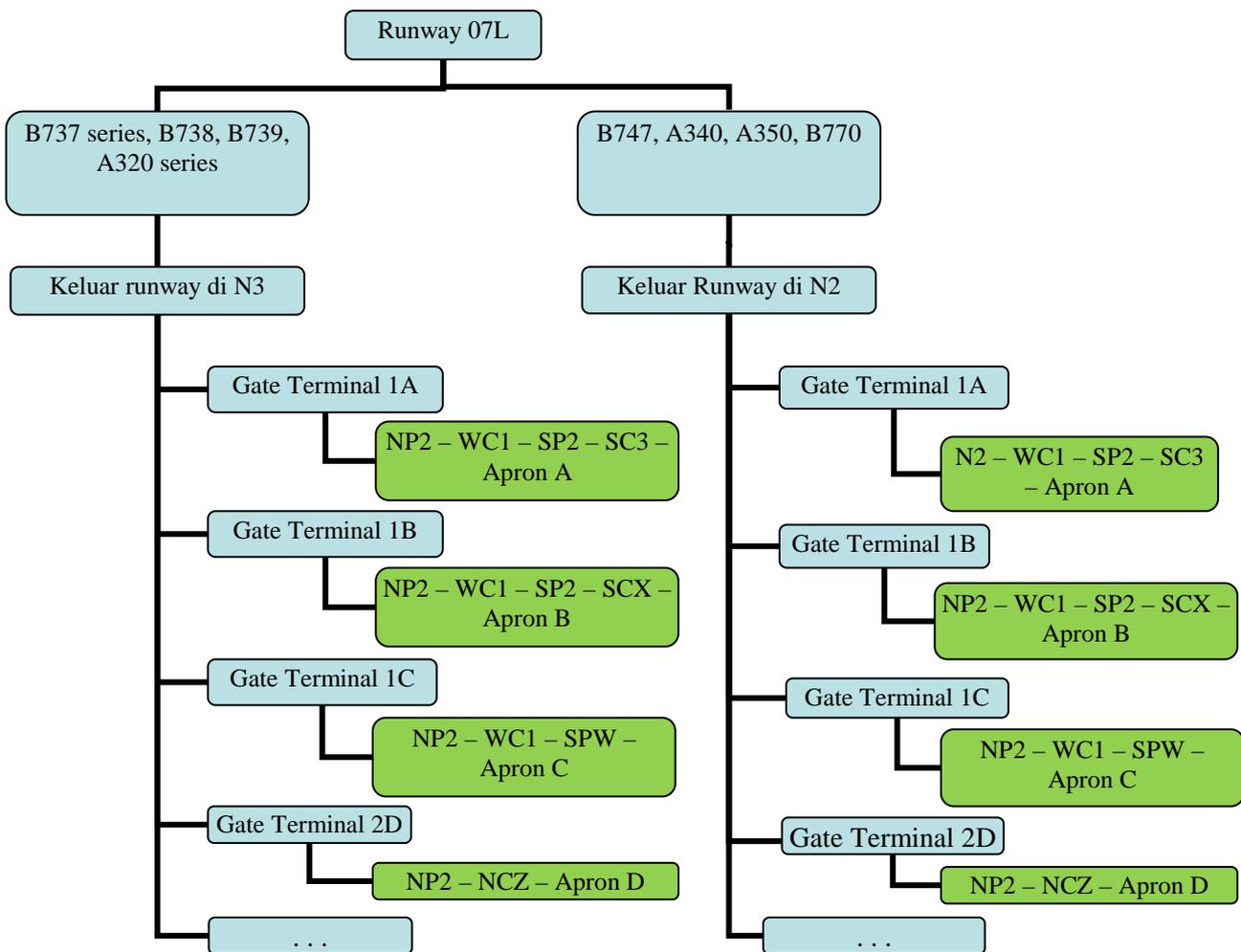
Ada beberapa hal yang harus diperhatikan dalam penggunaan pohon keputusan ini. Pertama, pilot harus tetap sadar akan kondisi sekitar, meskipun ia telah berada di jalan yang benar. Kedua, pilot harus terlebih dahulu mendapatkan clearance dari pengawas lalulintas udara bahwa ia telah diizinkan untuk mendarat di runway yang telah disebutkan. Jika pesawat belum diizinkan atau masih dalam proses mengantri, maka pilot dapat melakukan maneuver go around di atas lokasi yang telah diizinkan sambil menunggu antrian. Setelah mendarat, pilot pun harus langsung keluar dari runway untuk mempersilahkan pesawat lain untuk mendarat / lepas landas.

ingin mendarat di bandara Soekarno Hatta. Ia pun mengontak pengawas lalu lintas udara. Pengawas lalu lintas udara memberi tahu bahwa ia dapat mendarat di runway 07L. Berdasarkan pohon keputusan pertama, maka ia dapat memilih rute yang diinginkan dan mendarat di runway yang telah ditentukan.

Setelah mendarat, pilot akan berusaha keluar dari runway untuk masuk ke dalam taxiway bandara. Ia ingin menuju ke gate 2D. Pertama tama ia mengecek terlebih dahulu dimana ia harus keluar. Menurut pohon keputusan pertama, ia harus keluar dari runway 07L melalui taxiway N3. Untuk menuju gate Terminal 2D, maka menurut pohon keputusan pula ia harus menuju gate tersebut melalui jalan NP2 – NCZ – Apron D. Setelah sampai di gate yang diinginkan, ia pun melapor dan penumpang dapat keluar dari pesawat.

V. SIMPULAN

Pohon keputusan adalah salah satu cara yang dapat digunakan seorang pilot untuk mendaratkan pesawat. Pohon keputusan sangat efektif untuk membuat alur



Gambar 4.2 Pohon Keputusan 2

Misalkan seorang pilot yang membawa pesawat A320

pikiran menjadi jelas, dan juga lebih cepat untuk mengambil keputusan. Namun, mungkin saja ada informasi yang tidak terdapat dalam pohon keputusan ini,

misalnya saja info tentang taxiway selanjutnya berada di kiri atau kanan taxiway selanjutnya. Oleh karenanya, pohon keputusan ini dapat menjadi rujukan sementara, dan jika sudah menemukan rute yang akan dilalui, pilot dapat melihat buku panduannya dan mengikutinya.

VI. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis berterima kasih kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat dan karunia-Nya, karya tulis ini dapat penulis selesaikan tanpa rintangan yang berarti. Penulis juga ingin berterima kasih kepada Bapak Dr. Ir. Rinaldi Munir, M.T. selaku dosen IF2120 Matematika Diskrit yang telah memberikan ilmu tentang pohon ini yang menjadi dasar dari penulisan makalah ini.

REFERENSI

- [1] Munir, Rinaldi, Matematika Diskrit. Bandung: Percetakan ITB, 2006, bab 9
- [2] "Pemberlakuan Standar Nasional Indonesia (SNI) 03-7112-2005 Mengenai Kawasan Keselamatan Operasi Penerbangan Sebagai Standar Wajib". Dephub. Diakses tanggal 7 Desember 2016 pukul 21.49 WIB
- [3] JeppView For VIII. Diakses tanggal 4 Desember 2016 pukul 18.27
- [4] Data Badan Pusat Statistik Indonesia (<https://www.bps.go.id/linkTableDinamis/view/id/812>) Diakses tanggal 4 Desember 2016 pukul 18.39 WIB

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa makalah yang saya tulis ini adalah tulisan saya sendiri, bukan saduran, atau terjemahan dari makalah orang lain, dan bukan plagiasi.

Bandung, 8 Desember 2016



Putu Arya Pradipta
13515017