



TESIS - TI142307

**MODEL KEBIJAKAN PENGELOLAAN PERSEDIAAN
KURSI PENUMPANG KERETA API SECARA DINAMIS
UNTUK MEMAKSIMALKAN PENDAPATAN**

RAHMA REI SAKURA

2513203010

DOSEN PEMBIMBING

Dr. Eng. Ir. Ahmad Rusdiansyah, M.Eng., CSCP.

Nurhadi Siswanto, ST., M.Sc., Ph.D

PROGRAM MAGISTER

BIDANG KEAHLIAN MANAJEMEN LOGISTIK DAN RANTAI PASOK

JURUSAN TEKNIK INDUSTRI

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

SURABAYA

2015



THESIS - TI142307

DYNAMICALLY SEAT ALLOCATION MODEL OF TRAIN TICKETS FOR OPTIMIZATION REVENUE

RAHMA REI SAKURA

2513203010

SUPERVISOR

Dr. Eng. Ir. Ahmad Rusdiansyah, M.Eng., CSCP.

Nurhadi Siswanto, ST., M.Sc., Ph.D

MASTER PROGRAM

LOGISTIC AND SUPPLY CHAIN MANAGEMENT

INDUSTRIAL ENGINEERING DEPARTMENT

FACULTY OF INDUSTRIAL TECHNOLOGY

SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY

SURABAYA

2015

MODEL KEBIJAKAN PENGELOLAAN PERSEDIAAN KURSI PENUMPANG KERETA API SECARA DINAMIS UNTUK MEMAKSIMALKAN PENDAPATAN

Tesis disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Magister Teknik (MT)
di
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Oleh :
RAHMA REI SAKURA
NRP 2513 203 010

Tanggal Ujian : 1 Juli 2015
Periode Wisuda : September 2015

Disetujui oleh Tim Penguji Tesis:

1. Dr. Eng. Ir. Ahmad Rusdiansyah, M.Eng., CSCP.
NIP. 196811091995031003

(Pembimbing 1)

2. Nurhadi Siswanto, S.T., M.Sc., Ph.D.
NIP. 197005231996011001

(Pembimbing 2)

3. Prof. Ir. Budi Santosa, M.Sc., Ph.D.
NIP. 196905121994021001

(Penguji)

4. Dr. Eng. Erwin Widodo, S.T., M.Eng.
NIP. 197405171999031002

(Penguji)

Direktur Program Pascasarjana,

Prof. Dr. Ir. Adi Soeprijanto, MT
NIP. 19640405 199002 1001



MODEL KEBIJAKAN PENGELOLAAN PERSEDIAAN KURSI PENUMPANG KERETA API SECARA DINAMIS UNTUK MEMAKSIMALKAN PENDAPATAN

Nama Mahasiswa : Rahma Rei Sakura
NRP : 2513203010
Pembimbing : Dr. Eng. Ir. Ahmad Rusdiansyah, M.Eng.CSCP
Co-Pembimbing : Nurhadi Siswanto, ST., M.Sc., Ph.D

ABSTRAK

Pengelolaan pendapatan (*revenue management*) yang terdapat pada kereta api penumpang disebut sebagai *Railroad Passenger Revenue Management* (RPRM). Pengelolaan pendapatan pada perusahaan kereta api merupakan salah satu hal yang terpenting untuk dikelola. Perusahaan kereta api melakukan pengelolaan pendapatan karena adanya beberapa kondisi, seperti permintaan kursi yang bersifat tidak pasti, fleksibilitas penumpang, dan kapasitas kursi yang tetap. Kondisi-kondisi tersebut menyebabkan perusahaan perlu melakukan pengelolaan dalam mengalokasikan jumlah kursi yang disediakan. Pada penelitian ini dilakukan strategi *dynamic seat allocation* dengan terdapat empat kelas harga (*multi-fare*) dan perjalanan *multi-leg* serta memperhatikan adanya *cancellation* pada pemesanan tiket penumpang. Pada penelitian ini dikembangkan juga model simulasi diskrit untuk mendapatkan jumlah tiket yang terjual pada masing-masing rute dan kelas harga, sehingga perusahaan akan mendapatkan *total expected revenue* yang maksimal. Pada model simulasi tersebut, dilakukan perubahan parameter permodelan dengan menerapkan beberapa skenario. Hasil yang didapat yaitu perusahaan akan memperoleh pendapatan yang lebih baik apabila alokasi kursi pada tujuan Surabaya menuju Jakarta sebesar 50%, dan sisanya sebesar 50% merupakan alokasi kursi untuk tujuan pada stasiun antara. Alokasi kursi yang disediakan harus terisi penuh 100%, serta perusahaan dapat menerapkan pembatalan pemesanan tiket penumpang kereta api. Perusahaan akan memperoleh pendapatan yang maksimal apabila alokasi kursi pada stasiun antara lebih besar dari pada alokasi kursi untuk *single-leg* yaitu dari Surabaya menuju Jakarta.

Kata kunci : kereta api penumpang, pengelolaan pendapatan, *multi-fare*, *multi-leg*, *dynamic seat allocation*.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DYNAMICALLY SEAT ALLOCATION MODEL OF TRAIN TICKETS FOR OPTIMIZATION REVENUE

Name : Rahma Rei Sakura
NRP : 2513203010
Supervisor : Dr. Eng. Ir. Ahmad Rusdiansyah, M.Eng.CSCP
Co-Supervisor : Nurhadi Siswanto, ST., M.Sc., Ph.D

ABSTRACT

Revenue management in passenger rail, usually called as Railroad Passenger Revenue Management (RRPM), is one of the most important things to manage in passenger rail business (railroad). The railroad have to manage their revenue because of some condition that prevail in passenger rail business, like demand uncertainty, passenger flexibility, and fixed seat-capacity. This condition forced the railroad to manage their seat allocation in order to maximize its revenue. This study applied dynamic seat allocation with four fare class (multi-fare) and multi-leg routing by considering passenger cancellation. This study also develop discrete-simulation model to find out the number of ticket sold in each route and each fare class, so that the railroad could get maximum total expected revenue. In this discrete-simulation model, the parameter will be changed to adapt various scenarios. The results that companies can apply the cancellation of the passenger train ticket reservations and can perform additional capacity on each train car. The company will earn a better income when the allocation of seats in Surabaya to Jakarta by 50%, and the rest is the allocation of seats for the purpose of the transfer station. This study generate general result that the railroad will get maximum revenue if seat allocation of transship route is more than the allocation of start-to-end route (in this study case, from Surabaya direct to Jakarta Gambir).

Keywords : *passenger train, revenue management, multi-fare, multi-leg, dynamic seat allocation.*

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas segala berkah dan rahmat yang telah diberikan, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan penelitian Tesis yang berjudul “Model Kebijakan Pengelolaan Persediaan Kursi Penumpang Kereta Api Secara Dinamis Untuk Memaksimalkan Pendapatan”. Laporan penelitian Tesis ini ditulis untuk memenuhi persyaratan menyelesaikan jenjang Pendidikan Program Magister (S2), Jurusan Teknik Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Penulis juga tidak lupa menyampaikan rasa terima kasih kepada pihak-pihak yang selalu mendukung penulis untuk menyelesaikan penelitian Tesis ini, khususnya pihak-pihak dibawah ini :

1. Keluarga, mulai dari Bapak, Ibu, dan Mbak Widhi yang tiada henti memberikan doa dan semangat selama penulis menempuh studi S2 ini.
2. Bapak Dr. Eng. Ir. Ahmad Rusdiansyah, M.Eng CSCP dan bapak Nurhadi Siswanto, ST., M.Sc, PhD selaku dosen pembimbing yang telah memberikan arahan, masukan, nasihat, serta dorongan motivasi dalam mengerjakan penelitian Tesis ini.
3. Bapak dosen penguji seminar dan sidang Tesis, bapak Ir. Ketut Gunarta, M.T., bapak Dr. Eng. Erwin Widodo, S.T., M.Eng., dan bapak Prof. Ir. Budi Santosa, M.Sc., PhD., yang telah memberikan banyak arahan, saran dan perbaikan pada Tesis ini.
4. Bapak dan Ibu dosen program Magister Jurusan Teknik Industri, Bapak Prof. Nyoman Pujawan, Bapak Imam Baihaqi, Bapak Iwan Vanany, Bapak Suparno dan dosen-dosen lainnya atas *sharing* ilmu dan pengalaman yang telah diberikan.
5. Teman-teman pasca sarjana Teknik Industri angkatan 2013, atas rasa kekeluargaan, kebersamaan dan segala kenangan indah yang diukir bersama-sama.

6. Teman-teman satu bimbingan (Laras, Kak Dian, Mbak Ratih, Mas Atma, dan Bang Thezar), atas motivasi yang selalu diberikan satu sama lain untuk dapat menyelesaikan Tesis ini.
7. Sahabat-sahabatku (Laras, Mbak Mimin, Kak Nia, Mas John, Mas Atma, Mbak Luli, Mbak Wiwin, Mbak Nida, Jessi, Putri, Kak Ida, Mbak Utin) atas rasa kekeluargaan, semangat serta dukungan yang diberikan.
8. Rekanku, Rizki Revianto Putera, terimakasih atas semangat dan bantuan yang diberikan selama penulis menyelesaikan Tesis ini.
9. Seluruh Staf dan Karyawan di Jurusan Teknik Industri ITS atas segala bantuan yang telah diberikan selama penulis menempuh pendidikan di Jurusan Teknik Industri ITS.
10. Serta seluruh pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu dalam tulisan ini, yang telah membantu dalam penyelesaian penelitian Tesis ini.

Penulis menyadari bahwa dalam menyusun laporan Tesis ini masih ada kekurangan. Oleh karena itu, penulis membutuhkan perbaikan dan saran yang membangun demi kesempurnaan laporan ini. Semoga laporan Tesis ini bisa memberikan manfaat dan kontribusi dalam memperkaya ilmu demi kemajuan bangsa Indonesia.

Surabaya, Mei 2015

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
LEMBAR PENGESAHAN.....	v
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TESIS.....	vii
ABSTRAK.....	xi
<i>ABSTRACT</i>	xii
KATA PENGANTAR.....	xv
DAFTAR ISI.....	xvii
DAFTAR GAMBAR.....	xix
DAFTAR TABEL.....	xxi
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	5
1.3 Tujuan Penelitian.....	6
1.4 Manfaat Penelitian.....	6
1.5 Batasan dan Asumsi.....	6
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	9
2.1 Transportasi Angkutan Kereta Api.....	9
2.2 Angkutan Penumpang Kereta Api.....	11
2.3 <i>Revenue Management</i> pada Kereta Api Penumpang.....	12
2.3.1 <i>Booking Control</i>	15
2.3.2 <i>Capacity Allocation</i>	18
2.3.3 <i>Overbooking</i>	20
2.4 <i>Discrete Event Simulation (DES)</i>	22
2.5 <i>Gap</i> dan Posisi Penelitian.....	24
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....	31
3.1 Studi Literatur.....	31
3.2 Pengembangan Model Simulasi.....	32

3.3 Validasi dan Verifikasi Model Simulasi.....	34
3.4 Percobaan Numerik.....	34
3.5 Perhitungan <i>Total Expected Revenue</i> dan Analisa Hasil Model Skenario.....	36
3.6 Penarikan Kesimpulan dan Saran.....	36
BAB 4 PENGEMBANGAN MODEL DAN ALGORITMA	39
4.1 Deskripsi Permasalahan.....	39
4.2 Pengembangan Model.....	41
4.2.1 Model Simulasi <i>Existing</i>	42
4.2.2 Model Pengembangan.....	49
4.3 Validasi dan Verifikasi Model.....	71
4.3.1 Validasi Model.....	71
4.3.2 Verifikasi Model.....	77
4.4 Perhitungan Jumlah Replikasi.....	79
BAB 5 PERCOBAAN NUMERIK DAN ANALISA HASIL.....	81
5.1 Eskperimen Satu.....	81
5.2 Eksperimen Dua.....	82
5.3 Eksperimen Tiga.....	84
5.4 Eksperimen Empat.....	85
5.5 Eksperimen Lima.....	86
5.6 Eksperimen Enam.....	87
5.7 Grafik Perbandingan Perolehan Pendapatan.....	88
BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN.....	93
6.1 Kesimpulan.....	93
6.2 Saran.....	93
DAFTAR PUSTAKA.....	95
LAMPIRAN.....	97
BIOGRAFI PENULIS.....	111

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Dinamika dari <i>booking limit</i> dan <i>protection level</i>	17
Tabel 2.2 <i>Overbooking</i> yang terjadi di beberapa perusahaan.....	21
Tabel 2.3 Literatur Penelitian.....	29
Tabel 3.1 Perjalanan dari stasiun asal ke stasiun tujuan.....	33
Tabel 3.2 Beberapa eksperimen dengan skenario yang dilakukan.....	34
Tabel 4.1 Rute kereta api penumpang dari Surabaya menuju Jakarta.....	39
Tabel 4.2 Harga tiket kereta api penumpang dari kota asal menuju kota tujuan dengan masing-masing kelas harga.....	49
Tabel 4.3 Biaya pembatalan tiket kereta api penumpang dari kota asal menuju kota tujuan dengan masing-masing kelas harga.....	50
Tabel 4.4 Rute tujuan perjalanan dari Surabaya menuju Jakarta.....	53
Tabel 4.5 Jumlah tiket kereta terjual dan <i>cancel</i>	74
Tabel 4.6 Jumlah perolehan pendapatan pada model <i>existing</i>	74
Tabel 4.7 Jumlah tiket terjual pada masing-masing tujuan dimasing-masing kelas....	75
Tabel 4.8 Jumlah tiket terjual pada masing-masing tujuan dimasing-masing kelas...77	77
Tabel 4.9 Jumlah pembatalan tiket pada masing-masing tujuan dan kelas.....	77
Tabel 4.10 Perolehan pendapatan pada tiket terjual.....	78
Tabel 4.11 Perolehan pendapatan pada pembatalan tiket.....	78
Tabel 4.12 <i>Output</i> hasil simulasi dengan 10 replikasi.....	79
Tabel 5.1 Eksperimen yang dilakukan pada masing-masing skenario.....	81
Tabel 5.2 Jumlah tiket terjual pada masing-masing tujuan.....	83
Tabel 5.3 Jumlah tiket yang dibatalkan pada masing-masing tujuan.....	83
Tabel 5.4 Perolehan pendapatan pada masing-masing tujuan.....	83
Tabel 5.5 Perolehan pendapatan pembatalan pemesanan.....	84
Tabel 5.6 Perolehan pendapatan pada masing-masing skenario eksperimen.....	88

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Grafik alasan penumpang memilih kereta api.....	12
Gambar 2.2 Diagram DES dari sistem produksi.....	24
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....	38
Gambar 4.1 <i>Flow chart</i> rute perjalanan Surabaya-Jakarta kondisi <i>existing</i>	43
Gambar 4.2 Model simulasi <i>existing</i> rute Surabaya menuju Jakarta.....	45
Gambar 4.3 Flow chart pengembangan tujuh rute perjalanan.....	51
Gambar 4.4 Model pengembangan rute Surabaya menuju Jakarta.....	52
Gambar 4.5 Rute A dengan kelas harga A,H,I, dan J.....	54
Gambar 4.6 Rute 2 dengan kelas harga A,H,I, dan J.....	57
Gambar 4.7 Rute 3 dengan kelas harga A,H,I, dan J.....	60
Gambar 4.8 Rute 4 dengan kelas harga A,H,I, dan J.....	63
Gambar 4.9 Rute 7 dengan kelas harga A,H,I, dan J.....	65
Gambar 4.10 Rute 6 dengan kelas harga A,H,I, dan J.....	67
Gambar 4.11 Rute 5 dengan kelas harga A,H,I, dan J.....	69
Gambar 4.12 Uji validasi menggunakan <i>Arena System Debugger</i>	72
Gambar 4.13 Model <i>existing</i> dengan tujuan perjalanan Surabaya-Jakarta.....	73
Gambar 4.14 Perhitungan pada kelas harga A dengan masing-masing rute.....	75
Gambar 4.15 Perhitungan pada kelas harga H dengan masing-masing rute.....	76
Gambar 4.16 Perhitungan pada kelas harga I dengan masing-masing rute.....	76
Gambar 4.17 Perhitungan pada kelas harga J dengan masing-masing rute.....	76
Gambar 5.1 Grafik Perolehan Pendapatan Tujuan Surabaya-Jakarta (90%).....	88
Gambar 5.2 Grafik Perolehan Pendapatan Tujuan Surabaya-Jakarta (80%).....	89
Gambar 5.3 Grafik Perolehan Pendapatan Tujuan Surabaya-Jakarta (70%).....	89
Gambar 5.4 Grafik Perolehan Pendapatan Tujuan Surabaya-Jakarta (60%).....	90
Gambar 5.5 Grafik Perolehan Pendapatan Tujuan Surabaya-Jakarta (50%).....	90

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Transportasi darat merupakan salah satu jenis angkutan yang sangat dibutuhkan pada saat ini. Terdapat dua macam angkutan pada transportasi, yaitu angkutan jalan / kendaraan bermotor dan angkutan kereta api. Angkutan jalan / kendaraan bermotor yaitu moda transportasi yang menggunakan kendaraan bermotor sebagai penggerak dan berada di jalan raya. Sebagai contoh angkutan jalan / kendaraan bermotor seperti motor, mobil, bis, truk, dan lain sebagainya. Sedangkan angkutan kereta api yaitu moda transportasi yang menggunakan rel sebagai jalannya dan memiliki alat angkut seperti lokomotif, gerbong penumpang, dan gerbong peti kemas.

Nasution (2004) menyebutkan bahwa angkutan darat sangat fleksibel terhadap pertumbuhan permintaan dari masyarakat. Selain itu, angkutan darat juga dapat memberikan *door to door service*, yaitu dari tempat asal (*origin*) penumpang atau barang menuju tempat tujuan (*destination*) penumpang atau barang. Biasanya, transportasi darat seperti angkutan jalan / kendaraan bermotor digunakan untuk pengangkutan penumpang atau barang dengan jarak yang ekonomis. Sedangkan angkutan kereta api akan lebih efisien apabila digunakan untuk moda transportasi darat jarak jauh dengan volume yang besar.

Seiring dengan perkembangan jaman yang semakin pesat, kepadatan penduduk meningkat sehingga menimbulkan kemacetan di jalan raya, dan tindak kejahatan yang mengancam diberbagai tempat, masyarakat lebih memilih untuk menggunakan angkutan kereta api sebagai alternatif moda angkutan darat. Perseroan mencatat bahwa jumlah volume penumpang kereta api tahun 2013 mencapai 221 juta penumpang atau mengalami kenaikan 9,29% dari tahun sebelumnya. (*Company Profile* PT. KAI Persero, 2013).

Masyarakat juga dapat menggunakan jasa angkutan barang sebagai alternatif pengiriman barang. Saat ini telah banyak perusahaan-perusahaan yang bekerja sama dengan perusahaan perkereta-apian dalam hal pengiriman barang dari pabrik menuju ke pelanggan. Data *Company Profile* PT. KAI Persero (2013) menyebutkan bahwa secara umum total volume barang pada tahun 2013 sebesar 24,713 ton. Jumlah tersebut meningkat sebesar 12% dibandingkan dengan tahun sebelumnya.

Angkutan kereta api saat ini telah banyak diminati oleh masyarakat karena fasilitas dan kenyamanan pelanggan dapat termajin. Beberapa keunggulan yang terdapat pada angkutan kereta api seperti mampu mengangkut muatan dalam jumlah yang besar, mampu menempuh jarak jauh dengan kecepatan konstant, memiliki jadwal perjalanan yang pasti dengan frekuensi tinggi, jarang sekali terjadi kemacetan sehingga lebih terjamin kelancarannya, dan dapat memberikan pelayanan yang lebih baik apabila dibandingkan dengan angkutan jalan / kendaraan bermotor.

Terdapat beberapa macam angkutan kereta api penumpang di Indonesia. Zaini (2015), menyatakan bahwa angkutan kereta api penumpang dibagi menjadi tiga kelas yaitu eksekutif, bisnis, dan ekonomi. Kelas eksekutif dibagi lagi menjadi empat macam *subclass*, yaitu kelas A, H, I, dan J, dimana kelas A merupakan kelas harga tiket paling tinggi begitu seterusnya sampai kelas J yang paling rendah. Kelas bisnis dibagi menjadi empat macam *subclass*, yaitu kelas B, K, N, dan O. Kelas ekonomi juga dibagi menjadi empat macam *subclass*, yaitu kelas C, P, Q, dan S.

Kelas eksekutif memiliki kapasitas 50 orang setiap gerbongnya, kelas bisnis sebanyak 64 orang setiap gerbong, kelas ekonomi komersial sebanyak 80 orang, dan kelas ekonomi non komersial sebanyak 106 orang setiap gerbongnya. (Zaini, 2015). Dalam satu kapasitas lintas kereta api, perusahaan dapat memberangkatkan 8 sampai 12 gerbong kereta. Kapasitas lintas merupakan kapasitas sekali jalan dalam waktu 24 jam. Peraturan ini sesuai dengan subsidi pemerintah untuk perusahaan kereta api.

Sistem penjualan tiket kereta api menggunakan sistem *online*. Sistem *online* dibagi lagi menjadi *internal* dan *external*. Sistem *online internal* yaitu melalui stasiun, *website* KAI, dan KAI akses. Sedangkan sistem *online external* yaitu melalui

agen-agen yang bekerja sama dengan perusahaan kereta api. Zaini (2015) juga menjelaskan bahwa sistem pemesanan tiket kereta api dapat diakses pada waktu H-90 keberangkatan dan secara umum pelanggan mendapatkan harga yang lebih murah kecuali pada waktu terdapat *event* liburan.

Kebijakan tentang persediaan kursi penumpang dan penetapan harga tiket merupakan hal penting yang harus dilakukan apabila perusahaan ingin memperoleh pendapatan (*revenue*) yang maksimal. Armstrong et al. (2010) menyatakan bahwa *revenue management* pada industri kereta api dapat disebut sebagai *Railroad Passenger Revenue Management* (RPRM) dan *Railroad Freight Revenue Management* (RFRM). Tujuan dari *revenue management* yaitu mencari pemaksimalan dari penumpang pada setiap *leg* dengan memaksimalkan semua pendapatan. Untuk *service* penumpang, hal ini dapat dilakukan dengan penetapan harga tiket yang *specific* atau pembatasan dari *availability* tiket penumpang.

Kereta penumpang memiliki *demand* yang cukup besar, oleh sebab itu harga tiket kereta api dapat diperoleh dengan berbagai macam variasi harga. (Armstrong et al. 2010). Beberapa negara menerapkan pelanggan untuk melakukan perjalanan dengan pembelian tiket yang sama tetapi jarak tempuh yang berbeda. Hal tersebut dapat mengakibatkan operator pada industri kereta api tidak dapat melakukan estimasi untuk kapasitas tertentu. Jelas bahwa kereta api penumpang lebih erat terkait dengan industri penerbangan. Terdapat beberapa tujuan pada perjalanan kereta api, sehingga perusahaan harus membagi sumber daya yang sama pada setiap tujuan (*destination*). Perusahaan juga memiliki tujuan untuk dapat menerima atau menolak permintaan pelanggan dengan cara yang menguntungkan bagi pendapatan.

Armstrong et al. (2010) mengembangkan penelitian tentang *multi-fare, multi-leg* pada kereta penumpang dan *single-leg, dynamic pricing* pada tiket penumpang dengan asumsi bahwa terjadi *bumping passenger* pada UK railway. Pada penelitian ini diasumsikan bahwa terjadi *bumping passenger*, sedangkan pada kondisi nyata di UK jarang sekali terjadi *bumping passenger*.

Bharill dan Rangaraj (2008) meneliti tentang *premium segment* di Indian Railways yaitu Rajdhani Express. Bharill dan Rangaraj (2008) meneliti bagaimana strategi *revenue management* dapat diaplikasikan untuk meningkatkan rata-rata dari pendapatan. Dalam penelitiannya terdapat tiga macam produk yang berbeda tetapi hanya diterapkan pada perjalanan *single-leg*. Bharill dan Rangaraj (2008) membangun model untuk mengestimasi permintaan untuk merubah harga tiket dan menambahkan biaya seperti biaya *booking cancellation*.

Rusdiansyah et al. (2013) mengembangkan tentang model *dynamic pricing* untuk penetapan harga tiket pesawat. Pada penelitian tersebut, Rusdiansyah et al. mengembangkan model untuk menghasilkan harga tiket yang optimal dengan berdasarkan persediaan kursi, sisa waktu, serta perubahan harga tiket kompetitor untuk menghasilkan pendapatan yang maksimal. Model yang dikembangkan yaitu model perhitungan pendapatan yang diperoleh oleh maskapai penerbangan dengan kelas harga yang dibuka adalah kelas harga P_A untuk maskapai A (atau P_B untuk maskapai B).

Cadarso et al. (2014) mempelajari tentang perencanaan frekuensi kereta api, penjadwalan dan *rolling stock assignment*, dan model sebagai *multi-commodity network flow* dengan mempertimbangkan kompetitif pasar transportasi. Tujuan dari penelitian tersebut adalah memaksimalkan total keuntungan operator. Model yang digunakan yaitu *mixed interger non-linear programming* pada Spanish Railway. Penelitian You (2008) mempelajari tentang bagaimana menentukan alokasi kursi pada penumpang untuk sistem *booking* pada kereta api. Diasumsikan bahwa terdapat dua segmen yaitu *full fare* dan *discount fare*. You (2008) menggunakan model *non-linear interger programming* dengan tujuan mengembangkan *booking limits* untuk semua jenis tiket pada kereta api.

Hetrakul dan Cirillo (2013) menyampaikan tentang aplikasi dari *advanced econometric techniques* untuk pilihan penumpang kereta api pada konteks *revenue management*. Hetrakul dan Cirillo (2013) menggunakan tiga model pendekatan yaitu *multinomial logit*, *latent class*, dan *mixed logit* untuk diaplikasikan pada waktu

pembelian tiket dan untuk tiga segmen pasar. Kemudian Hetrakul dan Cirillo (2014) mengembangkan metode *multinomial logit* dan *latent class models* untuk menjelaskan waktu pembelian tiket kereta api penumpang. Kerangka kerja yang digunakan dalam hal biaya dan kapasitas berasal dari perilaku penumpang yang sebenarnya. Hasil yang didapat yaitu menerima permintaan dengan perjalanan jarak pendek dibandingkan dengan perjalanan jarak jauh akan lebih memberikan pendapatan yang besar.

Berdasarkan beberapa penelitian yang telah disebutkan, peneliti mendapatkan *gap* dari penelitian yang telah dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk memaksimalkan pendapatan perusahaan kereta api di Indonesia melalui pemaksimalan persediaan kursi penumpang dengan mempertimbangkan penetapan batas pemesanan pada masing-masing kelas harga. Asumsi yang digunakan yaitu terdapat empat kelas harga pada kereta eksekutif (kelas A, H, I, dan J), dan terdapat *cancelation*. Penelitian ini menggunakan model simulasi diskrit pengelolaan pendapatan dan menerapkan beberapa skenario penjualan tiket. Rute yang digunakan adalah rute *multi-leg* dari Surabaya menuju Jakarta dengan melewati beberapa stasiun antara.

1.2 Rumusan Masalah

Kondisi yang terjadi pada kereta api penumpang, seperti ketidakpastian permintaan kursi, fleksibilitas penumpang dalam memilih kelas, dan tiket kereta yang termasuk dalam produk *perishable*, mengakibatkan perusahaan harus melakukan beberapa strategi dalam mengelola pendapatan. Pada penelitian ini, dilakukan pengembangan model simulasi diskrit dalam pengelolaan pendapatan (*revenue management*) pada kereta api penumpang dengan mempertimbangkan *cancelation*. Untuk memaksimalkan pendapatan, maka perlu dilakukan identifikasi penumpang yang datang. Identifikasi penumpang dilakukan dengan menggolongkan penumpang terhadap tujuan perjalanan dan kelas harga tiket yang diinginkan. Sehingga

perusahaan dapat menentukan batas pemesanan (*booking limit*) pada setiap kelas harga ketika terjadi *cancellation* pada satu jadwal keberangkatan kereta api.

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan memiliki beberapa tujuan, yaitu :

1. Mengembangkan model simulasi diskrit dalam pengelolaan pendapatan (*revenue management*) pada kereta api penumpang dengan mempertimbangkan *cancellation*.
2. Menyelesaikan model permasalahan *revenue management* dengan mempertimbangkan *cancellation* dengan menggunakan model simulasi diskrit.
3. Melakukan percobaan numerik untuk menganalisa model yang telah dikembangkan dengan beberapa skenario permasalahan.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang didapat dari penelitian ini yaitu :

1. Sebagai acuan model pada permasalahan *revenue management* dengan mempertimbangkan *cancellation*.
2. Melengkapi *gap* penelitian pada bidang *revenue management* kereta api penumpang dengan mempertimbangkan *cancellation*.
3. Dapat menjadi referensi untuk penelitian selanjutnya dibidang *revenue management* kereta api penumpang dengan mempertimbangkan *cancellation*.

1.5 Batasan dan Asumsi

Batasan yang terdapat pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Pada satu rangkaian gerbong kereta, hanya terdapat kereta penumpang dengan kelas eksekutif.
2. Model permasalahan yang dikembangkan tidak mempertimbangkan penjadwalan keberangkatan kereta api penumpang.
3. Permasalahan yang dikembangkan pada kereta api kelas eksekutif.

4. Rute perjalanan yang digunakan yaitu rute Surabaya menuju Jakarta.
5. Tidak menggunakan *discount fare* pada tiket penumpang kereta api.
Asumsi yang terdapat pada penelitian ini adalah sebagai berikut :
 1. Harga tiket yang diterapkan menggunakan *full fare* dengan empat macam kelas harga yaitu tipe A, H, I, dan J.
 2. Penjadwalan keberangkatan kereta api sesuai dengan penjadwalan keberangkatan yang terdapat pada perusahaan.
 3. Kapasitas yang digunakan yaitu sejumlah 50 orang setiap gerbong dan dalam satu rangkaian keberangkatan terdapat 8 gerbong penumpang.
 4. Tidak terjadi *no-show* pada keberangkatan kereta api.
 5. Harga setiap kelas tidak berubah meskipun dilakukan pemesanan pada H-90 keberangkatan.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Transportasi Angkutan Kereta Api

Transportasi darat merupakan salah satu bagian paling penting untuk menunjang perindustrian di Indonesia. Angkutan transportasi darat sampai saat ini telah dikembangkan dalam dua jenis moda angkutan, yaitu moda angkutan jalan rel dan moda angkutan jalan raya. Moda angkutan jalan rel yaitu kereta api yang terdiri dari lokomotif, gerbong kereta, dan kontainer dengan prasarananya berupa jalan rel. Moda angkutan jalan raya yaitu truk, mobil, dan bus dengan prasarananya berupa jalan raya, terminal, jembatan, dan lain sebagainya.

Angkutan kereta api sangat fleksibel dalam memfasilitasi pengiriman penumpang maupun pengiriman barang. Pengiriman barang oleh kereta api dapat dengan menyewa satu rangkaian kereta api ataupun satu gerbong kereta. Apabila terdapat permintaan oleh pelanggan dalam pengiriman barang, pelanggan tidak harus menyewa dalam satu gerbong kereta api melainkan dapat juga menyewa kurang dari satu gerbong tanpa menunda jadwal keberangkatan. (Nasution, 2004).

Terdapat beberapa keunggulan-keunggulan pada angkutan kereta api, yaitu

- ✓ Mampu mengangkut muatan dalam jumlah besar
- ✓ Mampu menempuh dalam jarak jauh
- ✓ Jadwal keberangkatan kereta yang fleksibel, yang artinya dapat melakukan keberangkatan kereta dengan frekuensi yang tinggi.
- ✓ Dapat memberikan pelayanan yang lebih baik bagi pelanggan dibandingkan dengan moda angkutan darat lainnya.
- ✓ Ketepatan waktu keberangkatan dan kedatangan serta keselamatan penumpang yang lebih terjamin.

Angkutan kereta api pada umumnya memiliki karakteristik tersendiri terhadap produk yang dihasilkan. Produk tersebut yaitu seperti tiket kereta api yang memiliki sifat *perishable* produk. Produk *perishable* yaitu produk yang memiliki karakteristik

tidak dapat disimpan dan apabila produk tersebut tidak digunakan pada waktu tertentu maka tidak memiliki nilai atau akan menjadi hilang. Sebagai contoh tiket penumpang kereta api, tiket tersebut harus digunakan pada waktu tertentu sesuai dengan pemesanan yang telah dilakukan. Apabila pemesan tiket tersebut tidak hadir pada jadwal keberangkatan yang telah ditentukan (*no show*), maka tiket tersebut tidak memiliki nilai. (Phillips, 2005)

Pengaturan kebijakan yang terencana dianggap penting, sehingga jasa angkutan kereta api ketika diproduksi maka semaksimal mungkin jasa tersebut terjual seluruhnya pada saat itu juga. Sehingga perusahaan perkereta-apian tidak mengalami *opportunity cost* yang akan mengurangi total pendapatan dari perusahaan tersebut. (Rusdiansyah, 2013).

Nasution (2004) menyatakan bahwa terdapat beberapa faktor penting yang dapat mempengaruhi pendapatan dari operasi perusahaan, yaitu

- Kapasitas kursi (*seat*) terisi penuh
- Barang-barang yang akan dikirimkan harus terangkut seluruhnya, terutama jenis barang dengan tarif yang tinggi
- Volume muatan harus besar dalam sekali pengiriman
- Semakin jauh jarak tempuh yang dilampai, maka semakin efisien dalam pengiriman

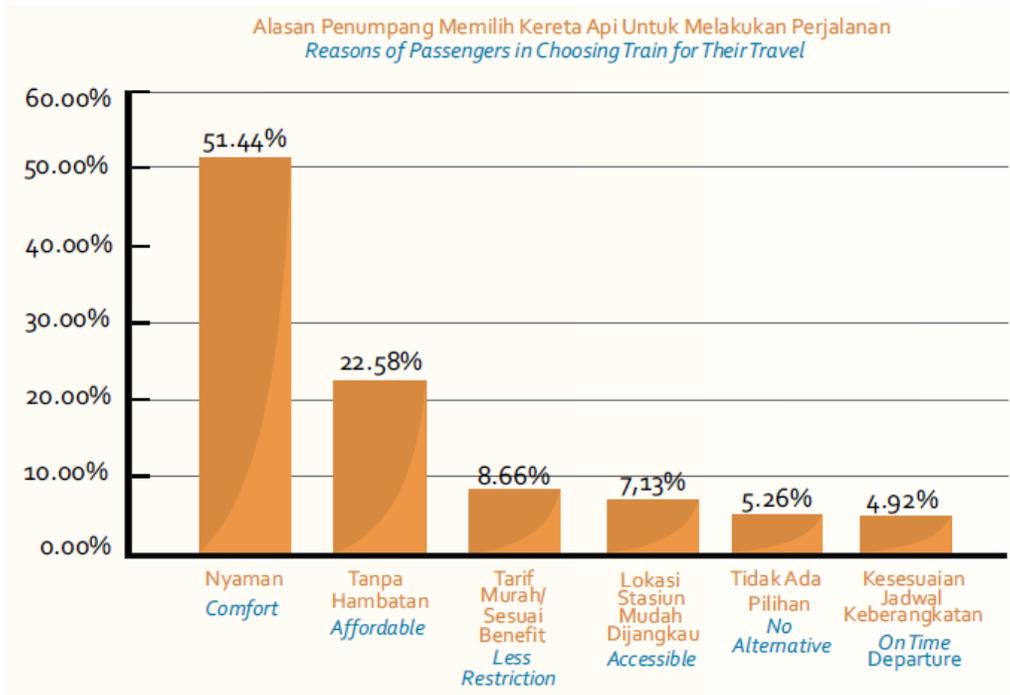
Transportasi angkutan kereta api terbagi menjadi angkutan penumpang dan angkutan barang (peti kemas). Angkutan penumpang digunakan untuk kebutuhan pelanggan yang ingin berpergian dari tempat asal ke tempat yang dituju. Terdapat berbagai macam kelas pada kereta api, yaitu kelas eksekutif, kelas bisnis, dan kelas ekonomi. Zaini (2015) menyatakan pada masing-masing kelas tersebut juga dibagi dalam beberapa tipe harga. Pada kelas eksekutif, terdapat tipe kelas harga A, H, I, dan J, dengan tipe kelas harga A merupakan yang paling tinggi, begitu seterusnya sampai tipe kelas harga J yang paling rendah. Pada kelas bisnis juga terdapat tipe kelas harga B, K, N, dan O. Kelas ekonomi juga terdapat beberapa tipe yaitu C, P, Q, dan S.

2.2 Angkutan Penumpang Kereta Api

Pertumbuhan volume penumpang kereta api di Indonesia semakin bertambah dari tahun ke tahun. Dapat dibuktikan dengan *Company Profile* pada tahun 2013, bahwa perusahaan mencatat terjadi pertumbuhan volume yang signifikan. Jumlah volume penumpang kereta api tahun 2013 mencapai 221 juta penumpang, jumlah tersebut meningkat sebesar 9,21% dari tahun 2012 yang mencapai 202 juta penumpang.

Perusahaan kereta api memiliki pesaing yang berkaitan dengan bisnis kereta api penumpang. Kereta api penumpang kelas eksekutif, bisnis, maupun kelas ekonomi, masing-masing memiliki pesaing. Sebagai contoh, kereta api penumpang kelas eksekutif, memiliki pesaing dengan perusahaan penerbangan dimana maskapai menawarkan kecepatan waktu tempuh perjalanan. Kereta api penumpang kelas bisnis dan ekonomi memiliki pesaing dengan jasa transportasi jalan raya, yaitu bis, persewaan mobil dengan jarak jauh, travel, dan lain sebagainya. Sehingga perusahaan kereta api harus memiliki strategi lain dalam menghadapi pesaingnya.

Pesaing dari perusahaan kereta api dalam hal ini penyedia jasa angkutan lain seperti maskapai penerbangan, travel, dan lain sebagainya, membuat perusahaan kereta api harus memiliki strategi yang lebih untuk menarik pelanggan. Strategi yang dilakukan oleh perusahaan kereta api saat ini yaitu secara terus-menerus melakukan peningkatan pelayanan dan kinerja operasional. (*Company Profile*, 2013). Hal-hal yang telah dilakukan oleh perusahaan kereta api, seperti meningkatkan sistem *ticketing*. Penerapan sistem *ticketing* secara *online* dapat memudahkan pelanggan untuk melakukan pemesanan (*booking*).



Gambar 2.1. Grafik alasan penumpang memilih kereta api (Sumber : *Company Profile* PT. Kereta Api Indonesia (Persero), 2013)

2.3 Revenue Management pada Kereta Api Penumpang

Revenue Management memiliki arti yaitu strategi atau cara-cara yang digunakan untuk mengatur persediaan atau alokasi dari kapasitas yang dimiliki dengan perbedaan kelas harga (*fare classes*) dengan sisa waktu yang ada untuk memaksimalkan pendapatan. (Phillips, 2005). Pada Phillips (2005), *revenue management* dapat diaplikasikan dengan beberapa kondisi, seperti :

- ✓ Penjual menjual persediaan tetap dari kapasitas yang tidak tahan lama (*perishable capacity*).
- ✓ Pelanggan melakukan pemesanan sebelum keberangkatan.
- ✓ *Manager* penjualan mengatur beberapa kelas harga.
- ✓ Penjual dapat merubah ketersediaan dari kelas harga dari waktu ke waktu.

Revenue Management dapat mempertimbangkan permasalahan khusus dengan batasan persediaan. *Revenue Management* tidak berdasar kepada mengatur dan

memperbarui harga tetapi mengatur dan memperbarui ketersediaan dari kelas harga, dimana masing-masing kelas memiliki harga yang konstan selama periode pemesanan. Hal tersebut memiliki arti bahwa pengaturan pemesanan tertanam pada sistem reservasi mereka sebagai mekanisme utama untuk mengatur harga yang ditunjukkan kepada pelanggan setiap saat. (Phillips, 2005).

Strategi dari *revenue management* yaitu mengidentifikasi dari segmen pelanggan dan penetapan dari produk dan harga yang ditargetkan disegmen tersebut. Phillips (2005) menyatakan bahwa pengaturan pemesanan (*booking control*) yaitu dari waktu ke waktu untuk menghitung dari setiap permintaan pemesanan yang harus diterima (*accepted*) dan yang harus ditolak (*rejected*). Untuk maskapai penerbangan, hotel, perusahaan persewaan mobil, *booking control* dapat diartikan sebagai fungsi dari sistem pemesanan. Strategi dari *revenue management* yaitu “brains” dari sebuah proses. Hal tersebut berarti dimana permintaan yang akan datang dapat diramalkan, menjalankan algoritma optimasi, dan mengatur batas pemesanan dan memperbaruinya.

Armstrong et al. (2010) menyatakan bahwa *revenue management* pada industri kereta api dapat disebut sebagai *Railroad Passenger Revenue Management* (RPRM) dan *Railroad Freight Revenue Management* (RFRM). Tujuan dari *revenue management* yaitu mencari pemaksimalan dari penumpang pada setiap *leg* dengan memaksimalkan semua pendapatan. Untuk *service* penumpang, hal ini dapat dilakukan dengan penetapan harga tiket yang *specific* atau pembatasan dari *availability* tiket penumpang.

You (2008) menyatakan bahwa untuk memperbarui *revenue*, strategi pasar yang dapat dilakukan oleh perusahaan kereta api yaitu menawarkan harga diskon untuk menarik pelanggan sehingga pelanggan dapat mempergunakan jasa kereta api. Sebagai contoh pada Japan *Railway* menawarkan harga diskon untuk meningkatkan pembelian oleh pelanggan. Strategi penetapan harga diskon untuk meningkatkan ketertarikan pelanggan dapat mengisi potensi kursi yang kosong. Pengaturan ketersediaan kursi merupakan konsep dari *revenue management*, yang berhubungan

dengan masalah dari perhitungan apakah diterima atau tidak permintaan pelanggan untuk beberapa produk *perishable* di beberapa kelas harga pada tarif tertentu di bawah kondisi bahwa persediaan yang tidak terjual akan hilang setelah periode waktu tertentu.

Bharill dan Rangaraj (2008) meneliti tentang *premium segment* di Indian Railways yaitu Rajdhani Express. Bharill dan Rangaraj (2008) meneliti bagaimana strategi *revenue management* dapat diaplikasikan untuk meningkatkan rata-rata dari pendapatan. Dalam penelitiannya terdapat tiga macam produk yang berbeda tetapi hanya diterapkan pada perjalanan *single-leg*. Bharill dan Rangaraj (2008) membangun model untuk mengestimasi permintaan untuk merubah harga tiket dan menambahkan biaya seperti biaya *booking cancellation*.

Revenue Management pada kereta api dapat diartikan pula sebagai salah satu hasil dari ketersediaan kursi per mil atau hasil setiap pendapatan penumpang per mil. Permintaan pada IR bermacam-macam dan tidak mudah untuk dianalisa. Hal tersebut dapat disebabkan oleh :

- Ketidakpastian (dapat disebabkan dari beberapa macam pemain pada industri transportasi, seperti : darat, laut, dan udara).
- Berbagai elastisitas harga (dapat disebabkan dari beberapa macam penghasilan kelompok atau beberapa macam alasan untuk melakukan perjalanan).
- Variasi regional yang luas (dapat disebabkan dari tinggi / rendahnya populasi di beberapa daerah yang berbeda atau dapat disebabkan dari industri atau pariwisata penting terkait tempat yang berbeda).
- Musiman atau variasi waktu (*off peak and peak*).

Revenue Management berkaitan erat dengan memaksimalkan pendapatan itu sendiri sebagai biaya tetap dari perusahaan yang cukup tinggi dan biaya marginal penjualan kursi atau mengangkut penumpang lain. (Bharill dan Rangaraj, 2008). Beberapa pendekatan yang ada yaitu *discounted fares* (harga berdasarkan RM),

overbooking (jumlah berdasarkan RM), *discretized booking* (jumlah dan harga berdasarkan RM).

Dapat dikatakan kereta api sebagai *overbooked* ketika pembayaran dari pemesanan diterima melebihi kapasitas. *Overbooking* pada IR diimplementasikan menjadi dua kategori, yaitu RAC (*reservation against cancellation*) dan WL (*wait list*). WL tiket akan dikembalikan ketika penumpang tidak konfirmasi dan RAC tiket menawarkan akomodasi kursi dengan kemungkinan perbaruan yang bergantung pada okupansi rute terakhir. (Bharill dan Rangaraj, 2008). *Discretized booking* diaplikasikan pada IR melalui skema ‘Tatkal’, yang mana ditujukan untuk pelanggan akhir yang membayar tambahan lebih dan dimulai pada hari sebelum keberangkatan kereta api.

Terdapat beberapa aturan tentang bagaimana memaksimalkan pendapatan perusahaan kereta api khususnya kereta api penumpang. Phillips (2005) menyatakan bahwa aturan-aturan seperti pengaturan pemesanan (*booking control*), pembatalan (*cancellation*), alokasi kapasitas (*capacity allocation*), *network management*, dan kelebihan pemesanan (*overbooking*).

2.3.1 Booking Control

Phillips (2005) dinyatakan bahwa pengaturan pemesanan (*booking control*) merupakan salah satu upaya untuk memaksimalkan pendapatan perusahaan kereta api. Fungsi utama dari *booking control* adalah menghitung apakah setiap pemesanan dapat diterima atau ditolak oleh sistem. Pada sistem pemesanan termasuk *booking limit* untuk setiap kelas harga pada setiap produk. Ketika permintaan *booking* diterima, maka sistem pemesanan akan memeriksa *booking limit* dari kelas harga tersebut. Apabila kapasitas mencukupi, maka permintaan akan diterima. Jika tidak, maka permintaan akan ditolak.

Pada setiap waktu, sistem pemesanan (*reservation system*) memperbarui data-data untuk menghitung apakah permintaan dari pelanggan tersebut diterima atau ditolak. Ketika terdapat pemesanan (*booking*) yang diterima atau sebelumnya

menerima pembatalan, sistem pemesanan akan secara otomatis memperbarui batas pemesanan (*booking limit*) untuk produk tersebut. Hal-hal tersebut dilakukan dengan sangat cepat, konsisten dengan kebutuhan dari sistem pemesanan untuk bekerja pada lingkungan yang nyata.

Booking control merupakan salah satu aturan yang terdapat pada *revenue management*. Sistem *booking control* terdiri dari beberapa aturan juga, yaitu seperti *allotments*, *nesting*, *dynamic nested booking control*, dan *managing cancellation*. *Allotments* merupakan salah satu cara untuk mengatur pemesanan, dimana untuk mengelola pemesanan akan membagi dari kapasitas yang tersedia menjadi potongan diskrit dan mengalokasikan masing-masing potongan untuk kelas harga. Hal ini dapat diketahui sebagai pendekatan *allotments*, dan ukuran dari potongan yang dialokasikan untuk setiap kelas harga disebut sebagai *allotment*. Sebuah pemesanan akan diterima pada kelas harga tertentu sehingga *allotments* untuk kelas harga tersebut akan habis.

Nesting akan dikembangkan untuk menghindari dari keadaan yang mana pemesanan kelas harga tinggi (*high-fare booking*) akan ditolak untuk mendukung pemesanan kelas harga rendah (*low-fare booking*). Untuk dapat menjelaskan *nesting*, dapat diasumsikan bahwa kelas harga 1 merupakan kelas harga tinggi dan n merupakan kelas harga rendah.

b_i : *booking limit* untuk kelas i

dimana *booking limit* mempunyai nilai yang selalu tidak menurun, yaitu

$$b_1 \geq b_2 \geq b_3 \geq \dots b_n \quad (2.1)$$

Selanjutnya, pada setiap waktu, setiap kelas harga memiliki akses untuk semua persediaan yang tersedia untuk kelas harga lebih rendah. Hal tersebut dapat menghindari kemungkinan pemesanan pada kelas harga rendah sementara menolak kelas harga tinggi. Batas pemesanan (*booking limit*) untuk kelas harga tinggi, b_1 , adalah batas atas dari total pemesanan (*booking*) yang diterima. Ketika perusahaan kereta api tidak memperhitungkan adanya *no-show* atau *cancellation*, maka b_1 akan sama dengan kapasitas kereta api. Tetapi, apabila perusahaan memperhitungkan

terjadinya *no-show* atau *cancellation*, hal ini berarti perusahaan akan menerima pemesanan yang lebih dari pada kapasitas yang tersedia.

Dapat dinyatakan bahwa *nesting* merupakan istilah dari *protection level*. *Protection level* dari kelas i merupakan total dari kursi yang tersedia untuk kelas i dan semua kelas yang lebih tinggi.

y_j : *protection level* untuk kelas $j = 1, 2, 3, \dots, n - 1$

dimana

$$y_j = b_1 - b_{j+1} \quad \text{untuk } j = 1, 2, 3, \dots, n - 1 \quad (2.2)$$

dan $y_n = b_1$, yaitu *protection level* dari kelas harga terendah yaitu sama dengan total *booking limit* untuk kereta api. Dapat dilihat bahwa *protection level* mengalami penurunan untuk kelas harga yang lebih tinggi.

$$0 \leq y_1 \leq y_2 \leq \dots \leq y_{n-1} \quad (2.3)$$

Tabel 2.1. Dinamika dari *booking limit* dan *protection level*

No.	<i>Booking Limit</i>					<i>Protection Level</i>					<i>Request</i>		<i>Kind of Request</i>	<i>Decision</i>
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	<i>Class</i>	<i>Total</i>		
1	100	73	12	4	0	27	88	96	100	100	5	2	1	REJECT
2	100	73	12	4	0	27	88	96	100	100	2	5	1	ACCEPT
3	95	68	7	0	0	27	88	95	95	95	2	1	1	ACCEPT
4	94	67	6	0	0	27	88	94	94	94	4	1	1	REJECT
5	94	67	6	0	0	27	88	94	94	94	3	3	1	ACCEPT
6	91	64	3	0	0	27	88	91	91	91	3	4	1	REJECT
7	91	64	3	0	0	27	88	91	91	91	3	2	1	ACCEPT
8	89	62	1	0	0	27	88	89	89	89	3	4	1	REJECT
9	89	62	1	0	0	27	88	89	89	89	3	1	1	ACCEPT
10	88	61	0	0	0	27	88	88	88	88	2	2	1	ACCEPT
11	86	59	0	0	0	27	86	86	86	86	3	2	1	REJECT

Permasalahan *cancellation* pada *booking control* dapat diatur. Pada pemesanan produk *perishable* seperti tiket kereta api, dapat dilakukan pembatalan sebelum keberangkatan, proses pengaturan pemesanan pada kereta api membutuhkan perbaruan *booking limits* untuk *cancellation*. Cara yang tepat untuk melakukan hal tersebut yaitu dapat memperlakukan pembatalan sebagai kebalikan dari pemesanan. Ketika satu kursi pemesanan dibatalkan, maka akan meningkatkan semua batas

pemesanan sebanyak satu kursi, sama seperti kita menurunkan semua batas pemesanan sebanyak satu ketika menerima pesanan.

Strategi dalam menciptakan proses *reversible* adalah memungkinkan batas dari pemesanan dibawah nol. Permintaan pemesanan dapat diterima jika batas pemesanan lebih besar dari jumlah kursi yang dipesan. Hal ini berarti, kelas dengan *negative booking limit* telah tertutup.

Beberapa komponen yang terdapat pada strategi revenue management, yaitu :

- ❖ Alokasi dari kapasitas (*capacity allocation*). Berapa banyak pelanggan dari kelas harga yang berbeda dapat diperbolehkan untuk memesan?
- ❖ *Network management*. Berapa banyak pemesanan yang dapat dikelola dari sumber informasi, seperti sistem *hub and spoke* pada maskapai penerbangan atau menginap selama *mutiple-night* pada perhotelan?
- ❖ *Overbooking*. Berapa banyak jumlah pemesanan yang harus diterima untuk produk pada beberapa kelas harga dari ketidakpastian masa depan terjadi *no-show* dan *cancellation*?

Pengukuran manajemen pendapatan secara efektif pada Phillips (2005), yaitu :
Pendapatan setiap ketersediaan kursi dapat juga ditunjukkan dengan, RSAM.

$$\text{RSAM} = \text{Net yield} \times \text{Load factor} \quad (2.4)$$

Dimana RSAM (*revenue per available seat mile*) adalah metrik yang saat ini digunakan oleh maskapai penerbangan terkemuka untuk mengukur efektivitas harga dan *revenue management*.

2.3.2 Capacity Allocation

Alokasi kapasitas (*Capacity Allocation*) merupakan suatu masalah untuk menghitung berapa banyak kursi atau kamar hotel yang diperbolehkan dipesan untuk pelanggan kelas harga rendah ketika terdapat kemungkinan permintaan dari pelanggan kelas harga tinggi. Phillips (2005) menyebutkan bahwa terdapat dua kelas pada masalah alokasi kapasitas, yaitu pelanggan dengan kelas harga diskon masing-

masing membayar $p_d > 0$, dan pelanggan dengan kelas harga penuh masing-masing membayar lebih besar $p_f > p_d$.

Alokasi kapasitas memiliki permasalahan, yaitu berapa banyak pelanggan dengan kelas harga diskon yang diperbolehkan untuk memesan?, atau sama seperti berapa banyak kursi yang harus disediakan untuk pelanggan dengan kelas harga penuh?. Dengan fungsi tujuan utama yaitu memaksimalkan *expected revenue*.

Tujuan dari alokasi kapasitas dengan dua kelas yaitu menghitung batas pemesanan untuk harga diskon atau jumlah maksimal dari pemesanan untuk harga diskon yang diperbolehkan. Ketika terdapat hanya dua kelas harga, *protection level* untuk pemesanan dengan harga penuh sama dengan kapasitas kursi dikurangi batas pemesanan, yaitu $y = C - b$, dimana C merupakan kapasitas.

Inti dari permasalahan alokasi kapasitas (*capacity allocation problem*) yaitu *trade off* antara pengaturan batas pemesanan yang terlalu tinggi dan pengaturan batas pemesanan yang terlalu rendah. Ketika kita mengatur batas pemesanan (*booking limit*) terlalu rendah, kita akan menolak pelanggan dengan harga diskon tetapi tidak cukup melihat permintaan dengan kelas harga penuh untuk mengisi pesawat, sehingga pesawat akan berangkat dengan beberapa kursi kosong.

Phillips (2005) menjelaskan tentang kerugian (*spoilage*) dan keuntungan (*dilution*). *Spoilage* terjadi ketika terdapat kursi kosong pada pesawat, maka persediaan barang akan menjadi kerugian pada peristiwa keberangkatan pesawat saat itu. Sedangkan *dilution* terjadi ketika kita menambahkan pendapatan yang dapat diterima dari penambahan kursi untuk pemesanan dengan kelas harga tinggi. Tantangan dari permasalahan alokasi kapasitas yaitu bagaimana menyeimbangkan resiko dari *spoilage* dan *dilution* untuk memaksimalkan pendapatan.

Proses pengaturan pemesanan dinamis pada Phillips (2005), yaitu :

1. Menghitung batas awal pemesanan untuk maskapai penerbangan.
2. Ketika permintaan pemesanan untuk kelas j diterima, bandingkan dengan jumlah dari kursi yang dipesan dengan batas pemesanan saat ini untuk kelas tersebut.

3. Jika jumlah dari kursi yang dipesan melebihi batas pemesanan untuk kelas j , maka permintaan pemesanan akan ditolak dan lanjutkan ke langkah 6.
4. Jika jumlah dari kursi yang dipesan masih berada dalam batas pemesanan untuk kelas j , maka permintaan pemesanan akan diterima. Berdasarkan pada kemampuan sistem reservasi, (a) pengurangan batas pemesanan untuk kelas tersebut dengan ketersediaan positif dengan jumlah kursi yang diterima, (b) pengurangan batas pemesanan untuk semua kelas dengan jumlah kursi yang diterima.
5. Ketika pembatalan pemesanan, (a) kenaikan batas pemesanan untuk kelas tersebut dengan ketersediaan positif dengan jumlah kursi yang dibatalkan (*irreversible*), atau (b) kenaikan batas pemesanan untuk semua kelas dengan jumlah kursi yang dibatalkan (*reversible*).
6. Perhitungan ulang secara berkala untuk semua batas pemesanan berdasarkan pada total pemesanan dan permintaan pada setiap kelas sampai pada jadwal keberangkatan. Perhitungan ulang ini sering disebut sebagai *reoptimization*.

2.3.3 Overbooking

Kelebihan pemesanan (*overbooking*) sering terjadi ketika penjual ingin menjual produk dengan melebihi batasan kapasitas penjualan atau mereka percaya bahwa produk tersebut masih tersedia. Hal tersebut disebabkan karena maskapai penerbangan memprediksi adanya *no-show* dan *cancellation* pada satu jadwal keberangkatan, sehingga pihak maskapai melakukan *overbooking*. (Phillips, 2005). Tanpa adanya *overbooking*, ketika terjadi *no-show* dan *cancellation*, maka maskapai penerbangan akan kehilangan kesempatan untuk menerima pendapatan lebih. Tanpa kemampuan untuk menerima *overbook*, tidak hanya maskapai yang kehilangan kesempatan untuk mendapatkan pendapatan lebih, tetapi juga dapat memelihara dan mendukung sejumlah besar kapasitas yang berguna.

Overbooking akan berlaku pada perusahaan dengan karakteristik sebagai berikut :

- Kapasitas (atau *supply*) merupakan produk yang tidak dapat disimpan setelah jadwal keberangkatan terlewat pada periode tertentu (*perishable product*). Dan pemesanan diterima untuk penggunaan masa depan.
- Pelanggan diijinkan untuk melakukan *no-show* dan *cancellation*.
- Biaya untuk menolak pelayanan kepada pelanggan dengan pemesanan yang relatif rendah.

Berikut merupakan contoh terjadinya *overbooking* pada beberapa perusahaan : (Phillips, 2005)

Tabel 2.2. *Overbooking* yang terjadi di beberapa perusahaan

Perusahaan	Tingkat kepentingan <i>overbooking</i>	Perlakuan untuk pelanggan <i>overbook</i>
Penumpang maskapai penerbangan	<i>Very high</i>	Kompensasi dan akomodasi pada penerbangan lainnya
Bisnis perhotelan	<i>High</i>	Merekomendasikan pada hotel lain, biasanya tanpa penambahan kompensasi
Persewaan mobil	<i>High</i>	Menunggu atau merekomendasikan pada perusahaan lain.
Kargo pesawat	<i>High</i>	Merekomendasikan kembali jadwal pesawat selanjutnya
Perusahaan manufaktur (MTO)	<i>Medium</i>	<i>Back-order</i> atau menunda pengiriman
Jalur pelayaran	<i>Low</i>	Secara khusus tidak terjadi <i>overbook</i>
Resort hotel	<i>Low</i>	Secara khusus tidak terjadi <i>overbook</i>
Konser, <i>show</i> , dan <i>event</i>	<i>Low</i>	Tiket tidak dapat dikembalikan dengan <i>overbook</i> yang sangat sedikit

Pendekatan heuristik untuk menghitung total batas pemesanan (*booking limit*), yaitu :

$$b = C / \rho \quad (2.5)$$

dimana C merupakan kapasitas, dan ρ merupakan *show rate*.

Apabila maskapai penerbangan terjadi *overbook* pada jadwal penerbangan yang pertama, maka maskapai akan mencari pelanggan yang rela untuk mengambil jadwal penerbangan selanjutnya dengan mengembalikan kompensasi. Maskapai memiliki tipe dengan menaikkan biaya kompensasi sebesar satu atau dua kali jika

maskapai tidak mendapatkan relawan yang cukup. Jika maskapai tidak dapat menemukan relawan yang cukup, maka akan terjadi *bump passengers*.

Untuk mengoptimalkan batas pemesanan, pada Phillips (2005), terdapat tiga kemungkinan. Diasumsikan bahwa kita memiliki pengaturan batas pemesanan yaitu $b > C$ dan meningkatkan batas pemesanan dari b ke $b + 1$.

1. Permintaan kurang dari $b + 1$. Pada kasus tersebut, meningkatkan batas pemesanan tidak akan merubah jumlah kehadiran, dan berakibat batas pemesanan akan menjadi 0.
2. Permintaan lebih besar dari atau sama dengan $b + 1$ dan jumlah dari *no-show* lebih besar dari pada $b - C$. Pada kasus ini, maskapai akan mendapatkan pelanggan yang membayar tanpa *overbooking*. Keuntungan yang diterima yaitu sebesar p .
3. Permintaan lebih besar dari atau sama dengan $b + 1$ dan jumlah dari *no-show* kurang dari atau sama dengan $b - C$. Pada kasus ini, maskapai akan mendapatkan pelanggan yang membayar tetapi juga terjadi *bump* pada pelanggan lainnya. Akibatnya adalah $p - D$, karena $D > p$, ini merupakan kerugian bagi pihak maskapai penerbangan.

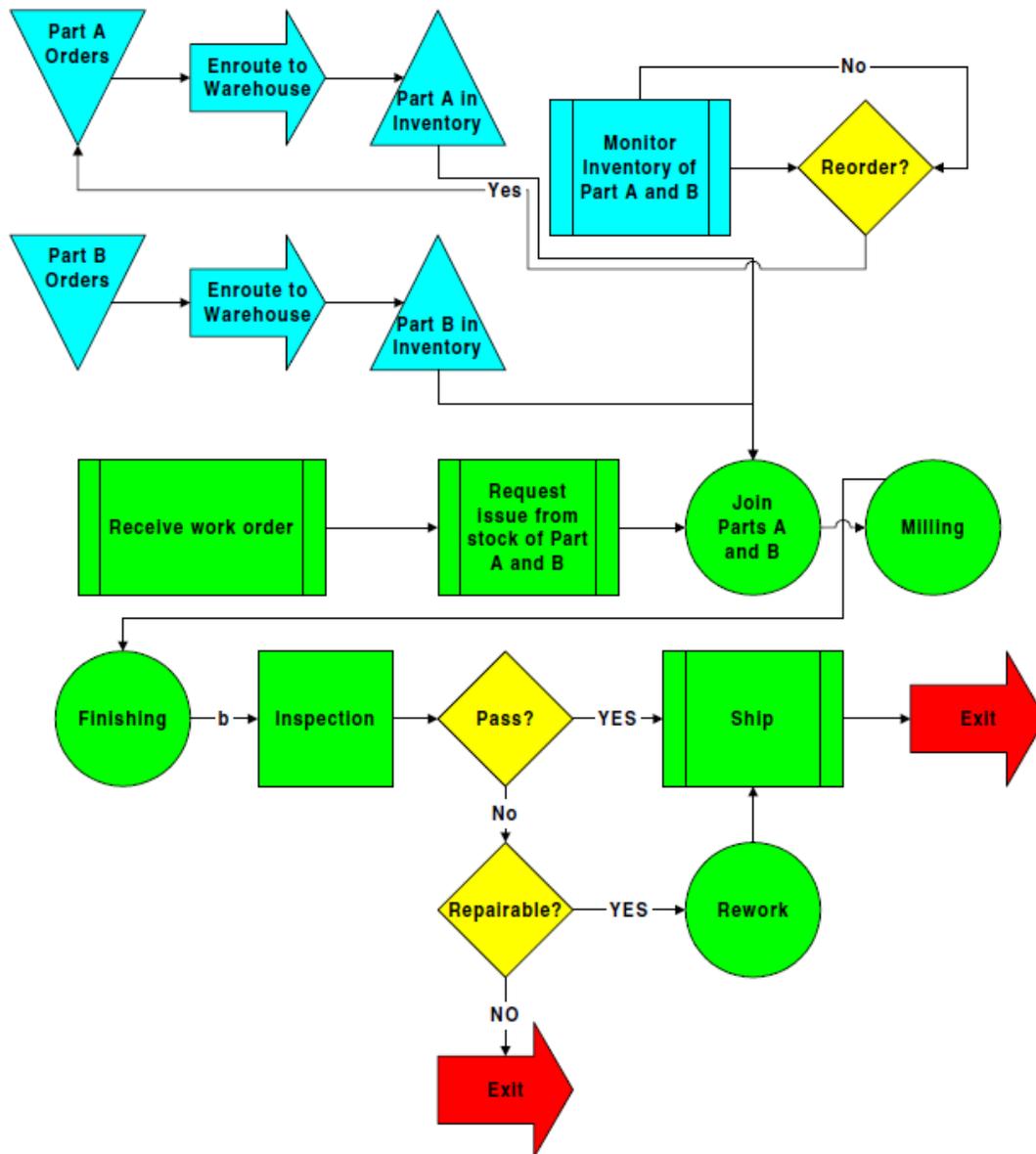
2.4 Discrete Event Simulation (DES)

Discrete Event Simulation (DES) merupakan alat analisis yang dapat digunakan secara luas. Sweetser (1999) menyatakan bahwa DES merupakan suatu model yang dapat meniru kinerja sistem yang ada dengan sangat erat dan dapat memberikan wawasan pengambilan keputusan. Keputusan yang dimaksud yaitu bagaimana kinerja dari sistem apabila dilakukan modifikasi atau bagaimana sistem yang baru dapat bekerja sepenuhnya. Untuk dapat mencapai kinerja pada proses kondisi nyata, model DES membutuhkan data yang akurat tentang bagaimana sistem dioperasikan dimasa lalu, atau perkiraan yang akurat tentang karakteristik operasi yang diusulkan oleh sistem.

Model pada DES dapat mewakili sistem dalam animasi komputer yang dapat memberikan pengambilan keputusan gambaran yang sangat baik tentang bagaimana proses beroperasi, dimana antrian terbentuk, dan bagaimana perbaikan yang diusulkan untuk sistem yang mungkin dapat merubah kinerja dari sistem tersebut. Seperti pada *system dynamics* (SD), DES juga dapat memberikan kemampuan membuat keputusan untuk model dan membandingkan kinerja dari sistem melalui berbagai alternative.

DES memiliki kemampuan yang membuatnya lebih sesuai digunakan untuk analisis secara detail dan spesifik. Sistem DES merubah pada titik-titik tertentu dan dalam waktu tertentu, sebagai contoh apakah sumber daya yang dikelola mengalami kegagalan, pada kejadian operator mengambil jam istirahat, pergeseran perubahan, dan lain sebagainya. DES dapat memberikan estimasi statistik yang valid dari ukuran kinerja yang terkait pada sistem, seperti jumlah entitas yang menunggu dalam antrian tertentu atau waktu tunggu pelanggan yang terpanjang.

DES juga dapat didefinisikan sebagai sistem yang sama sebagai kumpulan entitas yang saling berinteraksi bersama-sama menuju pemenuhan beberapa hal yang logis. Oleh karena itu, DES digunakan untuk memperoleh pemahaman tentang bagaimana suatu sistem yang ada dapat berperilaku. Berikut merupakan contoh diagram DES dari sistem produksi.



Gambar 2.2. Diagram DES dari sistem produksi (Sumber : Sweetser, 1999)

2.5 Gap dan Posisi Penelitian

Revenue Management merupakan strategi atau cara-cara yang digunakan untuk mengatur persediaan atau alokasi dari kapasitas yang dimiliki dengan perbedaan kelas harga (*fare classes*) dengan sisa waktu yang ada untuk memaksimalkan pendapatan. (Phillips, 2005). Manajemen pendapatan juga

merupakan hal yang penting dalam meningkatkan efektivitas dari suatu perusahaan. Huseyin Topaloglu (2007) meneliti tentang tawaran harga berdasarkan kapasitas yang tersisa. Inti dari metode yang digunakan pada Huseyin Topaloglu (2007), yaitu mempertimbangkan secara eksplisit dinamika kedatangan dari permintaan rencana perjalanan dan menghasilkan tawaran harga yang bergantung pada kapasitas *leg* yang tersisa.

Metode yang digunakan pada penelitian Huseyin Topaloglu (2007) adalah *relaxing* beberapa *constraints* yang berhubungan dengan *Lagrangian Relaxation* yang berhubungan dengan pembuatan keputusan untuk jadwal penerbangan yang berbeda dengan menghubungkan *Lagrange multipliers*. Hasil yang didapat dari penelitian tersebut yaitu menghasilkan tawaran harga yang bergantung pada seberapa banyak waktu yang tersisa sampai waktu keberangkatan dan berapa kapasitas yang tersisa pada *flight legs*. Ketika dibandingkan dengan metode *linear programming-based* untuk menghitung tawaran harga, metode yang digunakan lebih memiliki daya komputasi, tetapi meningkatkan *upper bounds* pada total *expected revenue* yang maksimum dan menyediakan tawaran harga yang mendapatkan *total expected revenue* yang signifikan.

Bharill dan Rangaraj (2008) meneliti tentang *premium segment* di Indian Railways yaitu Rajdhani Express. Tujuan dari penelitian tersebut adalah memaksimalkan pendapatan dengan strategi *overbooking* dan *cancellation*. Bharill dan Rangaraj (2008) meneliti bagaimana strategi *revenue management* dapat diaplikasikan untuk meningkatkan rata-rata dari pendapatan. Dalam penelitiannya terdapat tiga macam produk yang berbeda tetapi hanya diterapkan pada perjalanan *single-leg*. Bharill dan Rangaraj (2008) membangun model untuk mengestimasi permintaan untuk merubah harga tiket dan menambahkan biaya seperti biaya *booking cancellation*. Hasil dari penelitian tersebut merupakan penggunaan strategi harga tiket pada Indian Railways yang lebih kompetitif dengan tarif *restructuring* seperti yang dianjurkan.

Pada You (2008), mempelajari tentang bagaimana menentukan alokasi kursi pada penumpang untuk sistem *booking* pada kereta api. Tujuan dari penelitian tersebut yaitu memaksimalkan total pendapatan yang diharapkan dari semua perjalanan di kereta api dengan menentukan batas pemesanan untuk semua jenis tiket jaringan dengan menentukan batas pemesanan untuk semua jenis tiket. Diasumsikan bahwa terdapat dua segmen yaitu *full fare* dan *discount fare*. You (2008) menggunakan model *non-linear interger programming* dengan tujuan mengembangkan *booking limits* untuk semua jenis tiket pada kereta api. Metode yang digunakan diadaptasi dari pendekatan matematika dan pendekatan *meta-heuristic* untuk mengembangkan *hybrid heuristic* untuk menemukan batas pemesanan *rail network seat inventory problem*. Hasilnya menunjukkan bahwa metode *heuristic* merupakan solusi yang lebih unggul dibandingkan dengan *software Lingo* dan *DICOPT solver* karena pendekatan *heuristic* memiliki kinerja yang lebih baik dari segi kualitas.

Rusdiansyah et al. (2010) mengembangkan tentang *dynamic pricing* untuk dua penerbangan *parallel* yang dimiliki oleh maskapai yang sama. Rusdiansyah et al. (2010) memperluas model yang telah ada dengan *Joint Pricing Model* untuk penerbangan *parallel* dibawah pilihan perilaku penumpang. Rusdiansyah et al. (2010) mendefinisikan alokasi kursi untuk setiap kelas harga terlebih dahulu kemudian mengkombinasikan *Joint Pricing Model* dan *Expected Marginal Seat Revenue (EMSR) model*. Dengan menggunakan *hybrid model*, Rusdiansyah et al. (2010) membangun algoritma *dynamic programming-based*. Hasil yang diperoleh yaitu *expected revenue* dari kedua penerbangan tersebut secara signifikan diinduksi dengan bagian dari waktu flexibel penumpang dan jumlah kursi yang dialokasikan pada setiap kelas harga penuh.

Armstrong et al. (2010) mengembangkan penelitian tentang *multi-fare, multi-leg* pada kereta penumpang dan *single-leg, dynamic pricing* pada tiket penumpang dengan asumsi bahwa terjadi *bumping passenger* pada UK railway. Pada penelitian

ini diasumsikan bahwa terjadi *bumping passenger*, sedangkan pada kondisi nyata di UK jarang sekali terjadi *bumping passenger*.

Rusdiansyah et al. (2013) meneliti tentang penetapan harga tiket pesawat terbang berdasarkan waktu dan persediaan kursi dengan mempertimbangkan keputusan kompetitor. Penelitian tersebut mengembangkan model *dynamic pricing* untuk mendapatkan harga tiket yang optimal berdasarkan persediaan kursi, sisa waktu, serta perubahan harga tiket kompetitor untuk menghasilkan pendapatan yang maksimal. Model yang dikembangkan yaitu model perhitungan pendapatan yang diperoleh oleh maskapai penerbangan dengan kelas harga yang dibuka adalah kelas harga P_A untuk maskapai A (atau P_B untuk maskapai B). Hasil yang didapat dari penelitian tersebut adalah maskapai penerbangan A baik sebagai *follower* maupun sebagai perespon terhadap kompetitor (maskapai penerbangan B), akan memperoleh pendapatan yang maksimal apabila menggunakan strategi *increasing price*.

Hetrakul dan Cirillo (2013) meneliti tentang aplikasi dari *advanced econometric techniques* untuk pilihan penumpang kereta api pada konteks *revenue management*. Hetrakul dan Cirillo (2013) menggunakan tiga model pendekatan yaitu *multinomial logit*, *latent class*, dan *mixed logit* untuk diaplikasikan pada waktu pembelian tiket dan untuk tiga segmen pasar. Hasil yang diperoleh dari penelitian tersebut yaitu ditambah dengan algoritma optimasi, dapat digunakan oleh operator kereta api untuk mendukung kebijakan pengelolaan pendapatan seperti penetapan harga atau alokasi kursi. Kemudian Hetrakul dan Cirillo (2014) mengembangkan metode *multinomial logit* dan *latent class models* untuk menjelaskan waktu pembelian tiket kereta api penumpang. Kerangka kerja yang digunakan dalam hal biaya dan kapasitas berasal dari perilaku penumpang yang sebenarnya. Hasil yang didapat yaitu menerima permintaan dengan perjalanan jarak pendek dibandingkan dengan perjalanan jarak jauh akan lebih memberikan pendapatan yang besar.

Cadarso et al. (2014) meneliti tentang perencanaan frekuensi kereta api, penjadwalan dan *rolling stock assignment*, dan model sebagai *multi-commodity network flow* dengan mempertimbangkan kompetitif pasar transportasi. Tujuan dari

penelitian tersebut adalah memaksimalkan total keuntungan operator. Model yang digunakan yaitu *mixed interger non-linear programming* pada Spanish Railway. Hasil yang ditunjukkan pada penelitian tersebut yaitu ketika frekuensi pesaing meningkat, pangsa pasar yang diperoleh oleh operator kereta api sangat menurun. Namun, nilai frekuensi seperti yang diperkirakan oleh IHSRASM sedikit berkurang karena operator kereta api mencoba untuk mempertahankan keberadaan kompetitif di pasar. Hal ini juga berguna untuk mengetahui distribusi awal optimal *rolling stock*, yang bervariasi tergantung pada jadwal yang akan dilaksanakan. Ketika pangsa pasar *drops*, jumlah penumpang yang dilayani juga *drops*, dan karenanya laba, yang diberikan oleh fungsi tujuan, sangat *drops*.

Mumbower et al. (2014) meneliti tentang elastisitas *flight-level price* dengan menggunakan *database* dari harga *online* dan peta kursi yang diperlihatkan. Pendekatan yang dilakukan pada penelitian tersebut menggunakan pendekatan yang mengoreksi harga *endogeneity* dengan metode *Linear regression*. Hasil yang didapat yaitu bagaimana maskapai penerbangan dapat merancang harga promosi yang optimal dengan tidak hanya mempertimbangkan pada waktu keberangkatan tetapi juga minggu dimana pelanggan dapat diijinkan untuk membeli tiket. Penelitian ini juga menunjukkan bagaimana elastisitas harga yang digunakan oleh operator secara strategis sesuai dengan harga jual kompetitor.

Berikut tabel pemetaan dari penelitian tentang *revenue management* pada kereta api maupun pada maskapai penerbangan.

Tabel 2.3. Literatur Penelitian

Penulis	Tahun	Jenis Angkutan		Legs		Penetapan Harga	Metode
		Kereta	Pesawat	Multiple	Single		
Topaloglu	2007		v		v	<i>Bid prices</i>	<i>Deterministic Linear Program</i>
Bharill dan Rangaraj	2008	v			v	<i>Full Fare</i>	<i>Mathematical model (heuristic)</i>
You	2008	v		v		<i>Full fare dan discount fare</i>	<i>Heuristic</i>
Rusdiansyah et al.	2010		v		v	<i>Full Fare</i>	<i>Joint Pricing Model</i>
Armstrong et al.	2010	v		v		<i>Full Fare</i>	<i>Heuristic</i>
Rusdiansyah et al.	2013		v		v	<i>Full fare</i>	<i>Dynamic Pricing</i>
Hetrakul dan Cirillo	2013	v		v		<i>Full fare</i>	<i>Multinomial logit, Latent class, dan Mixed logit</i>
Hetrakul dan Cirillo	2014	v		v		<i>Full fare</i>	<i>Multinomial logit dan Latent class models</i>
Cadarso et al.	2014	v		v		<i>Full fare</i>	<i>Mixed interger non-linear programming</i>
Mumbower et al.	2014		v		v	<i>Full fare</i>	<i>Linear regression methods</i>

Berdasarkan beberapa penelitian yang telah disebutkan, peneliti mendapatkan *gap* dari penelitian yang telah dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk memaksimalkan pendapatan perusahaan kereta api di Indonesia melalui pemaksimalan persediaan kursi penumpang dengan mempertimbangkan penetapan harga tiket. Asumsi yang digunakan yaitu terdapat empat *subclass* pada kereta eksekutif (kelas A, H, I, dan J), dan terdapat *cancelation*. Penelitian menggunakan model simulasi diskrit pengelolaan pendapatan dan menerapkan beberapa skenario

penjualan tiket. Rute yang digunakan adalah rute Surabaya-Jakarta (*multi-leg*) dengan terdapat *loading unloading* penumpang pada stasiun antara.

BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini akan dijelaskan langkah-langkah yang dilakukan selama proses penelitian. Metodologi penelitian tersebut digunakan sebagai acuan sehingga penelitian dapat berjalan secara sistematis sesuai dengan *framework* penelitian. Tahapan dalam pelaksanaan penelitian akan dijelaskan pada sub bab dibawah ini.

3.1 Studi Literatur

Tahap studi literatur pada penelitian merupakan tahapan yang dilakukan pertama kali dalam menentukan arah penelitian. Pada tahap studi literatur, dilakukan dengan membandingkan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya melalui jurnal internasional. Penelitian tentang *revenue management* sebelumnya telah dilakukan oleh You (2008) mengenai bagaimana menentukan alokasi kursi pada penumpang untuk sistem *booking* pada kereta api. Diasumsikan bahwa terdapat dua segmen yaitu *full fare* dan *discount fare*. You (2008) menggunakan model *non-linear interger programming* dengan tujuan mengembangkan *booking limits* untuk semua jenis tiket pada kereta api. Selanjutnya terdapat penelitian dari Bharill dan Rangaraj (2008) tentang *premium segment* di Indian Railways yaitu Rajdhani Express. Bharill dan Rangaraj (2008) meneliti bagaimana strategi *revenue management* dapat diaplikasikan untuk meningkatkan rata-rata dari pendapatan. Bharill dan Rangaraj (2008) juga membangun model untuk mengestimasi permintaan untuk merubah harga tiket dan menambahkan biaya seperti biaya *booking cancellation*. Armstrong et al. (2010) mengembangkan penelitian tentang *multi-fare, multi-leg* pada kereta penumpang dan *single-leg, dynamic pricing* pada tiket penumpang dengan asumsi bahwa terjadi *bumping passenger* pada UK railway. Pada penelitian ini diasumsikan bahwa terjadi *bumping passenger*, sedangkan pada kondisi nyata di UK jarang sekali terjadi *bumping passenger*.

Studi lapangan juga dilakukan pada perusahaan kereta api, sehingga dapat mengetahui keadaan yang sebenarnya di Indonesia. Setelah dilakukan studi literatur, dapat ditemukan *gap* dari penelitian terdahulu yaitu menghitung *total expected revenue* dengan permasalahan pada *multi-fare*, *multi-leg*, dan *dynamic seat allocation*.

3.2 Pengembangan Model Simulasi

Pada tahap pengembangan model simulasi, terdapat beberapa konsep yaitu mengidentifikasi penumpang, menentukan batas pemesanan (*booking limit*) pada setiap kelas harga, menentukan jarak tempuh perjalanan, dan menentukan parameter permodelan. Konsep-konsep tersebut akan dijelaskan lebih detail pada sub bab dibawah ini.

a. Mengidentifikasi penumpang

Identifikasi penumpang terdiri dari tujuan penumpang dalam memilih rute perjalanan (dari tempat asal ke tempat tujuan), kelas harga tiket kereta api yang diinginkan, dan jumlah pemesanan yang dilakukan dalam satu transaksi.

b. Menentukan batas pemesanan (*booking limit*)

Sistem reservasi pada perusahaan kereta api harus dapat menentukan keterdesiaan kursi yang terdapat pada satu jadwal keberangkatan. Hal tersebut akan mempengaruhi penetapan batas pemesanan (*booking limit*). Sehingga ketika terjadi *cancellation*, maka perusahaan tidak mengalami kehilangan pendapatan karena terdapat kursi kosong dalam satu jadwal perjalanan kereta.

Pada saat terjadi pembatalan tiket (*cancellation*), perusahaan harus melakukan pembayaran kembali (*refund*). *Refund* digolongkan menjadi dua, yaitu dikenakan biaya sebesar 25% dari harga tiket. Pembatalan tiket dapat dilakukan maksimal satu jam sebelum waktu keberangkatan.

c. Menentukan tujuan rute perjalanan

Kereta api merupakan angkutan transportasi darat yang dapat melakukan perjalanan dari tempat asal ke beberapa tempat tujuan. Pada

penelitian ini, dilakukan pengembangan model dengan masalah *multi-leg* pada rute Surabaya-Jakarta. Hal ini berarti kereta api melakukan perjalanan dari Surabaya menuju stasiun akhir Jakarta dengan melakukan pemberhentian di beberapa stasiun untuk *loading* dan *unloading* penumpang kereta. Sehingga dapat diketahui pendapatan yang didapatkan oleh kereta api ketika pelanggan melakukan pemesanan tiket dalam jarak tempuh yang pendek atau panjang.

Pada hal ini penumpang dapat menentukan tujuan rute perjalanan yang diinginkan. Sebagai contoh, dalam rute Surabaya-Jakarta, penumpang dapat membeli tiket dengan tempat asal stasiun Surabaya dan berhenti di stasiun Madiun. Kemudian penumpang dapat juga membeli tiket dengan tempat asal stasiun Madiun dan berhenti di stasiun Jakarta. Berikut adalah tabel perjalanan kereta api dengan beberapa stasiun asal dan beberapa stasiun tujuan.

Tabel 3.1. Perjalanan dari stasiun asal ke stasiun tujuan

No.	Stasiun asal	Stasiun tujuan
1	SURABAYA	MADIUN
2	SURABAYA	YOGYA
3	SURABAYA	CIREBON
4	SURABAYA	JAKARTA
5	MADIUN	JAKARTA
6	YOGYA	JAKARTA
7	CIREBON	JAKARTA

d. Menentukan parameter permodelan

Parameter permodelan yang diterapkan pada penelitian ini yaitu memaksimalkan *total expected revenue* yang didapat pada perusahaan kereta api. *Revenue* pada kereta api penumpang dapat berupa menentukan batas pemesanan (*booking limit*), dan menentukan tujuan rute perjalanan. Menentukan batas pemesanan pada kereta api penumpang yaitu dengan menentukan berapa batas pemesanan untuk masing-masing kelas harga. Menentukan tujuan rute perjalanan yaitu dengan mengidentifikasi penumpang

dengan berapa penumpang yang melakukan perjalanan dengan rute Surabaya-Jakarta dan berapa penumpang yang melakukan perjalanan dengan rute Surabaya-Madiun atau Madiun-Jakarta.

3.3 Validasi dan Verifikasi Model Simulasi

Tahap validasi dan verifikasi model simulasi dilakukan apabila model simulasi yang telah dikembangkan dapat merepresentasikan dengan kondisi nyata dan apakah dalam model yang dikembangkan mengandung *error* atau tidak. Validasi dilakukan dengan menguji solusi yang didapat dengan membuat set data kecil.

3.4 Percobaan Numerik

Berdasarkan model simulasi yang telah dilakukan verifikasi dan validasi, maka dilakukan percobaan numerik untuk melihat perfomansi model terhadap perubahan parameter input yang diberikan. Pada tahap ini, peneliti membuat beberapa eksperimen dengan melakukan skenario kebijakan dan merubah parameter agar dapat mengetahui pada kondisi seperti apa perusahaan mendapatkan pendapatan (*revenue*) yang maksimal. Terdapat lima eksperimen yang dilakukan pada penelitian ini, yaitu Tabel 3.2. Beberapa eksperimen dengan skenario yang dilakukan

Eksperimen	SUB-JKT	Stasiun Antara	SUB-MDN	SUB-YGK	MDN-JKT				YGK-JKT			
1	100	0	0		0				0			
2	90	10	25	75	0	25	50	100	0	25	50	100
3	80	20	25	75	0	25	50	100	0	25	50	100
4	70	30	25	75	0	25	50	100	0	25	50	100
5	60	40	25	75	0	25	50	100	0	25	50	100
6	50	50	25	75	0	25	50	100	0	25	50	100

- Eksperimen 1 : Melakukan percobaan dengan alokasi kursi pada tujuan Surabaya-Jakarta sebesar 100% dan alokasi kursi pada stasiun antara 0% dengan terdapat pembatalan pemesanan (*cancellation*).

- Eksperimen 2 : Melakukan percobaan dengan alokasi kursi pada tujuan Surabaya-Jakarta sebesar 90% dan alokasi kursi pada stasiun antara sebesar 10%. Terdapat beberapa eksperimen yang dilakukan yaitu ketika tiket yang terjual pada rute Madiun-Jakarta sebesar 0%, 25%, 50%, dan 100%. Dan ketika tiket yang terjual pada rute Yogyakarta-Jakarta sebesar 0%, 25%, 50%, dan 100%, dengan terdapat pembatalan pemesanan.
- Eksperimen 3 : Melakukan percobaan dengan alokasi kursi pada tujuan Surabaya-Jakarta sebesar 80% dan alokasi kursi pada stasiun antara sebesar 20%. Terdapat beberapa eksperimen yang dilakukan yaitu ketika tiket yang terjual pada rute Madiun-Jakarta sebesar 0%, 25%, 50%, dan 100%. Dan ketika tiket yang terjual pada rute Yogyakarta-Jakarta sebesar 0%, 25%, 50%, dan 100%, dengan terdapat pembatalan pemesanan.
- Eksperimen 4 : Melakukan percobaan dengan alokasi kursi pada tujuan Surabaya-Jakarta sebesar 70% dan alokasi kursi pada stasiun antara sebesar 30%. Terdapat beberapa eksperimen yang dilakukan yaitu ketika tiket yang terjual pada rute Madiun-Jakarta sebesar 0%, 25%, 50%, dan 100%. Dan ketika tiket yang terjual pada rute Yogyakarta-Jakarta sebesar 0%, 25%, 50%, dan 100%, dengan terdapat pembatalan pemesanan.
- Eksperimen 5 : Melakukan percobaan dengan alokasi kursi pada tujuan Surabaya-Jakarta sebesar 60% dan alokasi kursi pada stasiun antara sebesar 40%. Terdapat beberapa eksperimen yang dilakukan yaitu ketika tiket yang terjual pada rute Madiun-Jakarta sebesar 0%, 25%, 50%, dan 100%. Dan ketika tiket yang terjual pada rute Yogyakarta-Jakarta sebesar 0%, 25%, 50%, dan 100%, dengan terdapat pembatalan pemesanan.
- Eksperimen 6 : Melakukan percobaan dengan alokasi kursi pada tujuan Surabaya-Jakarta sebesar 50% dan alokasi kursi pada stasiun antara sebesar 50%. Terdapat beberapa eksperimen yang dilakukan yaitu ketika tiket yang terjual pada rute Madiun-Jakarta sebesar 0%, 25%, 50%, dan 100%. Dan

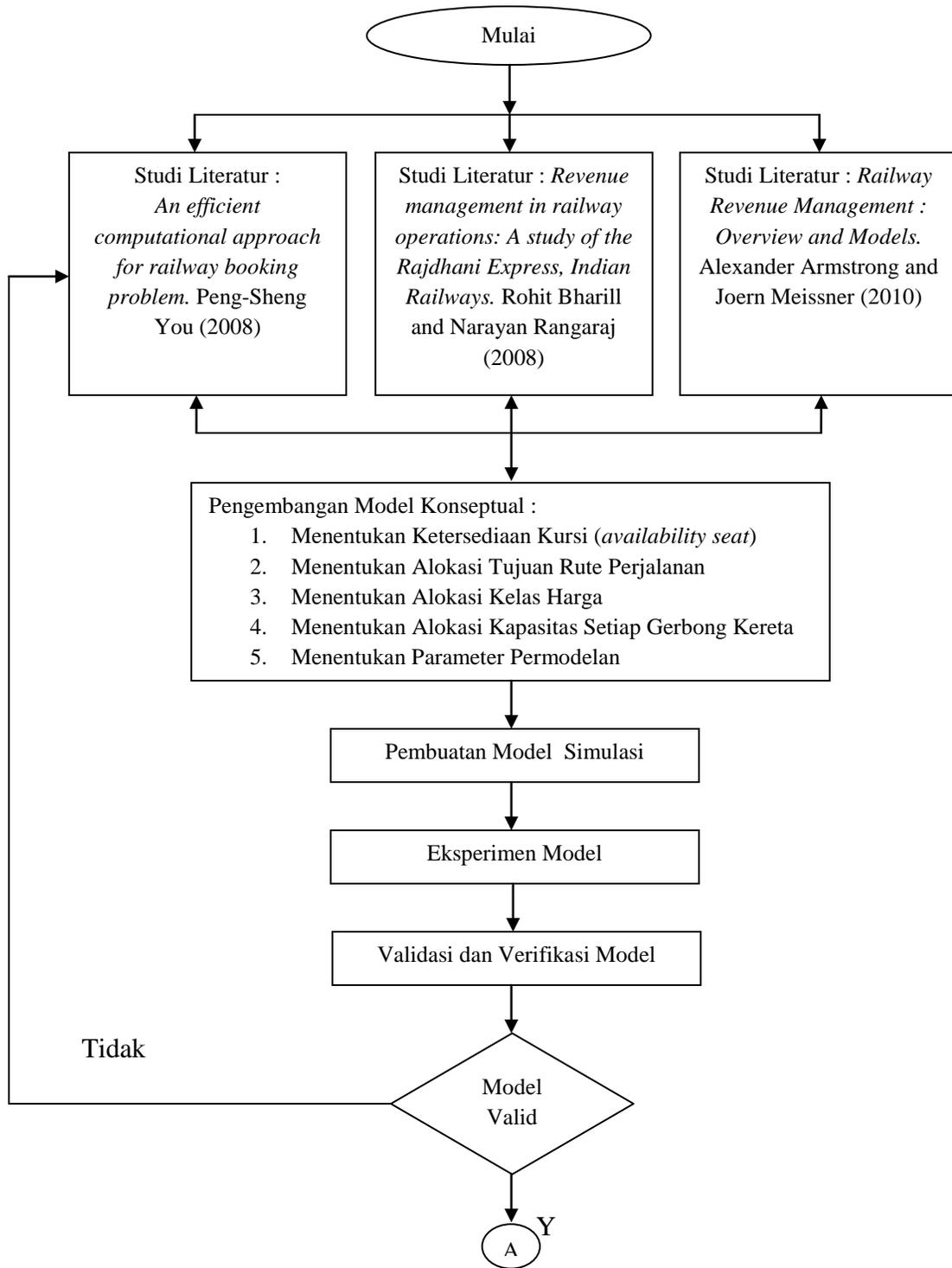
ketika tiket yang terjual pada rute Yogyakarta-Jakarta sebesar 0%, 25%, 50%, dan 100%, dengan terdapat pembatalan pemesanan.

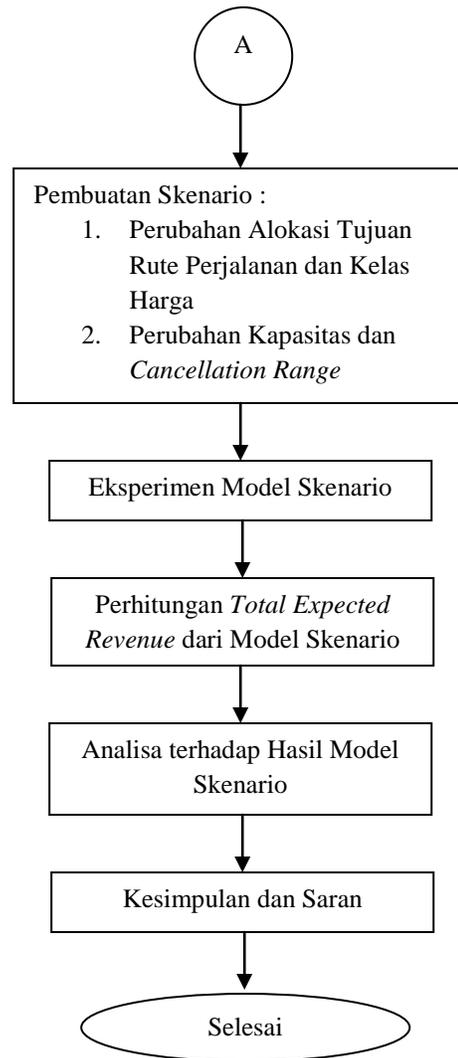
3.5 Perhitungan *Total Expected Revenue* dan Analisa Hasil Model Skenario

Pada tahap ini, dilakukan perhitungan *total expected revenue* yang dihasilkan dari beberapa skenario, yaitu pada skenario yang menghasilkan pendapatan yang maksimal. Kemudian dilakukan analisa hasil model skenario, setelah dilakukan percobaan numerik. Pada tahap ini, performansi dari model simulasi akan dievaluasi dan dianalisa hasil *revenue* terhadap beberapa kondisi input yang berbeda.

3.6 Penarikan Kesimpulan dan Saran

Setelah mengetahui hasil yang diperoleh dari penelitian, maka dilakukan penarikan kesimpulan. Kesimpulan didapatkan dari solusi yang dihasilkan untuk penelitian tersebut sehingga dapat menjawab tujuan penelitian yang berada diawal. Sedangkan saran akan memberikan masukan- masukan untuk penelitian selanjutnya.





Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian

BAB 4

PENGEMBANGAN MODEL DAN ALGORITMA

Pada bab ini akan dibahas mengenai model dan algoritma yang digunakan dalam penelitian. Model dan algoritma yang dikembangkan, digunakan untuk menyelesaikan permasalahan *dynamic seat allocation* pada tiket kereta api penumpang.

4.1 Deskripsi Permasalahan

Penelitian ini bertujuan untuk memaksimalkan pendapatan perusahaan kereta api di Indonesia melalui pemaksimalan persediaan kursi penumpang dengan mempertimbangkan harga tiket kereta api penumpang. Asumsi yang digunakan yaitu terdapat empat *subclass* pada kereta eksekutif yaitu kelas A, H, I, dan J, dan terdapat *cancellation*. Penelitian menggunakan model simulasi diskrit pengelolaan pendapatan dan menerapkan beberapa skenario penjualan tiket.

Penelitian ini menggunakan rute *multi-leg*, *multi-fare*, dan *dynamic seat allocation*. Rute *multi-leg* yang digunakan pada penelitian ini yaitu rute dari Surabaya menuju ke Jakarta. Rute dari Surabaya menuju Jakarta akan melalui beberapa pemberhentian stasiun, diantaranya stasiun Mojokerto, Jombang, Nganjuk, Madiun, Solo Balapan, Yogyakarta Tugu, Karang Anyar, Purwokerto, Cirebon, Jatinegara, dan berakhir di stasiun Jakarta Gambir. Stasiun yang digunakan hanya beberapa stasiun saja yang dipilih berdasarkan permintaan yang paling banyak. Stasiun tersebut terdapat pada tabel dibawah ini.

Tabel 4.1. Rute kereta api penumpang dari Surabaya menuju Jakarta

No.	Stasiun Asal	Stasiun Tujuan
1	Surabaya	Madiun
2	Surabaya	Yogyakarta Tugu
3	Surabaya	Cirebon
4	Surabaya	Jakarta
5	Madiun	Jakarta
6	Yogyakarta Tugu	Jakarta
7	Cirebon	Jakarta

Tiket kereta api penumpang yang digunakan yaitu tiket kereta api dengan kelas eksekutif. Kelas eksekutif memiliki empat macam kelas harga (*subclass*), yaitu kelas A, H, I, dan J. Kelas A merupakan kelas harga paling tinggi, begitu seterusnya sampai kelas J merupakan kelas harga yang paling rendah. Dari kelas-kelas tersebut akan dilakukan pengelolaan agar mendapatkan *booking limit* yang maksimal. *Booking limit* setiap kelas harga memberikan pengaruh terhadap pemaksimalan kursi dalam satu gerbong kereta. Kemudian akan dihitung pendapatan yang diperoleh dari tiket kereta api penumpang dalam satu rute perjalanan.

Perhitungan yang dilakukan untuk mendapatkan *booking limit* yang maksimal dengan cara mencari probabilitas penumpang pada masing-masing kelas harga. Data permintaan yang telah didapatkan sebelumnya, akan dilakukan perhitungan tentang berapa probabilitas permintaan untuk tujuan tersebut pada periode tertentu. Kemudian melakukan perhitungan berapa probabilitas permintaan pada kelas A, berapa probabilitas permintaan yang terdapat pada kelas H, berapa probabilitas permintaan untuk kelas I, dan berapa probabilitas permintaan untuk kelas J. Kemudian, dilakukan perhitungan juga untuk berapa pelanggan pada kelas tersebut yang bersedia berpindah kelas harga yang lebih rendah atau lebih tinggi ketika kursi pada kelas tersebut tidak tersedia. Sebagai contoh, berapa probabilitas penumpang pada kelas A yang bersedia berpindah pada kelas harga H, I, dan J ketika kursi pada kelas A tidak tersedia. Begitu pula sebaliknya, berapa probabilitas penumpang kelas J yang bersedia berpindah pada kelas A, H, dan I ketika kursi pada kelas J tidak tersedia. Perhitungan tersebut dilakukan untuk masing-masing kelas harga dengan tujuan dan periode tertentu.

Setelah melakukan perhitungan alokasi kursi pada masing-masing kelas harga, kemudian melakukan perhitungan alokasi kursi pada masing-masing kota tujuan yang telah ditentukan sebelumnya. Hal tersebut dapat dilakukan dengan melihat data historis, berapakah permintaan yang terdapat pada masing-masing kota tujuan tersebut. Ketika ada penumpang datang, maka sistem akan mengidentifikasi penumpang dengan melihat tujuan

pemberhentian pada stasiun mana dan tiket kelas apa yang diinginkan oleh penumpang tersebut.

Model yang telah dibuat, akan melakukan proses perhitungan pada sistem ketika terdapat penumpang datang dengan tujuan pemberhentian dan tiket kelas mana yang diinginkan. Jumlah kursi kosong akan berkurang satu kursi ketika ada penumpang yang melakukan pemesanan tiket pada tujuan perjalanan tersebut dan pada kelas yang diinginkan. Jumlah kursi kosong akan bertambah satu kursi ketika terdapat penumpang yang melakukan pembatalan pemesanan. Kemudian, sistem akan memperhitungkan berapa total kursi yang terjual pada satu rute perjalanan kereta api dari stasiun awal di Surabaya sampai stasiun Jakarta.

4.2 Pengembangan Model

Permasalahan pada penelitian ini dimodelkan menggunakan simulasi diskrit. Model simulasi yang digunakan akan merepresentasikan berapa pendapatan yang didapatkan dengan melihat *behavior* dari sistem tersebut. Terdapat beberapa hal yang perlu diperhitungkan pada model simulasi tersebut. Hal-hal tersebut yaitu, probabilitas kedatangan penumpang dengan masing-masing tujuan dan pada periode tertentu, probabilitas penumpang yang menginginkan kelas harga A, H, I, atau J pada setiap tujuan pemberhentian, jumlah kursi kosong yang masih tersedia ketika terdapat penumpang yang melakukan pemesanan, dan mempertimbangkan terjadinya pembatalan pemesanan serta biaya yang dikeluarkan perusahaan ketika terdapat pembatalan pemesanan pada tiket kereta api. Probabilitas-probabilitas tersebut yang akan dikembangkan sehingga dapat mengetahui *behavior system* yang telah dibuat.

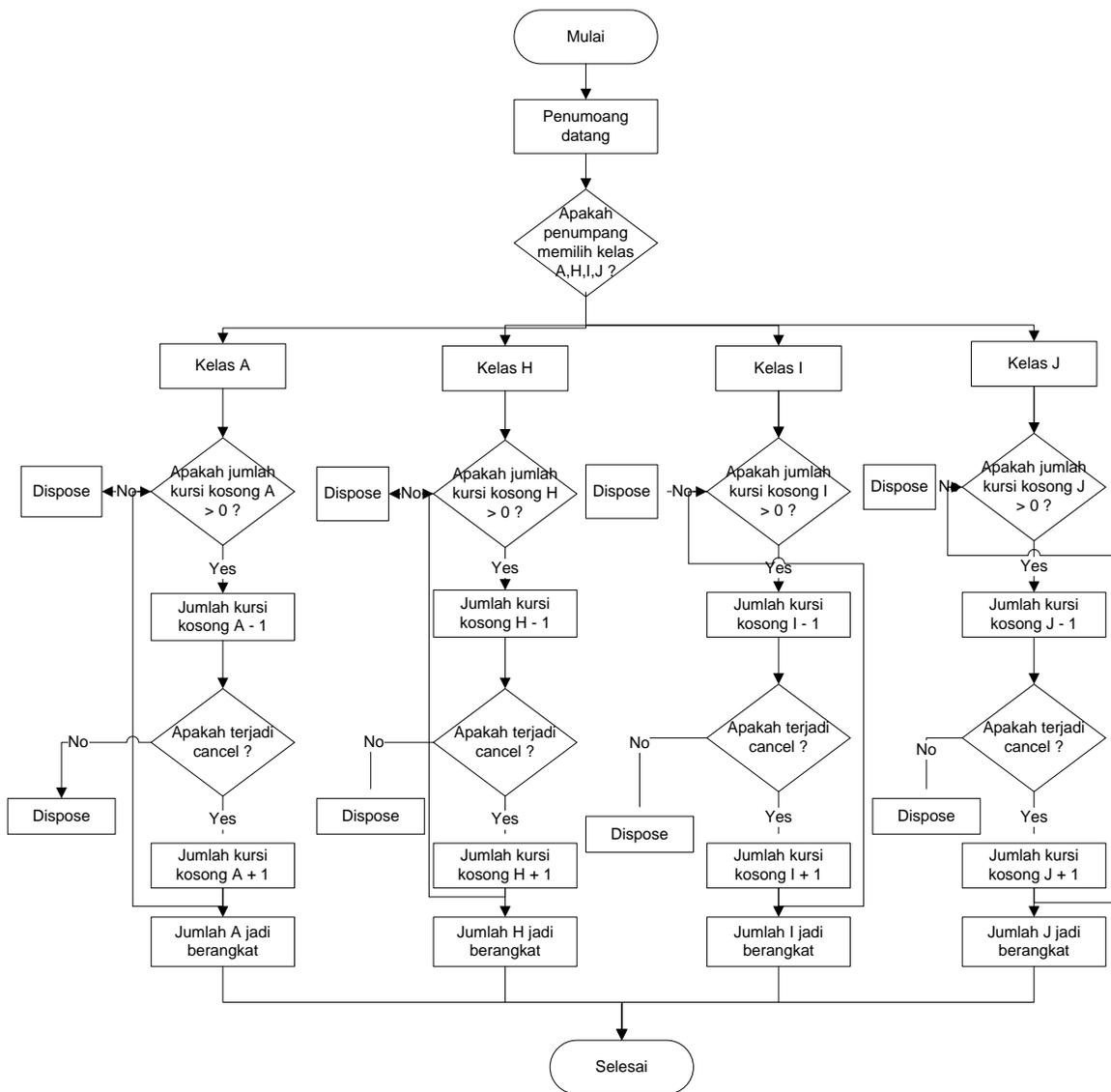
Pengembangan model yang dilakukan yaitu dengan penambahan beberapa stasiun tujuan pada model simulasi diskrit. Model yang dikembangkan yaitu dari model yang hanya memiliki satu tujuan perjalanan saja sampai dengan memiliki beberapa stasiun tujuan perjalanan, dengan periode tertentu. Sehingga model menjadi lebih kompleks karena harus mempertimbangkan berapa alokasi kursi pada masing-masing kelas harga dan pada masing-masing tujuan perjalanan sehingga dapat memperoleh pendapatan yang maksimal.

Pada model simulasi diskrit yang dibuat, dapat merepresentasikan kondisi nyata pada kasus pemesanan tiket kereta api. Ketika terdapat penumpang datang, maka sistem akan membagi pada beberapa periode pemesanan. Terdapat empat periode pemesanan pada sistem yang dibuat, yaitu periode H-90 keberangkatan sampai H-69, H-68 sampai H-46, H-45 sampai H-23, H-22 sampai hari H keberangkatan. Kemudian akan dialokasikan penumpang yang datang pada tujuan perjalanan dan kelas harga yang diinginkan.

Model yang dibuat juga dapat menghitung penumpang yang melakukan pembatalan tiket kereta. Ketika terjadi pembatalan pemesanan pada tiket kereta api, maka akan ada penambahan jumlah kursi kosong pada tujuan dan kelas harga tertentu. Pembatalan pemesanan yang diasumsikan pada model simulasi tersebut yaitu sebesar 25% pada setiap kelas harga. Sehingga akan ada kesempatan pada penumpang lainnya untuk melakukan pemesanan pada tujuan dan kelas harga yang telah ditentukan. Jumlah penumpang yang datang untuk melakukan pemesanan dan pembatalan pemesanan akan melebihi kapasitas kursi yang disediakan dalam satu rute perjalanan. Tetapi jumlah penumpang yang berangkat tetap sesuai dengan alokasi kursi yang disediakan. Sehingga tidak terdapat kursi kosong dalam satu jadwal perjalanan kereta api.

4.2.1 Model Simulasi *Existing*

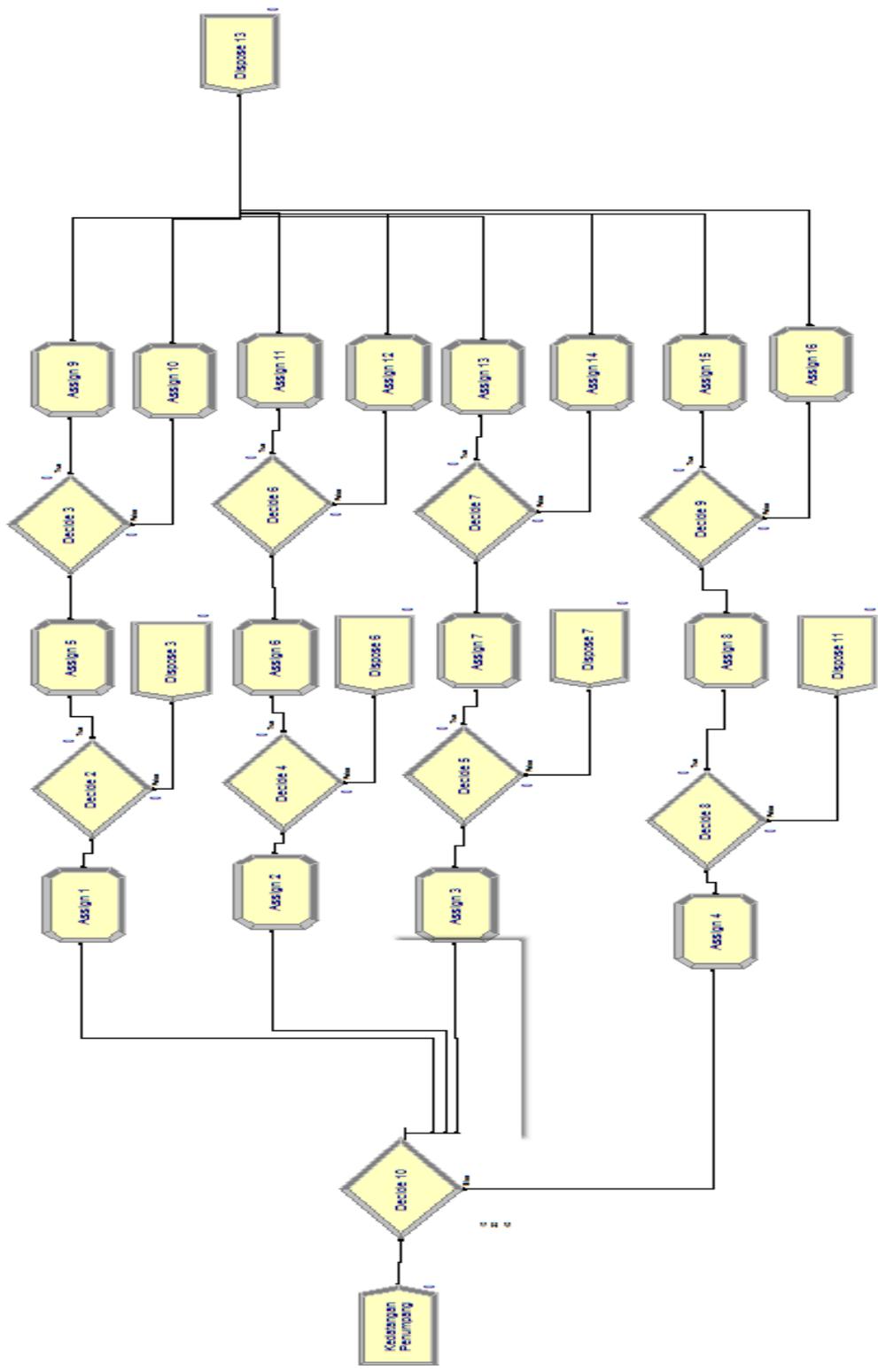
Penelitian ini menggunakan model simulasi diskrit untuk memodelkan suatu sistem atau tingkah laku dari sistem ketika terjadi pemesanan tiket kereta api. Dari model yang didapatkan, akan diketahui berapa pendapatan yang diperoleh perusahaan dalam satu rute perjalanan tertentu. Model *existing* yang terdapat pada penelitian ini yaitu dengan menggunakan rute stasiun asal Surabaya sampai dengan stasiun tujuan Jakarta Gambir.



Gambar 4.1. *Flow chart* rute perjalanan Surabaya-Jakarta kondisi *existing*

Model simulasi tersebut terbagi menjadi empat bagian, yaitu kedatangan penumpang untuk kelas harga A, kedatangan penumpang untuk kelas harga H, kedatangan penumpang untuk kelas harga I, dan kedatangan penumpang untuk kelas harga J. Kemudian sistem akan mengidentifikasi terlebih dahulu apakah jumlah kursi kosong lebih dari nol. Hal tersebut dilakukan pada masing-masing kelas harga. Setelah terjadi pemesanan tiket kereta, terdapat pula sistem pembatalan pemesanan. Ketika pembatalan pemesanan tersebut diterima, maka jumlah kursi kosong akan bertambah sebanyak satu. Tiket kereta yang telah dibatalkan dapat dijual kembali pada kelas harga tersebut. Sehingga, sistem akan menghitung jumlah penumpang yang berangkat pada satu rute perjalanan dari Surabaya menuju Jakarta Gambir.

Berikut merupakan model simulasi *existing* yang telah dibuat berdasarkan satu rute perjalanan kereta api dari Surabaya menuju Jakarta.



Gambar 4.2. Model simulasi *existing* rute Surabaya menuju Jakarta

Gambar 4.2. merupakan model *existing* yang digunakan pada penelitian ini. Pada gambar tersebut dapat diketahui jumlah tiket yang terjual dan jumlah tiket yang dibatalkan pada masing-masing kelas harga. Model simulasi yang dibuat dapat merepresentasikan jumlah kedatangan penumpang. Model simulasi yang digunakan dari Surabaya menuju Jakarta dengan kedatangan penumpang pada setiap kelas harga yaitu kelas A,H,I dan J. Kemudian terdapat pemberian *attribute* penumpang dengan kelas A yaitu B1, dengan jumlah sebesar satu penumpang. Pemberian *attribute* juga dilakukan untuk kelas H yaitu K1, dengan jumlah sebesar satu penumpang. *Attribute* untuk kelas I yaitu L1, dengan jumlah sebesar satu penumpang. *Attribute* untuk kelas J yaitu M1, dengan jumlah sebesar satu penumpang juga.

Selanjutnya, model simulasi akan berjalan ketika terdapat kedatangan penumpang yang dibedakan menjadi setiap kelas harga. Sebagai contoh, ketika terdapat kedatangan penumpang dengan kelas harga B1, maka akan terdapat keputusan diterima (*accept*) dan ditolak (*reject*) pada sistem permodelan. Sistem akan bekerja dengan keputusan diterima ketika jumlah kursi kosong yang terdapat pada B1 lebih dari nol, dan sistem akan bekerja dengan keputusan ditolak ketika jumlah kursi kosong yang terdapat pada B1 tidak lebih dari nol.

Ketika terdapat kedatangan penumpang dengan kelas harga K1, akan terdapat keputusan diterima dan ditolak pada sistem permodelan. Sistem akan bekerja dengan keputusan diterima ketika jumlah kursi kosong yang terdapat pada K1 lebih dari nol, dan sistem akan bekerja dengan keputusan ditolak ketika jumlah kursi kosong yang terdapat pada K1 tidak lebih dari nol. Kemudian, ketika terdapat kedatangan penumpang dengan kelas harga L1, akan terdapat keputusan diterima dan ditolak pada sistem. Sistem akan bekerja dengan keputusan diterima ketika jumlah kursi kosong yang terdapat pada L1 lebih dari nol, dan sistem akan bekerja dengan keputusan ditolak ketika jumlah kursi kosong yang terdapat pada L1 tidak lebih dari nol.

Ketika terdapat kedatangan penumpang dengan kelas harga M1, terdapat keputusan yang dijalankan oleh sistem. Keputusan tersebut berupa diterima dengan dapat memesan kelas tersebut atau ditolak dengan tidak dapat memesan tiket pada kelas tersebut.

Keputusan diterima yang dilakukan oleh sistem, akan didapat ketika alokasi kursi yang disediakan pada kelas M1 masih tersisa, yaitu jumlah kursi kosong yang terdapat pada kelas M1 lebih dari nol. Keputusan ditolak yang dilakukan oleh sistem, akan didapat ketika alokasi kursi yang disediakan pada kelas M1 sudah habis, yaitu jumlah kursi kosong yang terdapat pada kelas M1 tidak lebih dari nol, dan sistem akan berhenti melakukan perhitungan.

Kemudian, ketika keputusan pada sistem diterima, maka sistem akan melakukan perhitungan selanjutnya yaitu, jumlah kursi kosong pada kelas tersebut dikurangi satu penumpang. Sebagai contoh, ketika terdapat keputusan diterima pada kelas harga B1, maka jumlah kursi kosong yang terdapat pada B1 dikurangi dengan satu penumpang, begitu seterusnya sampai alokasi kursi yang disediakan habis. Ketika terdapat keputusan diterima pada kelas harga K1, maka jumlah kursi kosong yang terdapat pada K1 dikurangi dengan satu penumpang, begitu seterusnya sampai alokasi kursi yang disediakan pada kelas tersebut habis.

Ketika terdapat keputusan diterima pada kelas harga L1, maka jumlah kursi kosong yang terdapat pada L1 dikurangi dengan satu penumpang, begitu seterusnya sampai alokasi kursi yang disediakan pada kelas tersebut habis. Ketika terdapat keputusan diterima pada kelas harga M1, maka jumlah kursi kosong yang terdapat pada M1 dikurangi dengan satu penumpang, begitu seterusnya sampai alokasi kursi yang disediakan pada kelas tersebut habis.

Setelah terjadi pemesanan pada tiket penumpang kereta api, maka terdapat peristiwa yaitu terjadinya pembatalan pemesanan pada tiket penumpang. Pembatalan pemesanan tiket kereta akan bekerja pada sistem dengan terdapat dua keputusan yaitu diterima dengan terjadi penambahan alokasi jumlah kursi kosong pada kelas tersebut dan diterima dengan terjadi penambahan jumlah penumpang yang jadi berangkat. Keputusan pada sistem akan diterima ketika pembatalan pemesanan disetujui oleh sistem, maka perhitungannya menjadi jumlah kursi kosong pada kelas tersebut ditambahkan satu penumpang atau alokasi kursi yang tersedia pada kelas tersebut terjadi penambahan sebesar satu penumpang. Keputusan pada sistem akan diterima ketika jumlah penumpang pada kelas tersebut yang jadi

berangkat ditambahkan satu penumpang. Jadi, sistem akan menghitung ketika terdapat penumpang memesan tiket yang telah dibatalkan sebelumnya, maka jumlah penumpang pada kelas tersebut yang jadi berangkat ditambah satu penumpang.

Ketika terdapat kedatangan penumpang pada kelas B1 dengan pembatalan tiket, maka sistem akan memperhitungkan jumlah kursi kosong pada kelas B1 ditambahkan dengan satu penumpang. Sedangkan, ketika terdapat kedatangan penumpang kelas B1 dengan melakukan pemesanan tiket yang telah dibatalkan sebelumnya, maka sistem akan memperhitungkan jumlah penumpang pada kelas B1 yang jadi berangkat ditambah satu penumpang. Ketika terdapat kedatangan penumpang pada kelas K1 dengan pembatalan tiket, maka sistem akan memperhitungkan jumlah kursi kosong pada kelas K1 ditambahkan dengan satu penumpang. Sedangkan, ketika terdapat kedatangan penumpang kelas K1 dengan melakukan pemesanan tiket yang telah dibatalkan sebelumnya, maka sistem akan memperhitungkan jumlah penumpang pada kelas K1 yang jadi berangkat ditambah satu penumpang.

Ketika terdapat kedatangan penumpang pada kelas L1 dengan pembatalan tiket, maka sistem akan memperhitungkan jumlah kursi kosong pada kelas L1 ditambahkan dengan satu penumpang. Sedangkan, ketika terdapat kedatangan penumpang kelas L1 dengan melakukan pemesanan tiket yang telah dibatalkan sebelumnya, maka sistem akan memperhitungkan jumlah penumpang pada kelas L1 yang jadi berangkat ditambah satu penumpang. Ketika terdapat kedatangan penumpang pada kelas M1 dengan pembatalan tiket, maka sistem akan memperhitungkan jumlah kursi kosong pada kelas M1 ditambahkan dengan satu penumpang. Sedangkan, ketika terdapat kedatangan penumpang kelas M1 dengan melakukan pemesanan tiket yang telah dibatalkan sebelumnya, maka sistem akan memperhitungkan jumlah penumpang pada kelas M1 yang jadi berangkat ditambah satu penumpang.

Setelah mendapatkan jumlah penumpang yang melakukan pemesanan tiket kereta pada rute Surabaya menuju Jakarta, maka dapat dihitung perolehan pendapatan pada perusahaan. Perhitungan tersebut pada You (2008), yaitu :

Pendapatan = (harga tiket untuk tipe kelas (k) tujuan (i,j)) x (jumlah tiket yang terjual untuk tipe kelas (k) tujuan (i,j)).

4.2.2 Model Pengembangan

Model pengembangan yang dilakukan pada penelitian ini yaitu dengan menambah rute pemberhentian. Masing-masing kedatangan penumpang, akan dibagi lagi berdasarkan asal kota dan tujuan yang diinginkan. Asal kota dan tujuan yang pertama yaitu dari Surabaya menuju Madiun, dari Surabaya menuju Yogyakarta Tugu, dari Surabaya menuju Cirebon, dari Surabaya menuju Jakarta. Kemudian terdapat juga penumpang yang berangkat dari stasiun atau kota antara, yaitu dari Madiun menuju Jakarta, dari Yogyakarta Tugu menuju Jakarta, dari Cirebon menuju Jakarta. Adapun harga tiket kereta api penumpang yang terdapat pada masing-masing tujuan dan pada setiap kelas harga.

Tabel 4.2. Harga tiket kereta api penumpang dari kota asal menuju kota tujuan dengan masing-masing kelas harga

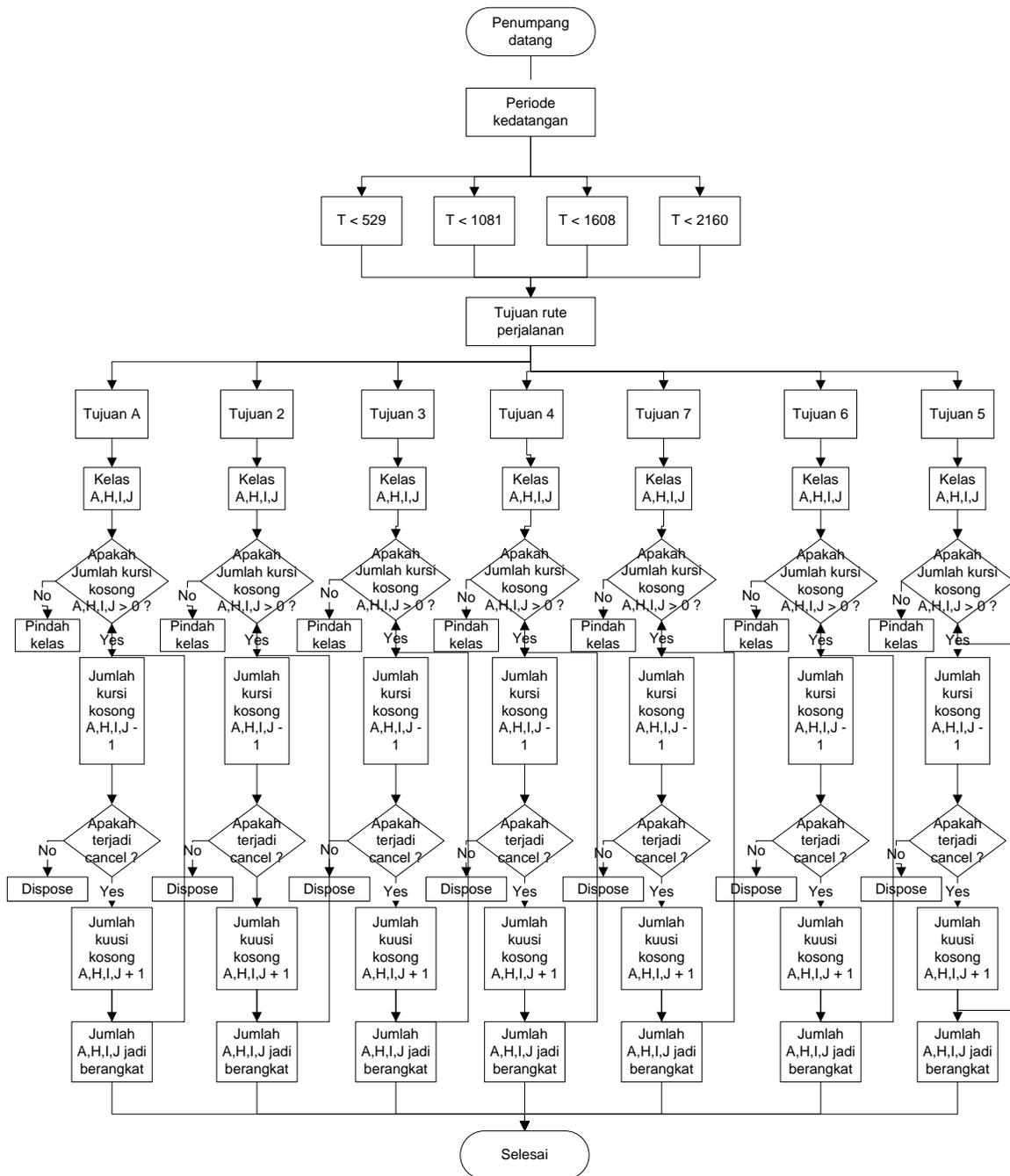
		Harga Tiket				
No.	Stasiun asal	Stasiun tujuan	A	H	I	J
1	SURABAYA	MADIUN	285	260	240	225
2	SURABAYA	YOGYA	285	260	240	225
3	SURABAYA	CIREBON	495	460	425	395
4	SURABAYA	JAKARTA	495	460	425	395
5	MADIUN	JAKARTA	495	460	425	395
6	YOGYA	JAKARTA	390	360	335	310
7	CIREBON	JAKARTA	285	260	240	225

Terdapat pula biaya pembatalan pemesanan sebesar 25% dari harga tiket yang dipesan.

Tabel 4.3. Biaya pembatalan tiket kereta api penumpang dari kota asal menuju kota tujuan dengan masing-masing kelas harga

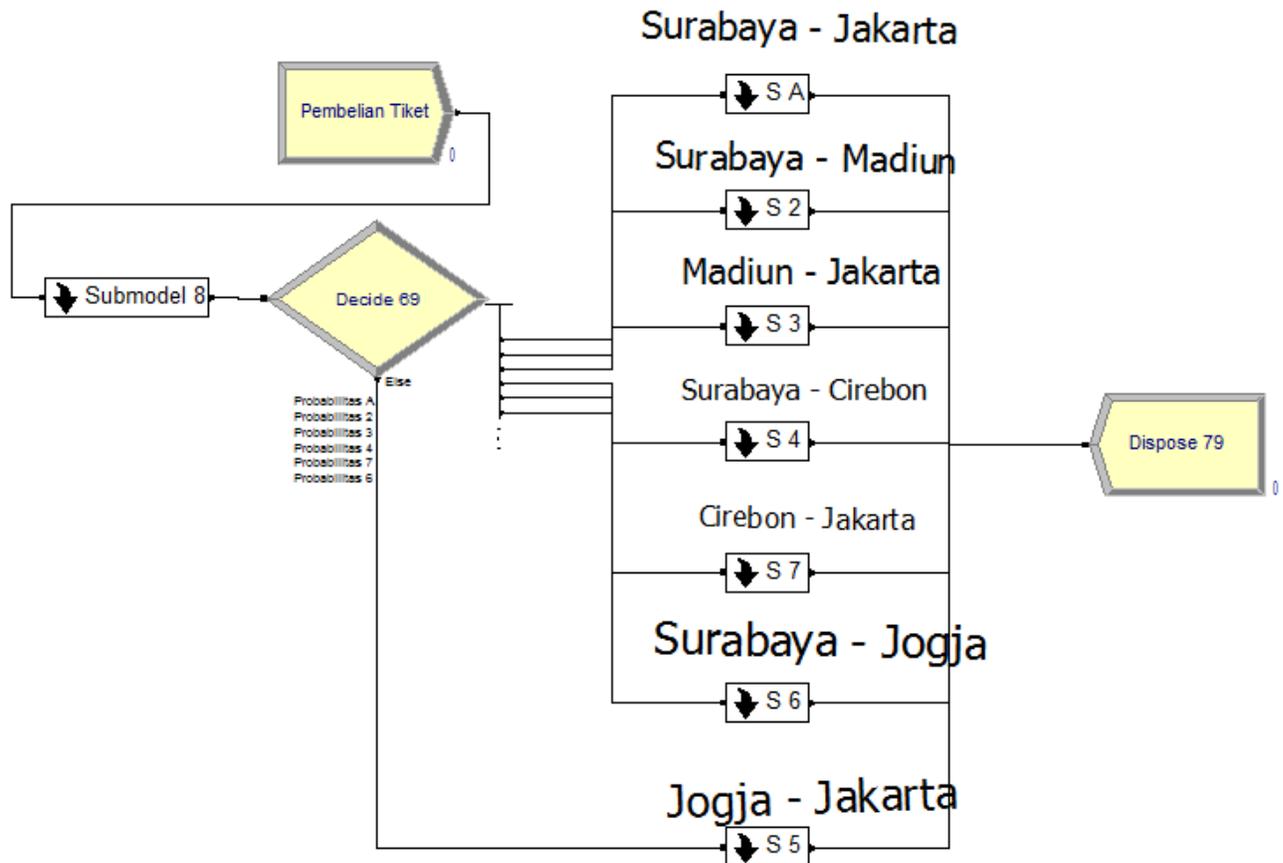
Biaya Pembatalan Tiket						
No.	Stasiun asal	Stasiun tujuan	A	H	I	J
1	SURABAYA	MADIUN	213.75	195	180	168.75
2	SURABAYA	YOGYA	213.75	195	180	168.75
3	SURABAYA	CIREBON	371.25	345	318.75	296.25
4	SURABAYA	JAKARTA	371.25	345	318.75	296.25
5	MADIUN	JAKARTA	371.25	345	318.75	296.25
6	YOGYA	JAKARTA	292.5	270	251.25	232.5
7	CIREBON	JAKARTA	213.75	195	180	168.75

Berikut merupakan gambar *flow chart* pengembangan rute perjalanan. Terdapat tujuh rute perjalanan pada *flow chart* dibawah ini.



Gambar 4.3. Flow chart pengembangan tujuh rute perjalanan

Gambar berikut merupakan model simulasi untuk masing-masing kota tujuan. Terdapat tujuh kota tujuan yang dimodelkan pada sistem tersebut, yaitu :



Gambar 4.4. Model pengembangan rute Surabaya menuju Jakarta

Gambar 4.4. diatas menunjukkan model pengembangan dari Surabaya menuju Jakarta Gambar dengan masing-masing kota tujuan. Pada awal kedatangan penumpang, dibagi menjadi empat periode, yaitu periode H-90 keberangkatan sampai H-69, H-68 sampai H-46, H-45 sampai H-23, H-22 sampai hari H keberangkatan. Kemudian, sistem akan membagi dari waktu kedatangan penumpang menuju ke rute tujuan yang diinginkan oleh penumpang. Terdapat tujuh rute tujuan yang diambil pada penelitian ini. Rute tersebut yaitu :

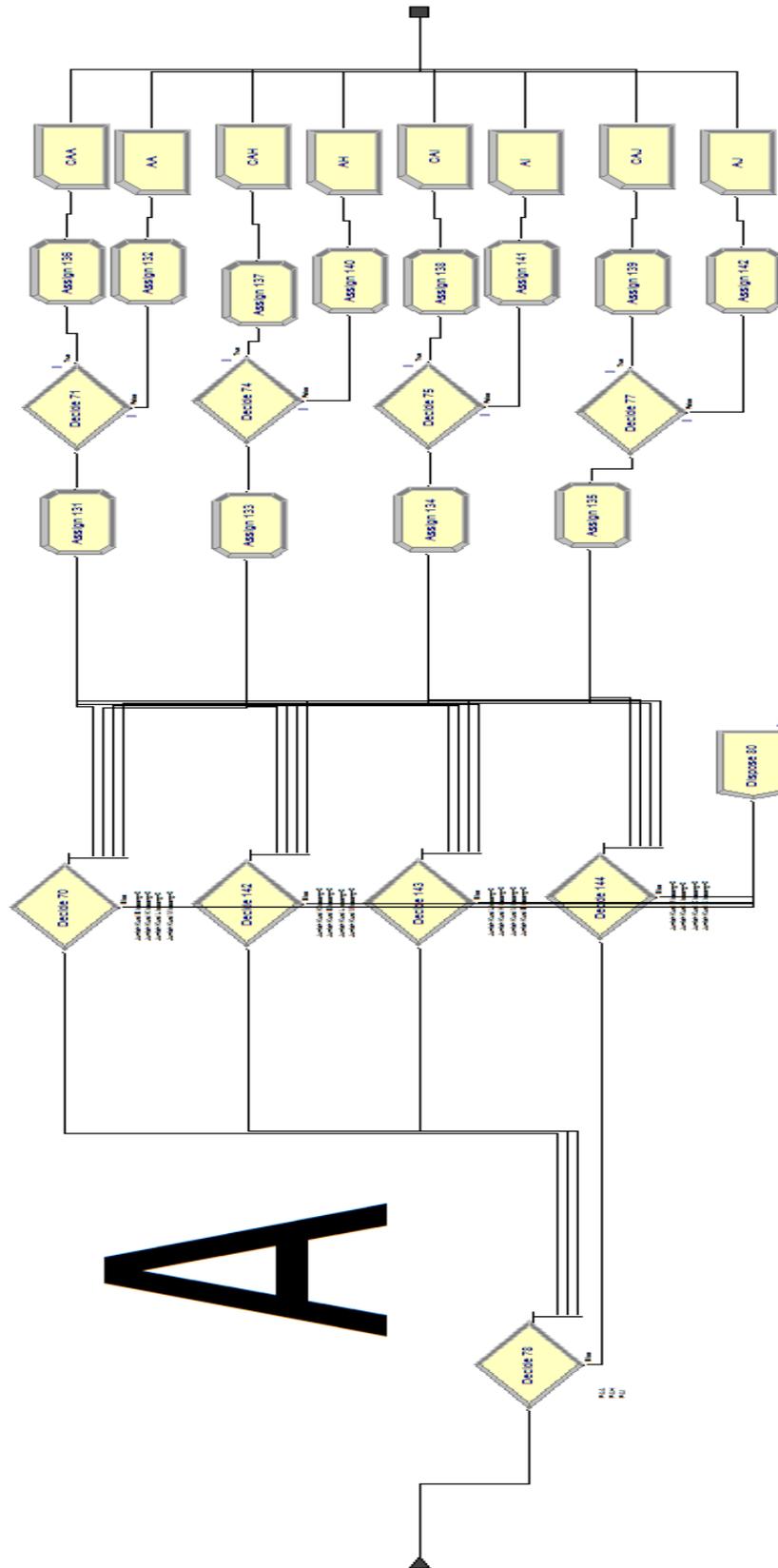
Tabel 4.4. Rute tujuan perjalanan dari Surabaya menuju Jakarta

Kode	Stasiun Asal	Stasiun Tujuan
A	Surabaya	Jakarta
2	Surabaya	Madiun
3	Madiun	Jakarta
4	Surabaya	Cirebon
7	Cirebon	Jakarta
6	Surabaya	Yogyakarta
5	Yogyakarta	Jakarta

Sistem yang berada pada model tersebut menunjukkan bahwa, penumpang yang datang dengan waktu kedatangan tertentu, kemudian dilanjutkan dengan pemilihan rute perjalanan yang diinginkan. Angka yang terdapat pada rute perjalanan tersebut berupa probabilitas. Probabilitas pada tujuan rute perjalanan dari stasiun asal menuju stasiun tujuan tersebut yang akan disesuaikan dengan kondisi nyata. Selanjutnya, sistem terbagi menjadi setiap rute perjalanan dengan kode-kode yang telah berada pada tabel diatas.

Sebagai contoh rute perjalanan dengan kode A, yaitu dari Surabaya menuju Jakarta. Pada kode rute perjalanan A, akan dibagi lagi menjadi beberapa kelas harga. Terdapat empat kelas harga pada setiap rute perjalanan, yaitu kelas A, kelas H, kelas I, dan kelas J. Kelas A merupakan kelas harga yang paling tinggi, harga yang ditetapkan seperti terdapat pada tabel 4.1. yang telah dibahas sebelumnya. Kelas H merupakan kelas dengan harga dibawah kelas A, kelas I merupakan kelas dengan harga dibawah kelas H, dan kelas J merupakan kelas dengan harga dibawah kelas I atau merupakan kelas harga paling rendah.

Sistem yang telah dikembangkan, akan mengidentifikasi kelas harga yang diinginkan dari penumpang. Sistem tersebut akan ditunjukkan pada gambar dibawah ini.



Gambar 4.5. Rute A dengan kelas harga A,H,I, dan J

Gambar 4.5. diatas merupakan tujuan rute perjalanan dengan kode A, yaitu dari Surabaya menuju Jakarta. Pada rute perjalanan dengan kode A, terdapat empat kelas harga, yaitu kelas A,H,I dan J. Sebagai contoh, ketika terdapat penumpang pada tujuan A dengan kelas harga A, maka sistem akan mengidentifikasi apakah kursi pada tujuan A dengan kelas harga A masih tersedia atau tidak. Perhitungan yang dilakukan oleh sistem yaitu dengan kondisi (jumlah kursi kosong > 0). Ketika jumlah kursi kosong lebih dari nol, maka akan dilanjutkan pada proses selanjutnya. Apabila masih tersedia, maka sistem akan melanjutkan dengan mengidentifikasi kursi kosong yang tersedia. Perhitungan yang dilakukan oleh sistem yaitu (jumlah kursi kosong $- 1$). Artinya apabila terdapat satu permintaan pada tujuan A dengan kelas A, maka jumlah kursi kosong yang tersedia untuk kelas A dikurangi 1 kursi. Kelas yang lain yaitu H,I, dan J juga dilakukan dengan perhitungan yang sama seperti kelas A.

Sistem yang terdapat pada gambar 4.5. diatas merepresentasikan kondisi pada masing-masing kelas harga. Apabila kursi kosong yang terdapat pada pada kelas A telah terisi penuh atau jumlah kursi kosong sama dengan nol, maka sistem akan menawarkan kelas harga yang terdekat dengan kelas A. Kelas harga yang terdekat dengan kelas harga A pada model tersebut yaitu kelas harga H. Sehingga, sistem akan menawarkan kelas harga H.

Pada kelas harga H, sistem mengidentifikasi apakah ketersediaan kursi kosong pada kelas H masih tersedia. Apabila masih tersedia, maka sistem akan melanjutkan prosesnya. Apabila tidak tersedia, maka sistem akan menawarkan kelas harga lain yang terdekat dengan kelas harga sebelumnya. Dalam hal ini adalah kelas harga yang terdekat dengan kelas H yaitu kelas I. Pada kelas harga I, sistem akan mengidentifikasi kembali ketersediaan kursi kosong pada kelas I. Apabila masih tersedia, maka sistem akan melanjutkan prosesnya. Apabila tidak tersedia, maka sistem akan menawarkan kelas lain yang terdekat dengan kelas harga sebelumnya. Dalam hal ini, kelas harga yang terdekat dengan kelas I yaitu kelas J. Seperti pada proses sebelumnya, sistem akan mengidentifikasi kembali ketersediaan kursi kosong pada kelas J. Apabila masih tersedia, maka sistem akan melanjutkan prosesnya. Apabila tidak tersedia, maka penumpang akan terdispose. Ketika

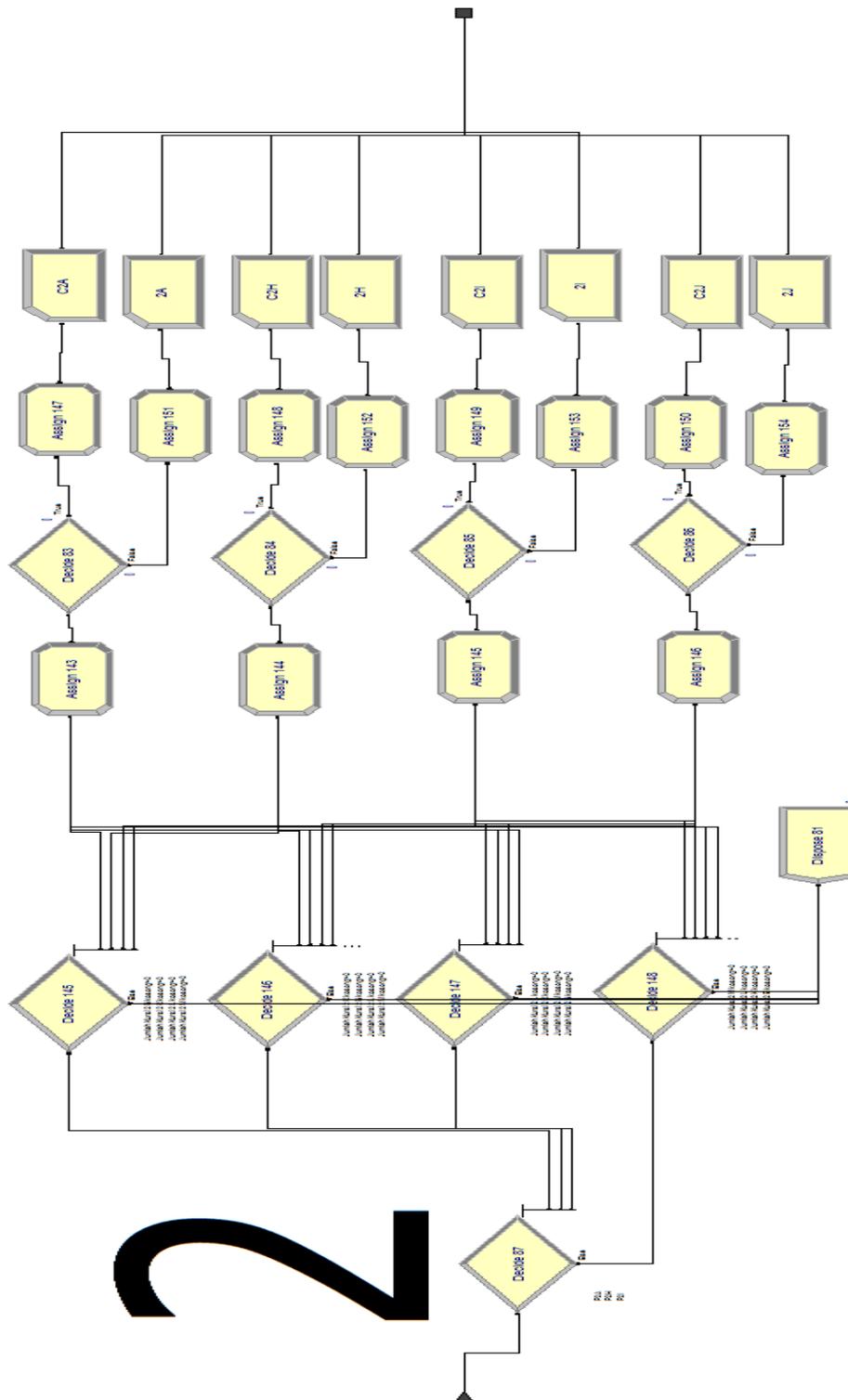
penumpang terdispose, maka perusahaan akan kehilangan kesempatan untuk mendapatkan pendapatan.

Hal seperti penumpang terdispose karena tidak mendapatkan kursi kosong terjadi karena periode kedatangannya. Sistem yang dibuat pada penelitian ini berdasarkan pada periode atau waktu kedatangan. Ketika periode kedatangannya sebanyak 1 entitas dalam waktu 1 menit, maka penumpang yang datang pada periode akhir tidak mendapatkan kursi kosong. Karena penumpang datang dengan cepat pada periode awal. Ketika periode kedatangan penumpang sebanyak 1 entitas dalam waktu 3 jam, maka semua penumpang yang datang akan mendapatkan kursi. Tetapi terdapat kursi kosong dalam perjalanan tersebut, sehingga perusahaan tidak mendapatkan pendapatan yang maksimal.

Identifikasi selanjutnya yaitu dengan memperhitungkan jumlah kursi kosong yang tersisa. Perhitungan yang dilakukan pada sistem yaitu (jumlah kursi kosong - 1). Identifikasi perhitungan tersebut dilakukan untuk masing-masing kelas harga. Setelah dilakukan perhitungan jumlah kursi kosong, maka sistem akan melanjutkan prosesnya. Proses selanjutnya yaitu terdapat pembatalan tiket kereta penumpang pada masing-masing kelas harga sejumlah 25%. Kemudian, sistem akan melakukan perhitungan kembali, yaitu (jumlah kursi kosong + 1) ketika terjadi pembatalan dan (jumlah yang jadi berangkat pada kelas tersebut + 1) ketika tiket yang dibatalkan dijual kembali.

Pembatalan pada tiket kereta dapat terjadi pada masing-masing kelas harga. Hal tersebut berarti bahwa tiket yang telah dibatalkan oleh penumpang, akan mendapatkan kesempatan untuk dijual kembali. Sehingga, perusahaan tidak kehilangan kesempatan untuk memperoleh pendapatan.

Gambar berikut merupakan sistem yang dibuat untuk rute perjalanan dari Surabaya menuju Madiun dengan menggunakan kode 2.



Gambar 4.6. Rute 2 dengan kelas harga A, H, I, dan J

Gambar 4.6. menunjukkan sistem dengan tujuan rute perjalanan dari Surabaya menuju Madiun. Pada rute tersebut terdapat empat kelas harga yaitu kelas A, H, I, dan J. Ketika terdapat penumpang tujuan 2 dengan kelas A, maka sistem akan mengidentifikasi apakah kursi kosong pada kelas A masih tersedia. Perhitungan yang dilakukan oleh sistem ketika mengidentifikasi kursi kosong yaitu (jumlah kursi kosong > 0). Apabila jumlah kursi kosong lebih dari nol, maka sistem akan melanjutkan prosesnya. Apabila jumlah kursi kosong sama dengan nol, maka sistem akan memberikan penawaran kelas harga yang lainnya.

Sistem akan menawarkan kelas harga yang lain apabila pada kelas tersebut jumlah kursi kosong sama dengan nol. Ketika penumpang datang pada tujuan 2 dengan kelas A tidak mendapatkan kursi, maka sistem akan memberikan penawaran pada kelas harga yang terdekat dengan kelas harga sebelumnya. Dalam hal ini, kelas harga yang terdekat dengan kelas A yaitu kelas H. Pada kelas H, sistem juga akan mengidentifikasi apakah jumlah kursi kosong pada kelas H masih tersedia. Perhitungan yang dilakukan pada sistem yaitu (jumlah kursi kosong > 0). Apabila jumlah kursi kosong lebih dari nol, maka sistem akan melanjutkan prosesnya. Apabila jumlah kursi kosong sama dengan nol, maka sistem akan memberikan penawaran kembali pada kelas yang terdekat dengan kelas harga sebelumnya. Dalam hal ini, kelas harga yang terdekat dengan kelas H yaitu kelas I.

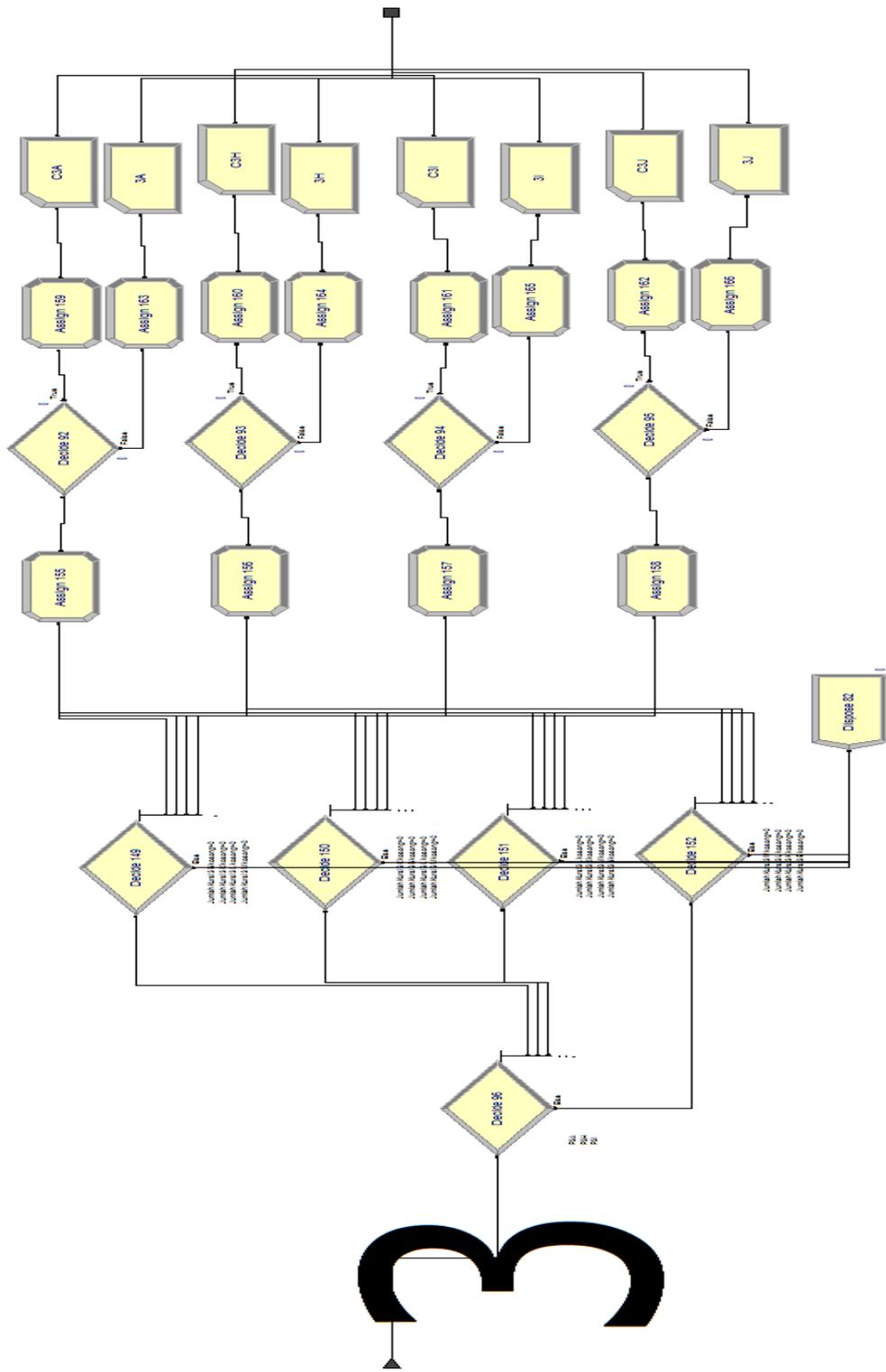
Pada kelas I, juga dilakukan identifikasi terlebih dahulu. Apabila jumlah kursi kosong pada kelas I masih tersedia, maka sistem akan melanjutkan pada proses selanjutnya. Perhitungan yang dilakukan yaitu (jumlah kursi kosong > 0). Apabila jumlah kursi kosong pada kelas I lebih dari nol, maka sistem akan melanjutkan prosesnya. Apabila jumlah kursi kosong pada kelas I sama dengan nol, maka sistem akan memberikan penawaran kembali. Penawaran yang dilakukan pada sistem tersebut yaitu dengan menawarkan kelas harga yang terdekat dengan kelas sebelumnya. Kelas harga yang terdekat dengan kelas I yaitu kelas J. Identifikasi juga dilakukan terlebih dahulu untuk kelas J. Identifikasi tersebut dilakukan dengan perhitungan (jumlah kursi kosong > 0). Apabila jumlah kursi kosong pada kelas J lebih dari nol, maka sistem akan melanjutkan prosesnya. Apabila jumlah kursi

kosong pada kelas J sama dengan nol maka penumpang akan terdispose. Artinya perusahaan telah kehilangan kesempatan untuk memperoleh pendapatan.

Proses selanjutnya yang dilakukan oleh sistem yaitu dengan melakukan identifikasi jumlah kursi kosong yang tersisa. Perhitungan yang dilakukan pada sistem yaitu (jumlah kursi kosong – 1). Apabila kursi kosong pada kelas tersebut terjual, maka jumlah kursi kosong pada kelas tersebut akan dikurang sejumlah 1 kursi. Perhitungan tersebut dilakukan pada masing-masing kelas harga yaitu kelas A, H, I, dan J.

Setelah dilakukan perhitungan untuk ketersediaan kursi kosong pada kereta penumpang, maka sistem akan melanjutkan prosesnya. Proses selanjutnya yaitu dengan adanya pembatalan pemesanan tiket kereta. Pembatalan pemesanan dalam hal ini diasumsikan terjadi sebanyak 25% dari jumlah pemesanan. Perhitungan yang dilakukan oleh sistem setelah terjadi pembatalan yaitu (jumlah kursi kosong + 1). Ketika terjadi pembatalan pemesanan tiket kereta, maka terdapat kesempatan untuk menjual kembali tiket tersebut kepada penumpang yang datang setelahnya. Perhitungan yang dilakukan oleh sistem untuk penjualan kembali tiket yang dibatalkan yaitu (jumlah yang jadi berangkat pada kelas tersebut + 1). Sehingga perusahaan tidak kehilangan kesempatan untuk memperoleh pendapatan.

Berikut merupakan gambar tujuan rute perjalanan dari Madiun menuju Jakarta dengan kode 3 dan terdapat empat kelas harga.



Gambar 4.7. Rute 3 dengan kelas harga A, H, I, dan J

Gambar 4.7. diatas merupakan gambar sistem dari tujuan rute perjalanan dengan kode 3 dan terdapat empat kelas harga, yaitu A, H, I, dan J. Ketika terdapat penumpang dengan tujuan 3 dan kelas harga A, maka sistem akan mengidentifikasi ketersediaan kursi pada kelas tersebut. Perhitungan yang dilakukan pada sistem yaitu (jumlah kursi kosong > 0). Apabila jumlah kursi kosong masih tersedia, maka sistem akan melanjutkan prosesnya. Apabila jumlah kursi kosong sama dengan nol, maka sistem akan memberikan penawaran pada kelas terdekat dari kelas sebelumnya.

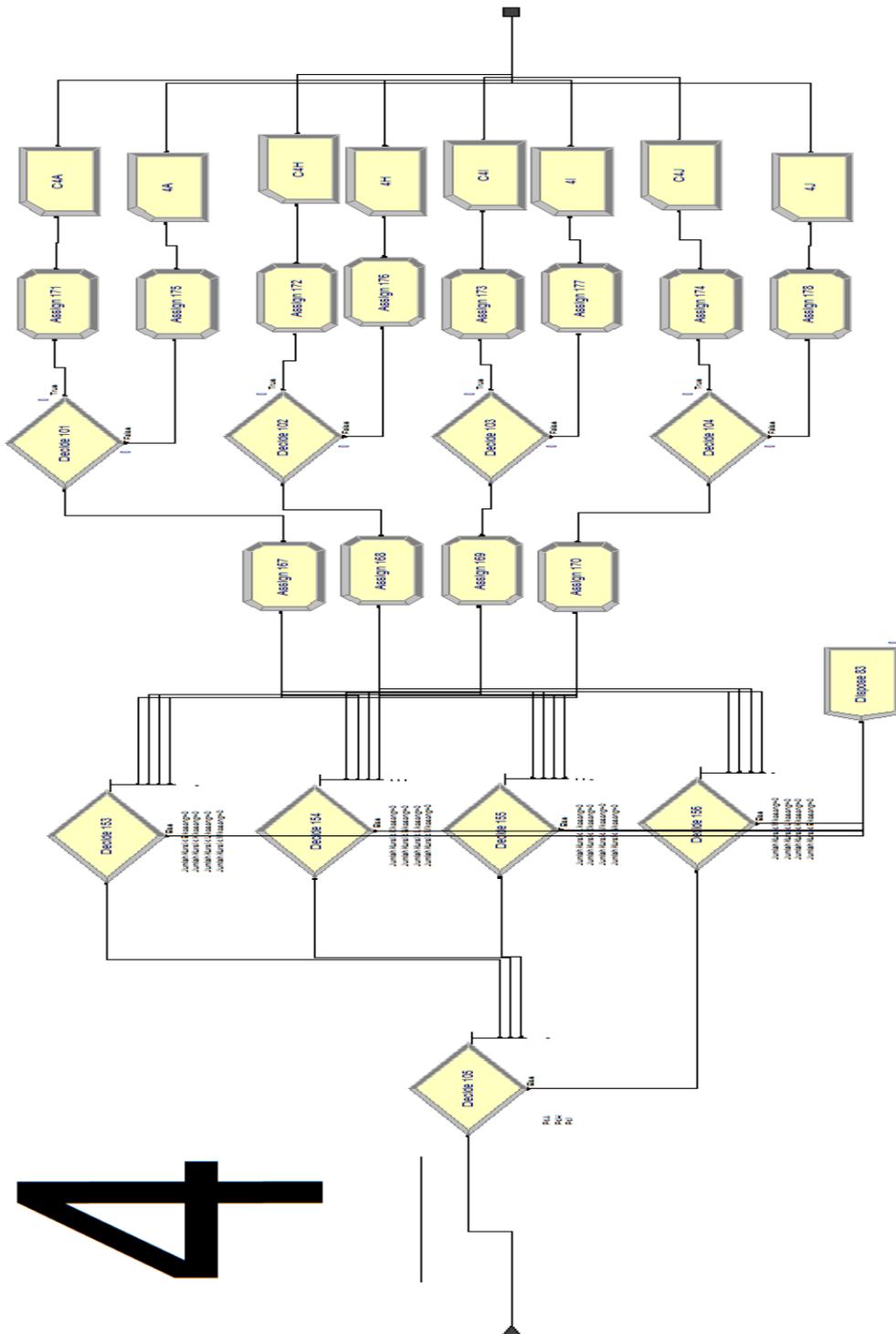
Sistem akan mewarkan kelas harga terdekat dengan kelas sebelumnya. Dalam hal ini kelas harga yang terdekat dengan kelas A yaitu kelas H. Pada kelas harga H, sistem juga akan mengidentifikasi terlebih dahulu apakah jumlah kursi kosong masih tersedia pada kelas H. Apabila jumlah kursi kosong pada kelas H > 0 , maka sistem akan melanjutkan prosesnya. Apabila jumlah kursi kosong sama dengan nol, sistem akan kembali menawarkan kelas harga lain yaitu kelas harga yang terdekat dengan kelas harga H. Dalam hal ini, kelas harga yang terdekat dengan kelas harga H yaitu kelas I.

Pada kelas I, sistem akan kembali mengidentifikasi jumlah kursi kosong. Apabila jumlah kursi kosong > 0 , maka sistem akan melanjutkan prosesnya. Apabila jumlah kursi kosong sama dengan nol, maka sistem akan memberikan penawaran kembali. Sistem akan melakukan penawaran pada kelas terdekat dengan kelas harga sebelumnya. Dalam hal ini, kelas harga terdekat dengan kelas I yaitu kelas J. Pada kelas J, sistem juga melakukan identifikasi ulang dengan melihat ketersediaan kursi kosong pada kelas J. Apabila jumlah kursi kosong pada kelas J > 0 , maka sistem akan melanjutkan prosesnya. Apabila jumlah kursi kosong sama dengan nol, maka penumpang akan terdispose.

Proses selanjutnya yang dilakukan oleh sistem yaitu menghitung jumlah kursi kosong yang masih tersisa. Perhitungan yang dilakukan oleh sistem yaitu (jumlah kursi kosong $- 1$). Kemudian terdapat kejadian pembatalan pemesanan tiket kereta. Asumsi yang digunakan yaitu terjadi sebanyak 25% pembatalan tiket kereta pada setiap kelas harga. Sistem akan melakukan perhitungan yaitu (jumlah kursi kosong $+ 1$) ketika terjadi pembatalan pemesanan dan (jumlah yang jadi berangkat $+ 1$) ketika tiket yang telah dibatalkan dapat terjual kembali.

Perusahaan akan kehilangan kesempatan untuk memperoleh pendapatan apabila terdapat penumpang yang terdispose dari sistem. Hal tersebut disebabkan karena waktu kedatangan pada sistem. Ketika terdapat 1 entitas dalam waktu 1 menit, maka akan ada penumpang yang tidak mendapatkan kursi karena waktu kedatangan penumpang yang sangat cepat diawal periode. Ketika terdapat 1 entitas dalam waktu 3 jam, maka perusahaan akan kehilangan kesempatan memperoleh pendapatan yang maksimal karena adanya kursi kosong dalam perjalanan tersebut.

Berikut merupakan gambar rute tujuan perjalanan dari Surabaya menuju Cirebon dengan empat kelas harga yaitu kelas A, H, I, dan J.



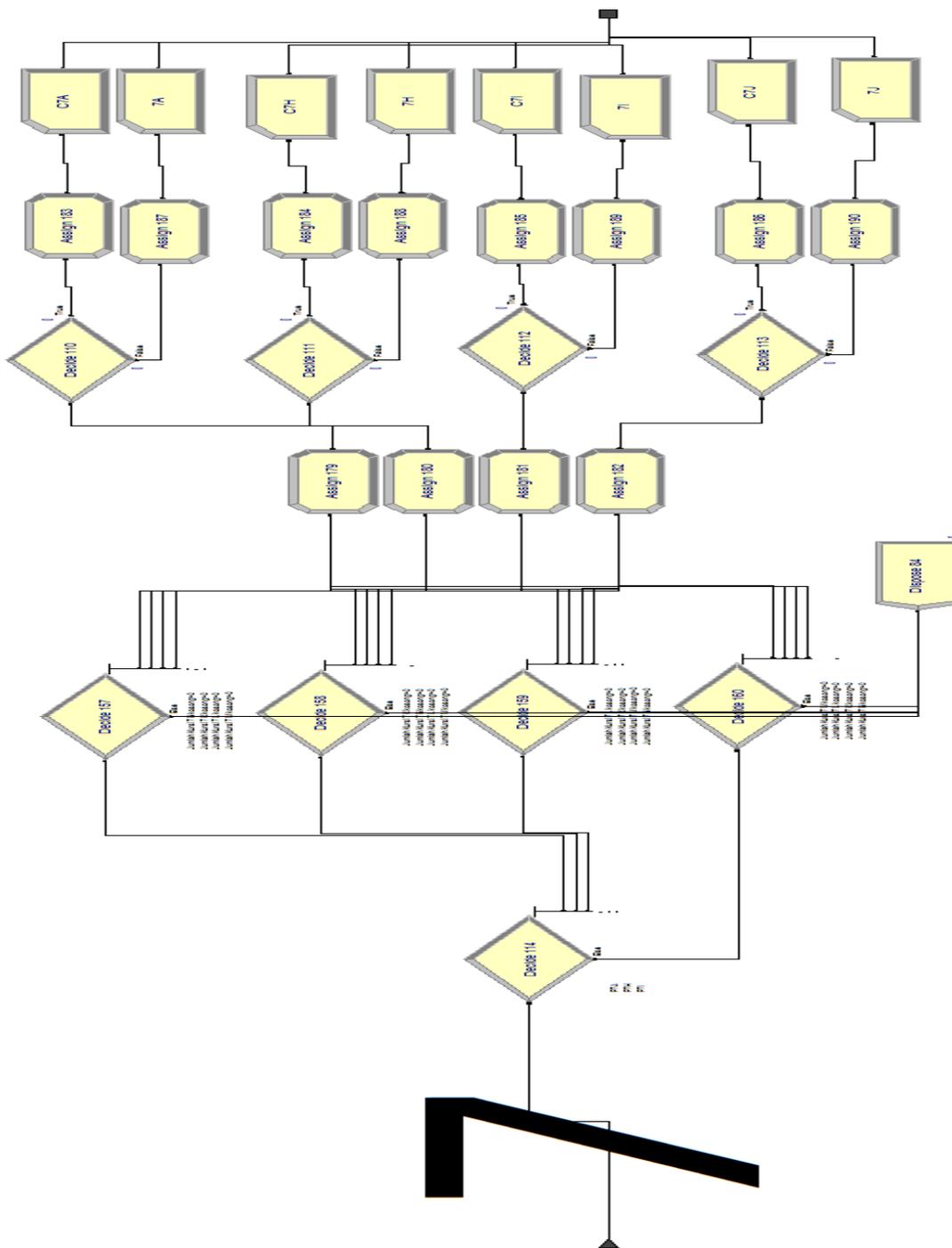
Gambar 4.8. Rute 4 dengan kelas harga A, H, I, dan J

Gambar 4.8. menunjukkan rute tujuan perjalanan dari Surabaya menuju Cirebon dengan empat kelas harga yaitu A, H, I, dan J. Ketika terdapat penumpang pada tujuan 4 dengan kelas A, maka sistem akan mengidentifikasi terlebih dahulu apakah kursi kosong pada kelas A masih tersedia. Apabila jumlah kursi kosong > 0 , maka sistem akan melanjutkan prosesnya. Apabila jumlah kursi kosong sama dengan nol, maka sistem akan memberikan penawaran kelas harga terdekat dengan kelas harga sebelumnya. Dalam hal ini, kelas harga yang terdekat dengan kelas A yaitu kelas H.

Sistem akan mengidentifikasi kembali pada kelas H untuk menghitung ketersediaan kursi. Perhitungan yang dilakukan sama seperti pada kelas A, yaitu (jumlah kursi kosong > 0). Apabila jumlah kursi kosong > 0 , maka sistem akan melanjutkan prosesnya. Apabila jumlah kursi kosong sama dengan nol, maka sistem akan menawarkan kelas harga lain yang terdekat dengan kelas harga sebelumnya. Kelas harga yang terdekat dengan kelas H yaitu kelas I. Pada kelas I, sistem akan mengidentifikasi kembali jumlah kursi yang tersedia pada kelas I. Apabila jumlah kursi kosong pada kelas I > 0 , maka sistem akan melanjutkan prosesnya. Apabila jumlah kursi kosong sama dengan nol, maka sistem akan memberikan penawaran kembali.

Sistem akan memberikan penawaran kelas harga terdekat dengan kelas harga sebelumnya. Dalam hal ini, kelas harga yang terdekat dengan kelas I yaitu kelas J. Pada kelas I, sistem juga akan mengidentifikasi jumlah kursi kosong terlebih dahulu. Kemudian akan melanjutkan prosesnya apabila jumlah kursi kosong > 0 . Apabila ketersediaan kursi kosong telah habis, maka penumpang akan terdisposisi dan perusahaan akan kehilangan kesempatan untuk memperoleh pendapatan.

Proses yang akan dilakukan selanjutnya yaitu menghitung jumlah kursi kosong yang tersisa. Perhitungan yang dilakukan yaitu (jumlah kursi kosong $- 1$) ketika terdapat 1 penumpang yang melakukan pemesanan. Kemudian, terdapat peristiwa pembatalan tiket kereta. Asumsi yang diterapkan bahwa terjadi 25% pembatalan tiket kereta pada masing-masing kelas harga. Berikut adalah gambar rute perjalanan dari Cirebon menuju Jakarta dengan empat kelas harga yaitu kelas A,H,I, dan J.



Gambar 4.9. Rute 7 dengan kelas harga A, H, I, dan J

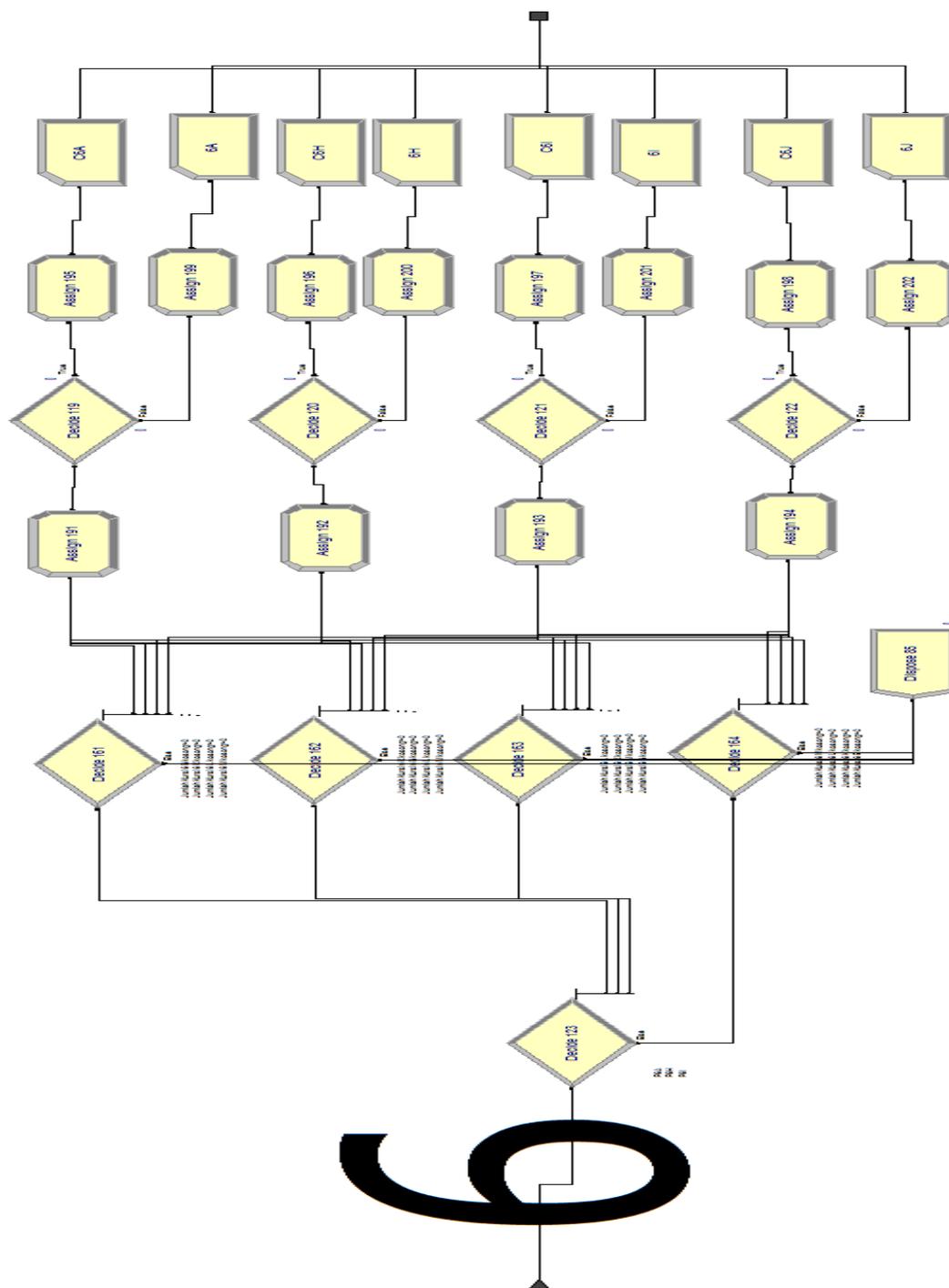
Pada gambar 4.9. terdapat rute tujuan perjalanan dengan kode 7 yaitu dari Cirebon menuju Jakarta dengan empat kelas harga. Terdapat kelas harga A, H, I, dan J pada rute

Cirebon – Jakarta. Ketika terdapat penumpang tujuan 7 dengan kelas A, maka sistem akan mengidentifikasi terlebih dahulu. Apabila jumlah kursi kosong pada kelas A > 0 , maka sistem akan melanjutkan prosesnya. Apabila jumlah kursi kosong pada kelas A sama dengan nol, maka sistem akan menawarkan kelas yang terdekat dengan kelas sebelumnya. Dalam hal ini kelas yang terdekat dengan kelas A yaitu kelas H.

Pada kelas harga H, sistem akan melakukan identifikasi kembali. Apabila jumlah kursi kosong pada kelas H > 0 , maka sistem akan melanjutkan prosesnya. Apabila jumlah kursi kosong sama dengan nol, maka sistem akan kembali menawarkan kelas harga yang terdekat dengan kelas harga sebelumnya. Dalam hal ini, kelas harga yang terdekat dengan kelas H yaitu kelas I. Sistem akan melakukan identifikasi ketersediaan jumlah kursi kosong pada kelas I. Apabila jumlah kursi kosong pada kelas I > 0 , maka sistem akan melanjutkan prosesnya. Apabila jumlah kursi kosong sama dengan nol, maka sistem akan kembali menawarkan kelas harga yang terdekat dengan kelas harga sebelumnya, yaitu pada kelas harga J.

Sistem akan melakukan identifikasi jumlah kursi kosong pada kelas harga J. Apabila jumlah kursi kosong > 0 , maka sistem akan melanjutkan prosesnya. Apabila jumlah kursi kosong sama dengan nol, maka penumpang akan terdispose. Penumpang terdispose karena tidak terdapat ketersediaan kursi kosong pada masing-masing kelas atau tidak mendapatkan kursi karena waktu kedatangan penumpang tersebut telah melebihi waktu yang ditetapkan. Sehingga dalam perjalanan, terdapat kursi kosong dan perusahaan kehilangan kesempatan untuk memperoleh pendapatan yang maksimal.

Proses selanjutnya yang dilakukan oleh sistem yaitu adanya pembatalan pemesanan tiket kereta. Asumsi yang diterapkan bahwa terjadi pembatalan pemesanan sejumlah 25% pada masing-masing kelas harga. Kemudian sistem akan melakukan perhitungan yaitu (jumlah kursi kosong + 1) ketika terjadi pembatalan pemesanan. Berikut merupakan rute tujuan perjalanan kode 6 dari Surabaya menuju Yogyakarta dengan terdapat empat kelas harga yaitu A, H, I, dan J.



Gambar 4.10. Rute 6 dengan kelas harga A, H, I, dan J

Gambar 4.10. diatas menunjukkan sistem pada rute 6 dari Surabaya menuju Yogyakarta dengan terdapat empat kelas harga yaitu kelas A, H, I, dan J. Ketika terdapat

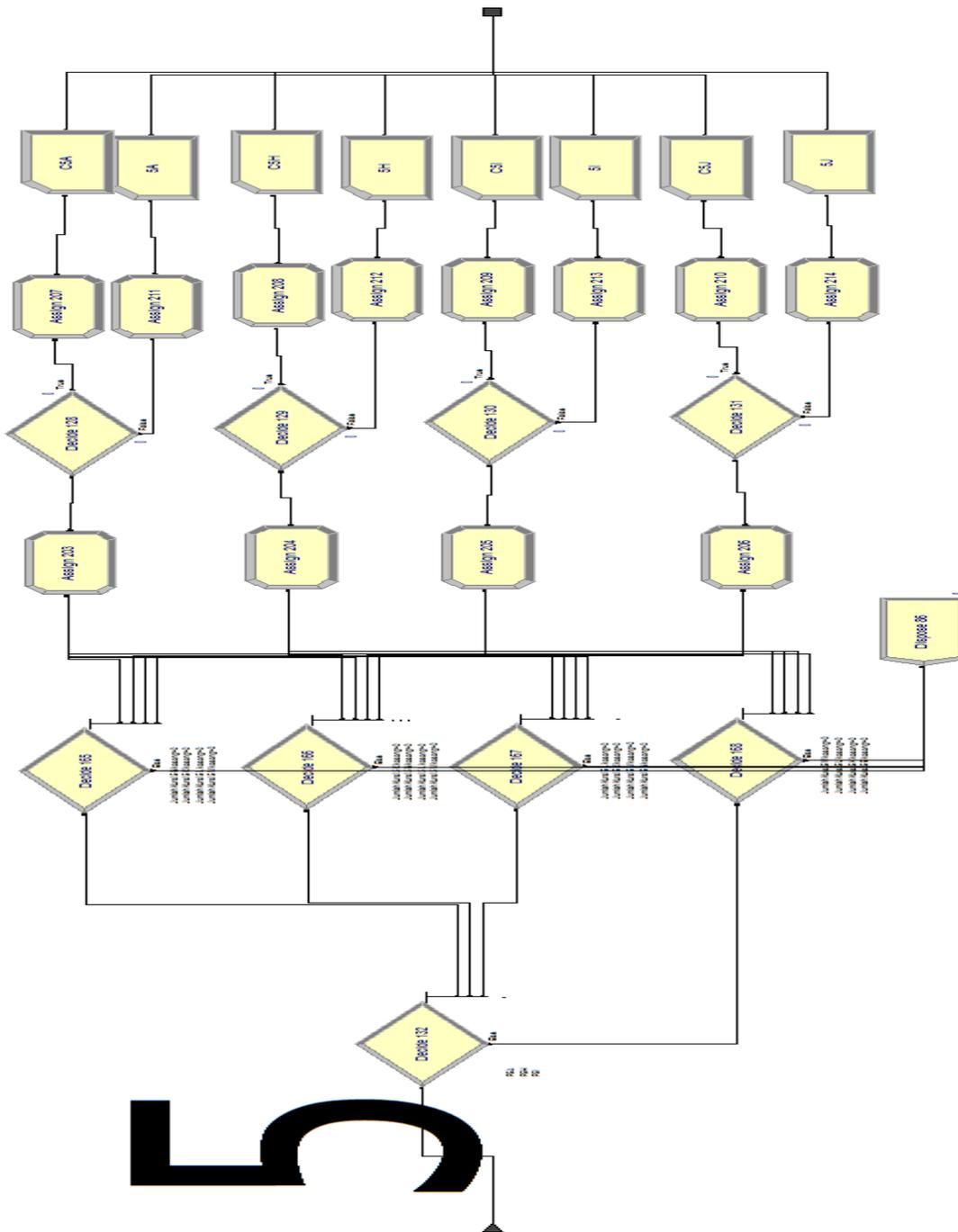
penumpang tujuan 6 dengan kelas A, maka sistem akan terlebih dahulu mengidentifikasi jumlah kursi kosong. Apabila jumlah kursi kosong > 0 , maka sistem akan melanjutkan prosesnya. Apabila jumlah kursi kosong sama dengan nol, maka sistem akan memberikan penawaran pada kelas terdekat dengan kelas sebelumnya. Dalam hal ini, kelas terdekat dengan kelas A yaitu kelas H.

Sistem akan mengidentifikasi kelas H terlebih dahulu dengan menghitung jumlah kursi kosong yang tersedia. Apabila jumlah kursi kosong pada kelas H > 0 , maka sistem akan melanjutkan prosesnya. Apabila jumlah kursi kosong sama dengan nol, maka sistem akan menawarkan kelas harga yang lain. Kelas harga yang terdekat dengan kelas H yaitu kelas I. Pada kelas harga I, sistem akan mengidentifikasi kembali jumlah kursi kosong. Apabila jumlah kursi kosong > 0 , maka sistem akan melanjutkan prosesnya. Apabila jumlah kursi kosong pada kelas I sama dengan nol, maka sistem akan kembali memberikan penawaran dengan kelas J.

Pada kelas J, akan diidentifikasi jumlah kursi kosong yang masih tersedia. Apabila jumlah kursi kosong > 0 , maka sistem akan melanjutkan prosesnya. Apabila jumlah kursi kosong sama dengan nol, maka penumpang akan terdispose. Ketika penumpang terdispose, maka perusahaan akan kehilangan kesempatan untuk memperoleh pendapatan yang maksimal. Penumpang yang terdispose disebabkan karena kedatangan penumpang yang terlalu cepat pada awal periode sehingga penumpang yang datang pada periode akhir tidak mendapatkan kursi. Atau waktu kedatangan penumpang tersebut tidak sesuai dengan waktu yang ditetapkan oleh sistem sehingga penumpang terdispose dan pada perjalanan tersebut akan terdapat kursi kosong yang belum terisi.

Proses selanjutnya yaitu sistem akan menghitung jumlah kursi kosong yang tersisa. Perhitungan tersebut yaitu (jumlah kursi kosong - 1). Kemudian terdapat peristiwa pembatalan pemesanan dengan asumsi terjadi sejumlah 25% pada masing-masing kelas harga.

Berikut merupakan rute tujuan perjalanan dengan kode 5 dari Yogyakarta menuju Jakarta dengan empat kelas harga yaitu A, H,I, dan J.



Gambar 4.11. Rute 5 dengan kelas harga A, H, I, dan J

Gambar 4.11. diatas menyatakan bahwa rute tujuan perjalanan dengan kode 5 dari Yogyakarta menuju Jakarta dengan empat kelas harga yaitu kelas A, H, I, dan J. Ketika

terdapat penumpang tujuan 5 dengan kelas A, maka sistem akan mengidentifikasi jumlah kursi kosong pada kelas A. Perhitungan yang dilakukan oleh sistem yaitu (jumlah kursi kosong > 0). Apabila jumlah kursi kosong > 0 , maka sistem akan melanjutkan proses selanjutnya. Apabila jumlah kursi kosong sama dengan nol, maka sistem akan memberikan penawaran yaitu mengganti dengan kelas harga terdekat dengan kelas sebelumnya. Kelas harga yang terdekat dengan kelas A yaitu kelas H.

Pada kelas H, sistem akan melakukan identifikasi jumlah kursi kosong. Apabila jumlah kursi kosong > 0 , maka sistem akan melanjutkan ke proses selanjutnya. Apabila jumlah kursi kosong sama dengan nol, maka sistem akan kembali memberikan penawaran dengan kelas harga yang terdekat. Kelas harga yang terdekat dengan kelas H yaitu kelas I. Sistem akan melakukan identifikasi kembali. Apabila jumlah kursi kosong > 0 , maka sistem akan melanjutkan proses selanjutnya. Apabila jumlah kursi kosong sama dengan nol, maka sistem akan menawarkan kelas harga terdekat, yaitu kelas J.

Pada kelas harga J, dilakukan identifikasi jumlah kursi kosong. Perhitungan yang dilakukan yaitu (jumlah kursi kosong > 0). Apabila jumlah kursi kosong pada kelas harga J > 0 , maka sistem akan melanjutkan prosesnya. Apabila jumlah kursi kosong sama dengan nol, maka penumpang akan terdispose. Proses selanjutnya yaitu menghitung jumlah kursi yang tersisa, yaitu (jumlah kursi kosong $- 1$) ketika terdapat pemesanan pada kelas tersebut. Terdapat pula peristiwa pembatalan pemesanan dengan asumsi bahwa terjadi pembatalan pemesanan sejumlah 25% pada masing-masing kelas harga. Perhitungan yang dilakukan oleh sistem ketika terjadi pembatalan pemesanan yaitu (jumlah kursi kosong $+ 1$). Dan ketika tiket yang telah dibatalkan dapat terjual, maka sistem akan melakukan perhitungan yaitu (jumlah yang jadi berangkat $+ 1$).

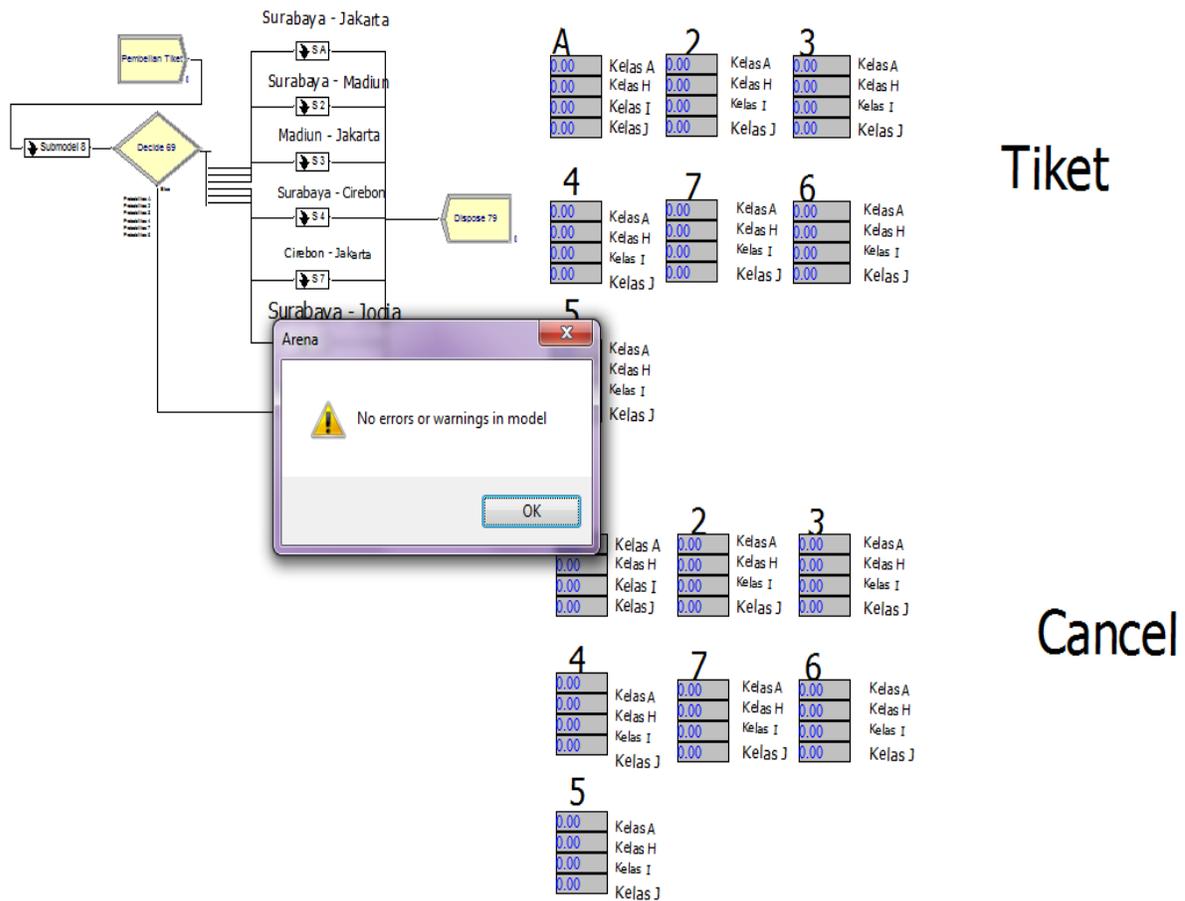
4.3. Validasi dan Verifikasi Model

4.3.1. Validasi Model

Proses validasi yang dilakukan pada model simulasi, terbagi menjadi tiga tahapan. Tahap yang pertama yaitu dengan melakukan pengecekan *error* dari model simulasi tersebut. Tahap kedua dengan membandingkan perolehan pendapatan dari model *existing*. Tahap ketiga yaitu dengan menggunakan perhitungan pada *Microsoft Excel*.

1. Arena System Debugger

Pada tahap pertama, model simulasi yang telah dibuat akan dilakukan pengecekan *error* dengan *Arena System Debugger*. *Arena System Debugger* merupakan salah satu *test tool* yang terdapat pada *Arena*. *Tools* tersebut berfungsi untuk memastikan model yang telah dikembangkan dapat berjalan dengan benar dan tidak terjadi *error* ketika model dioperasikan. Hasil tes yang dilakukan *tools* tersebut yaitu tidak ditemukan adanya *error* pada model yang telah dibangun. Berikut merupakan gambar uji validasi menggunakan *Arena System Debugger*.

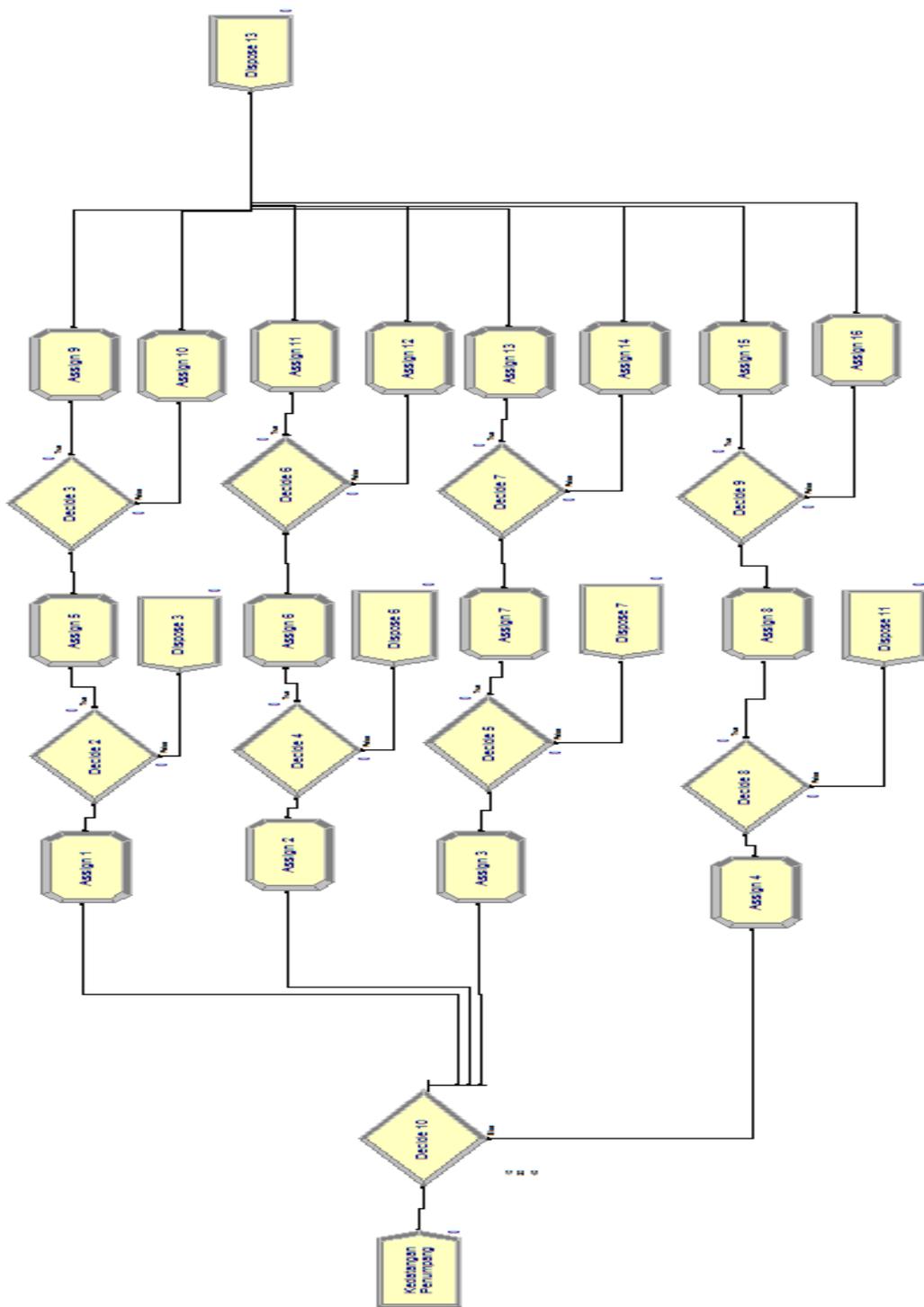


Gambar 4.12. Uji validasi menggunakan *Arena System Debugger*

Pada gambar 4.12. menunjukkan bahwa sistem atau model yang telah dibuat tidak terdapat *error*. Uji yang dilakukan menggunakan *tools* tersebut tidak menjamin bahwa sistem yang telah dibuat merupakan sistem yang benar secara keseluruhan. Perlu dilakukan uji validasi pada tahap selanjutnya untuk membuktikan bahwa model yang dibuat telah valid.

2. Perbandingan perolehan pendapatan

Pada tahap ini, dilakukan uji validasi dengan menggunakan model *existing* yang telah dibangun. Kemudian dilakukan perhitungan perolehan pendapatan pada perusahaan. Apabila model pengembangan yang telah dibangun memiliki pendapatan yang lebih besar dari model *existing*, maka model pengembangan yang dibangun telah valid. Berikut adalah gambar model *existing* yang dibuat.



Gambar 4.13. Model *existing* dengan tujuan perjalanan Surabaya-Jakarta

Gambar 4.13. merupakan model *existing* yang telah dibangun. Model tersebut merepresentasikan rute dari Surabaya menuju Jakarta. Dalam hal ini, model *existing* yang dibuat adalah *single-leg*. Berikut merupakan tabel perhitungan yang dilakukan.

Tabel 4.5. Jumlah tiket kereta terjual dan *cancel*

Kondisi	Rute	Kelas Harga			
		A	H	I	J
Terjual	Surabaya - Jakarta	100	100	100	100
<i>Cancel</i>	Surabaya - Jakarta	38	35	38	93

Tabel 4.6. Jumlah perolehan pendapatan pada model *existing*

Kondisi	Rute	Kelas Harga			
		A	H	I	J
Terjual	Surabaya - Jakarta	49500	46000	42500	39500
<i>Cancel</i>	Surabaya - Jakarta	2707.5	2275	2280	5231.3
Total	(189,993.75*1000)	189,993,750			

Dengan menggunakan perhitungan perolehan pendapatan, maka terdapat perbedaan perolehan pendapatan. Pada model *existing* yang telah dibuat dengan menggunakan rute Surabaya menuju Jakarta, maka perusahaan akan memperoleh pendapatan sebesar Rp. 189,993,750. Sedangkan perolehan pendapatan pada model pengembangan yang telah dibangun yaitu Rp. 254,312,500. Dapat dilihat bahwa perolehan pendapatan pada model pengembangan lebih besar dari perolehan pendapatan pada model *existing*. Hal tersebut berarti bahwa model yang dibangun telah valid.

3. Perhitungan menggunakan *Microsoft Excel*

Perhitungan yang dilakukan pada tahap selanjutnya yaitu menggunakan bantuan dari *Microsoft Excel*. Perhitungan yang dilakukan yaitu apabila jumlah kursi yang terjual pada masing-masing tujuan di masing-masing kelas tidak lebih dari nol, maka model pengembangan tersebut telah valid. Berikut merupakan tabel Excel yang telah dibuat.

Tabel 4.7. Jumlah tiket terjual pada masing-masing tujuan dimasing-masing kelas

Kode	Penumpang	Rute			
		A	H	I	J
1	Surabaya – Jakarta	20	21	12	17
2	Surabaya – Madiun	40	37	31	38
3	Madiun – Jakarta	18	15	10	12
4	Surabaya – Cirebon	19	13	24	17
7	Cirebon – Jakarta	35	36	53	40
6	Surabaya – Yogyakarta	21	29	33	28
5	Yogyakarta – Jakarta	27	28	25	31

sby	madiun	jogja	cirebon	jkt				sby	madiun	jogja	cirebon	jkt
20	20	20	20	20	A	1	20					
40	18	18	18	18		2-3	40	18				
19	19	19	35	35		4-5	19			35		
21	21	27	27	27		6-7	21		27			
100	78	84	100	100								
						462						

Gambar 4.14. Perhitungan pada kelas harga A dengan masing-masing rute

Pada gambar 4.14. dapat dilihat bahwa terdapat jumlah tiket terjual pada kelas harga A dengan masing-masing tujuan. Dari tabel 4.6., apabila direpresentasikan pada gambar 4.14. yaitu jumlah kelas harga A yang terjual pada masing-masing tujuan berjumlah tidak melebihi 100 kursi. Hal ini ditunjukkan pada lingkaran merah yang terdapat pada gambar. Jumlah penumpang yang berangkat dari Surabaya menuju ke beberapa kota tujuan berjumlah 100 kursi. Jumlah penumpang yang berangkat atau berhenti di Madiun, Yogyakarta, dan Cirebon berjumlah tidak lebih dari 100 kursi. Jumlah penumpang yang berhenti di Jakarta juga berjumlah tidak lebih dari 100 kursi. Berikut adalah gambar untuk kelas H, I, dan J.

sbj	madiun	jogja	cirebon	jkt			sbj	madiun	jogja	cirebon	jkt
21	21	21	21	21	H	1	21				
37	15	15	15	15		2-3	37	15			
13	13	13	36	36		4-5	13				36
29	29	28	28	28		6-7	29			28	
100	78	77	100	100							455

Gambar 4.15. Perhitungan pada kelas harga H dengan masing-masing rute

sbj	madiun	jogja	cirebon	jkt			sbj	madiun	jogja	cirebon	jkt
12	12	12	12	12	I	1	12				
31	10	10	10	10		2-3	31	10			
24	24	24	53	53		4-5	24				53
33	33	25	25	25		6-7	33			25	
100	79	71	100	100							450

Gambar 4.16. Perhitungan pada kelas harga I dengan masing-masing rute

sbj	madiun	jogja	cirebon	jkt			sbj	madiun	jogja	cirebon	jkt
17	17	17	17	17	J	1	17				
38	12	12	12	12		2-3	38	12			
17	17	17	40	40		4-5	17				40
28	28	31	31	31		6-7	28			31	
100	74	77	100	100							451

Gambar 4.17. Perhitungan pada kelas harga J dengan masing-masing rute

4.3.2. Verifikasi Model

Verifikasi model pada penelitian ini menggunakan perhitungan dengan menggunakan *Microsoft Excel*. Perhitungan yang dilakukan yaitu **(jumlah tiket terjual x harga tiket) + (jumlah pembatalan tiket x biaya pembatalan tiket)**. Berikut merupakan contoh perhitungan yang dilakukan pada masing-masing rute dan kelas harga.

Tabel 4.8. Jumlah tiket terjual pada masing-masing tujuan di masing-masing kelas

Kode	Penumpang				
	Rute	A	H	I	J
1	Surabaya – Jakarta	20	21	12	17
2	Surabaya – Madiun	40	37	31	38
3	Madiun – Jakarta	18	15	10	12
4	Surabaya – Cirebon	19	13	24	17
7	Cirebon – Jakarta	35	36	53	40
6	Surabaya – Yogyakarta	21	29	33	28
5	Yogyakarta – Jakarta	27	28	25	31

Tabel 4.9. Jumlah pembatalan tiket pada masing-masing tujuan dan kelas

Kode	Cancel				
	Rute	A	H	I	J
1	Surabaya – Jakarta	7	7	3	7
2	Surabaya – Madiun	15	15	17	9
3	Madiun – Jakarta	9	8	7	10
4	Surabaya – Cirebon	4	6	7	4
7	Cirebon – Jakarta	11	7	14	10
6	Surabaya – Yogyakarta	6	11	9	10
5	Yogyakarta – Jakarta	7	12	11	10

Berikut merupakan tabel pendapatan yang diperoleh oleh perusahaan.

Tabel 4.10. Perolehan pendapatan pada tiket yang terjual

Kode	Rute	Pendapatan			
		A	H	I	J
1	Surabaya – Jakarta	9900	9660	510	6715
2	Surabaya – Madiun	11400	9620	7440	8550
3	Madiun – Jakarta	8910	6900	4250	4740
4	Surabaya – Cirebon	9405	5980	10200	6715
7	Cirebon – Jakarta	9975	9360	12720	9000
6	Surabaya – Yogyakarta	5985	7540	7920	6300
5	Yogyakarta – Jakarta	10530	10080	8375	9610

Tabel 4.11. Perolehan pendapatan pada pembatalan tiket

Kode	Rute	Pendapatan			
		A	H	I	J
1	Surabaya – Jakarta	498.75	455	180	393.75
2	Surabaya – Madiun	1068.75	975	1020	506.25
3	Madiun – Jakarta	1113.75	920	743.75	987.5
4	Surabaya – Cirebon	495	690	743.75	395
7	Cirebon – Jakarta	1361.25	805	1487.5	987.5
6	Surabaya – Yogyakarta	585	990	753.75	775
5	Yogyakarta – Jakarta	498.75	780	660	562.5

Total pendapatan yang diperoleh perusahaan yaitu sebesar Rp 254,340,500. Sehingga, dapat dikatakan bahwa model simulasi yang telah dibangun memberikan hasil yang baik dan dapat merepresentasikan sistem apabila terdapat pada kondisi nyata.

4.4. Perhitungan Jumlah Replikasi

Perhitungan jumlah replikasi pada model simulasi perlu dilakukan apabila *output* yang dihasilkan oleh sistem selalu berbeda setiap dilakukan *running*. Berikut merupakan perhitungan jumlah replikasi yang dilakukan pada model pengembangan yang telah dibangun.

Tabel 4.12. *Output* hasil simulasi dengan 10 replikasi

Output Simulasi	Replikasi										Rata - rata
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Jumlah Output Simulasi	990	1006	972	1027	965	1001	1004	958	1010	988	992.1
Stdev											21.7942

Perhitungan replikasi yang dilakukan pada model simulasi tersebut menggunakan tingkat kepercayaan sebesar 95%. Perhitungan replikasi dilakukan sebagai berikut.

$$\alpha : 5\%$$

$$\alpha / 2 : 0.025$$

$$n : 10 \text{ replikasi}$$

$$n - 1 : 9 \text{ replikasi}$$

$$t_{n-1, 1-\alpha/2} : 2.26216$$

$$\text{half width} : 0.75$$

$$X \pm t_{n-1, 1-\alpha/2} \frac{S}{\sqrt{n}}$$

$$922.1 \pm \frac{2.26216 \times 21.7942}{\sqrt{n}}$$

$$n = 9.09754 \approx 9 \text{ replikasi}$$

Sehingga perlu dilakukan replikasi sebanyak 9 kali ketika melakukan *running*, agar hasil *output* yang diperoleh dapat merepresentasikan data.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB 5

PERCOBAAN NUMERIK DAN ANALISA HASIL

Pada bab ini dilakukan percobaan numerik terhadap model simulasi yang telah dikembangkan pada bab sebelumnya. Percobaan numerik dilakukan untuk membandingkan performansi model pada beberapa parameter input yang diberikan. Deskripsi dan analisa terhadap percobaan numerik yang telah dilakukan akan dibahas pada sub bab berikut.

5.1 Eksperimen Satu

Pada eksperimen satu dilakukan percobaan numerik dan menganalisa hasil yang didapatkan. Eksperimen satu dilakukan untuk mengetahui ketika satu rangkaian kereta terisi penuh dengan tujuan rute Surabaya-Jakarta. Variabel yang terdapat pada eksperimen satu yaitu alokasi tujuan setiap rute. Berikut merupakan tabel eksperimen yang dilakukan untuk masing-masing skenario.

Tabel 5.1 Eksperimen yang dilakukan pada masing-masing skenario

Eksperimen	SUB-JKT	Stasiun Antara	SUB-MDN	SUB-YGK	MDN-JKT				YGK-JKT			
1	100	0	0		0				0			
2	90	10	25	75	0	25	50	100	0	25	50	100
3	80	20	25	75	0	25	50	100	0	25	50	100
4	70	30	25	75	0	25	50	100	0	25	50	100
5	60	40	25	75	0	25	50	100	0	25	50	100
6	50	50	25	75	0	25	50	100	0	25	50	100

Pada tabel 5.1 dapat diketahui bahwa pada eksperimen satu dilakukan percobaan numerik dengan alokasi tujuan Surabaya menuju Jakarta sebesar 100%, dengan tujuan lainnya 0% dan menggunakan *cancellation* sebesar 10 %. Kemudian akan didapatkan *output* yaitu jumlah kursi terjual pada masing-masing rute dan kelas harga.

Perhitungan untuk mengetahui pendapatan yang diperoleh oleh perusahaan yaitu **(jumlah tiket terjual x harga tiket) + (jumlah pembatalan tiket x biaya pembatalan tiket)**. Perolehan pendapatan yang didapat ketika dalam satu tujuan rute perjalanan hanya terisi rute Surabaya-Jakarta, dengan terdapat pembatalan tiket penumpang yaitu sebesar Rp. 181,270,000. Hal tersebut berarti bahwa perusahaan akan mendapatkan pendapatan yang kurang maksimal apabila hanya terdapat alokasi dari tujuan Surabaya menuju Jakarta saja dalam satu rute perjalanan.

5.2 Eksperimen Dua

Pada eksperimen dua, dilakukan empat percobaan numerik. Alokasi kursi pada tujuan Surabaya-Jakarta sebesar 90% dan alokasi kursi pada stasiun antara yaitu sebesar 10%. Pada eksperimen yang dilakukan pertama yaitu ketika alokasi yang disediakan untuk tujuan Surabaya-Madiun sebesar 25% dan alokasi untuk tujuan Surabaya-Yogyakarta sebesar 75%. Kemudian, dilakukan eksperimen ketika tiket yang terjual pada rute Madiun-Jakarta sebesar 0%, 25%, 50%, dan 100%. Dan ketika tiket yang terjual pada rute Yogyakarta-Jakarta sebesar 0%, 25%, 50%, dan 100%.

Setelah dilakukan beberapa eksperimen kemudian dilakukan perhitungan untuk mengetahui pendapatan yang diperoleh oleh perusahaan yaitu **(jumlah tiket terjual x harga tiket) + (jumlah pembatalan tiket x biaya pembatalan tiket)**. Perolehan pendapatan ketika tiket yang terjual pada tujuan Madiun-Jakarta dan Yogyakarta-Jakarta sebesar 0% yaitu Rp. 173,276,250. Perolehan pendapatan ketika tiket yang terjual pada tujuan Madiun-Jakarta dan Yogyakarta-Jakarta sebesar 25% yaitu Rp. 187,351,250. Perolehan pendapatan ketika tiket yang terjual pada tujuan Madiun-Jakarta dan Yogyakarta-Jakarta sebesar 50% yaitu Rp. 188,238,750. Perolehan pendapatan ketika tiket yang terjual pada tujuan Madiun-Jakarta dan Yogyakarta-Jakarta sebesar 100% yaitu Rp. 190,053,750. Hasil yang didapat pada eksperimen kedua seperti pada tabel dibawah ini.

Tabel 5.2 Jumlah tiket terjual pada masing-masing tujuan

Penumpang				
Rute Tujuan	A	H	I	J
Surabaya – Jakarta	96	84	92	85
Surabaya – Madiun	4	9	6	9
Madiun – Jakarta	3	7	5	8
Surabaya – Cirebon	0	0	0	0
Cirebon – Jakarta	0	0	0	0
Surabaya – Yogyakarta	0	7	2	6
Yogyakarta – Jakarta	1	9	3	7

Tabel 5.3 Jumlah tiket yang dibatalkan pada masing-masing tujuan

Cancel				
Rute Tujuan	A	H	I	J
Surabaya – Jakarta	14	11	16	9
Surabaya – Madiun	0	0	0	0
Madiun – Jakarta	0	0	0	1
Surabaya – Cirebon	0	0	0	0
Cirebon – Jakarta	0	0	0	0
Surabaya – Yogyakarta	1	0	0	2
Yogyakarta – Jakarta	0	2	0	3

Hasil yang didapat yaitu dengan kondisi tiket yang terjual pada tujuan Madiun-Jakarta dan tujuan Yogyakarta-Jakarta sebesar 100%. Perolehan pendapatan pada kondisi tersebut dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 5.4 Perolehan pendapatan pada masing-masing tujuan

Penumpang				
Rute Tujuan	A	H	I	J
Surabaya – Jakarta	47520	38640	39100	33575
Surabaya – Madiun	1140	2340	1440	2025
Madiun – Jakarta	1485	3220	2125	3160
Surabaya – Cirebon	0	0	0	0
Cirebon – Jakarta	0	0	0	0
Surabaya – Yogyakarta	0	1820	480	1350
Yogyakarta – Jakarta	390	3240	1005	2170

Tabel 5.5 Perolehan pendapatan pembatalan pemesanan pada masing-masing tujuan

<i>Cancel</i>				
Rute Tujuan	A	H	I	J
Surabaya – Jakarta	997.5	715	960	506.25
Surabaya – Madiun	0	0	0	0
Madiun – Jakarta	0	0	0	98.75
Surabaya – Cirebon	0	0	0	0
Cirebon – Jakarta	0	0	0	0
Surabaya – Yogyakarta	97.5	0	0	155
Yogyakarta – Jakarta	0	130	0	168.75

Total pendapatan yang diperoleh yaitu Rp 190,053,750 ketika tiket yang terjual pada tujuan Madiun-Jakarta dan Yogyakarta-Jakarta sebesar 100%. Hal tersebut berarti perusahaan akan mendapatkan pendapatan yang lebih besar ketika tiket yang terjual pada tujuan tersebut sebesar 100% atau terjual semua.

5.3 Eksperimen Tiga

Pada tabel 5.1 diatas, terdapat empat percobaan yang dilakukan pada eksperimen tiga. Alokasi kursi pada tujuan Surabaya-Jakarta sebesar 80% dan alokasi kursi pada stasiun antara yaitu sebesar 20%. Pada eksperimen yang dilakukan pertama yaitu ketika alokasi yang disediakan untuk tujuan Surabaya-Madiun sebesar 25% dan alokasi untuk tujuan Surabaya-Yogyakarta sebesar 75%. Kemudian, dilakukan eksperimen ketika tiket yang terjual pada rute Madiun-Jakarta sebesar 0%, 25%, 50%, dan 100%. Dan ketika tiket yang terjual pada rute Yogyakarta-Jakarta sebesar 0%, 25%, 50%, dan 100%.

Perhitungan untuk mengetahui pendapatan yang diperoleh oleh perusahaan yaitu **(jumlah tiket terjual x harga tiket) + (jumlah pembatalan tiket x biaya pembatalan tiket)**. Perolehan pendapatan ketika alokasi kursi pada tujuan Surabaya-Jakarta sebesar 80% dan alokasi kursi pada stasiun antara sebesar 20%, dan tiket terjual pada tujuan Madiun-Jakarta dan Yogyakarta-Jakarta sebesar 0% yaitu Rp. 164,481,250. Perolehan pendapatan ketika tiket terjual pada tujuan Madiun-Jakarta

dan Yogyakarta-Jakarta sebesar 25% yaitu Rp. 194,096,250. Perolehan pendapatan ketika tiket terjual pada tujuan Madiun-Jakarta dan Yogyakarta-Jakarta sebesar 50% yaitu Rp. 193,777,500. Perolehan pendapatan ketika tiket terjual pada tujuan Madiun-Jakarta dan Yogyakarta-Jakarta sebesar 100% yaitu Rp. 194,450,000.

Dapat diketahui bahwa perolehan pendapatan meningkat ketika tiket yang terjual pada tujuan Madiun-Jakarta dan Yogyakarta-Jakarta juga meningkat. Hal tersebut berarti perusahaan akan memperoleh pendapatan yang lebih besar ketika tiket yang terjual pada tujuan tersebut sebesar 100%.

5.4 Eksperimen Empat

Pada tabel 5.1 terdapat beberapa percobaan yang dilakukan pada eksperimen empat. Alokasi kursi pada tujuan Surabaya-Jakarta yaitu sebesar 70% dan alokasi kursi pada stasiun antara yaitu sebesar 30%. Pada eksperimen yang dilakukan pertama yaitu ketika alokasi yang disediakan untuk tujuan Surabaya-Madiun sebesar 25% dan alokasi untuk tujuan Surabaya-Yogyakarta sebesar 75%. Kemudian, dilakukan eksperimen ketika tiket yang terjual pada rute Madiun-Jakarta sebesar 0%, 25%, 50%, dan 100%. Dan ketika tiket yang terjual pada rute Yogyakarta-Jakarta sebesar 0%, 25%, 50%, dan 100%.

Perhitungan untuk mengetahui pendapatan yang diperoleh oleh perusahaan yaitu **(jumlah tiket terjual x harga tiket) + (jumlah pembatalan tiket x biaya pembatalan tiket)**. Perolehan pendapatan ketika tiket terjual pada tujuan Madiun-Jakarta dan Yogyakarta-Jakarta sebesar 0% yaitu Rp. 157,328,750. Perolehan pendapatan ketika tiket terjual pada tujuan Madiun-Jakarta dan Yogyakarta-Jakarta sebesar 25% yaitu Rp. 199,198,750. Perolehan pendapatan ketika tiket terjual pada tujuan Madiun-Jakarta dan Yogyakarta-Jakarta sebesar 50% yaitu Rp. 198,152,500. Perolehan pendapatan ketika tiket terjual pada tujuan Madiun-Jakarta dan Yogyakarta-Jakarta sebesar 100% yaitu Rp. 200,258,750.

Semakin meningkat jumlah tiket terjual pada tujuan Madiun-Jakarta dan Yogyakarta-Jakarta, maka semakin meningkat pula pendapatan yang diperoleh

perusahaan. Hal tersebut berarti bahwa perusahaan akan mendapatkan pendapatan yang lebih baik apabila jumlah tiket yang terjual pada tujuan tersebut sebesar 100%, yang artinya alokasi kursi yang disediakan oleh perusahaan dapat terisi semua.

5.5 Eksperimen Lima

Pada sub bab eksperimen lima, dilakukan beberapa percobaan numerik. Alokasi kursi pada tujuan Surabaya-Jakarta yaitu sebesar 60% dan alokasi kursi pada stasiun antara yaitu sebesar 40%. Pada eksperimen yang dilakukan pertama yaitu ketika alokasi yang disediakan untuk tujuan Surabaya-Madiun sebesar 25% dan alokasi untuk tujuan Surabaya-Yogyakarta sebesar 75%. Kemudian, dilakukan eksperimen ketika tiket yang terjual pada rute Madiun-Jakarta sebesar 0%, 25%, 50%, dan 100%. Dan ketika tiket yang terjual pada rute Yogyakarta-Jakarta sebesar 0%, 25%, 50%, dan 100%.

Perhitungan untuk mengetahui pendapatan yang diperoleh oleh perusahaan yaitu **(jumlah tiket terjual x harga tiket) + (jumlah pembatalan tiket x biaya pembatalan tiket)**. Perolehan pendapatan ketika tiket terjual pada tujuan Madiun-Jakarta dan Yogyakarta-Jakarta sebesar 0% yaitu Rp. 151,103,750. Perolehan pendapatan ketika tiket terjual pada tujuan Madiun-Jakarta dan Yogyakarta-Jakarta sebesar 25% yaitu Rp. 205,406,250. Perolehan pendapatan ketika tiket terjual pada tujuan Madiun-Jakarta dan Yogyakarta-Jakarta sebesar 50% yaitu Rp. 207,063,750. Perolehan pendapatan ketika tiket terjual pada tujuan Madiun-Jakarta dan Yogyakarta-Jakarta sebesar 100% yaitu Rp. 209,783,750.

Pendapatan yang paling tinggi diperoleh ketika perusahaan menyediakan alokasi kursi pada tujuan Madiun-Jakarta dan Yogyakarta-Jakarta sebesar 100%. Dapat diketahui bahwa semakin tinggi tiket yang terjual pada tujuan tersebut, maka perolehan pendapatan akan semakin tinggi pula. Hal tersebut berarti bahwa perusahaan akan memperoleh pendapatan yang lebih baik ketika jumlah tiket terjual pada tujuan tersebut sebesar 100% atau alokasi kursi yang disediakan dapat terisi semua.

5.6 Eksperimen Enam

Pada sub bab eksperimen enam, dilakukan beberapa percobaan numerik. Alokasi kursi pada tujuan Surabaya-Jakarta yaitu sebesar 50% dan alokasi kursi pada stasiun antara yaitu sebesar 50%. Pada eksperimen yang dilakukan pertama yaitu ketika alokasi yang disediakan untuk tujuan Surabaya-Madiun sebesar 25% dan alokasi untuk tujuan Surabaya-Yogyakarta sebesar 75%. Kemudian, dilakukan eksperimen ketika tiket yang terjual pada rute Madiun-Jakarta sebesar 0%, 25%, 50%, dan 100%. Dan ketika tiket yang terjual pada rute Yogyakarta-Jakarta sebesar 0%, 25%, 50%, dan 100%.

Kemudian dilakukan perhitungan untuk mengetahui pendapatan yang diperoleh oleh perusahaan yaitu **(jumlah tiket terjual x harga tiket) + (jumlah pembatalan tiket x biaya pembatalan tiket)**. Perolehan pendapatan ketika tiket terjual pada tujuan Madiun-Jakarta dan Yogyakarta-Jakarta sebesar 0% yaitu Rp. 143,031,250. Perolehan pendapatan ketika tiket terjual pada tujuan Madiun-Jakarta dan Yogyakarta-Jakarta sebesar 25% yaitu Rp. 212,593,750. Perolehan pendapatan ketika tiket terjual pada tujuan Madiun-Jakarta dan Yogyakarta-Jakarta sebesar 50% yaitu Rp. 213,488,750. Perolehan pendapatan ketika tiket terjual pada tujuan Madiun-Jakarta dan Yogyakarta-Jakarta sebesar 100% yaitu Rp. 214,105,000.

Dapat diketahui bahwa semakin tinggi tiket yang terjual pada tujuan Madiun-Jakarta dan Yogyakarta-Jakarta, maka semakin tinggi pula perolehan pendapatan pada perusahaan. Hal tersebut berarti perusahaan akan mendapatkan pendapatan yang lebih baik ketika alokasi kursi yang disediakan pada tujuan tersebut terisi penuh (100%).

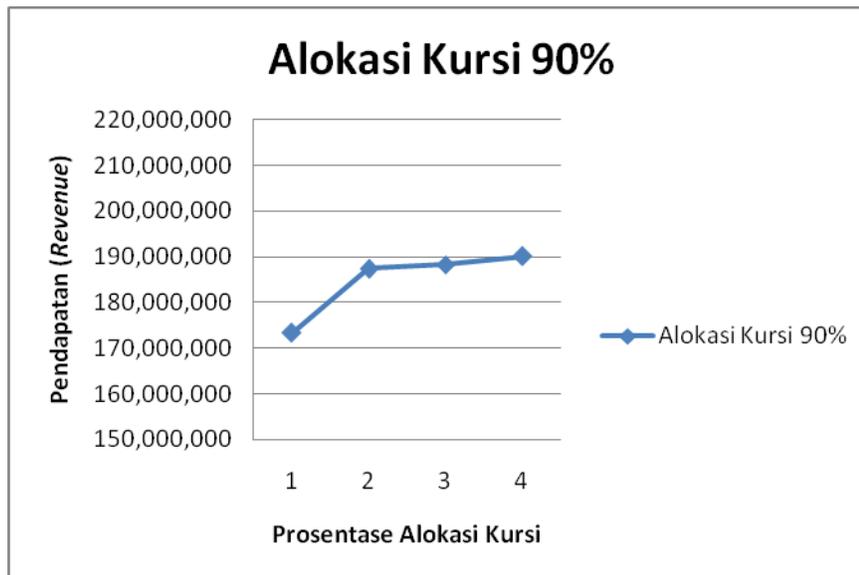
5.7 Grafik Perbandingan Perolehan Pendapatan

Berikut merupakan hasil perolehan pendapatan yang telah dilakukan pada masing-masing eksperimen.

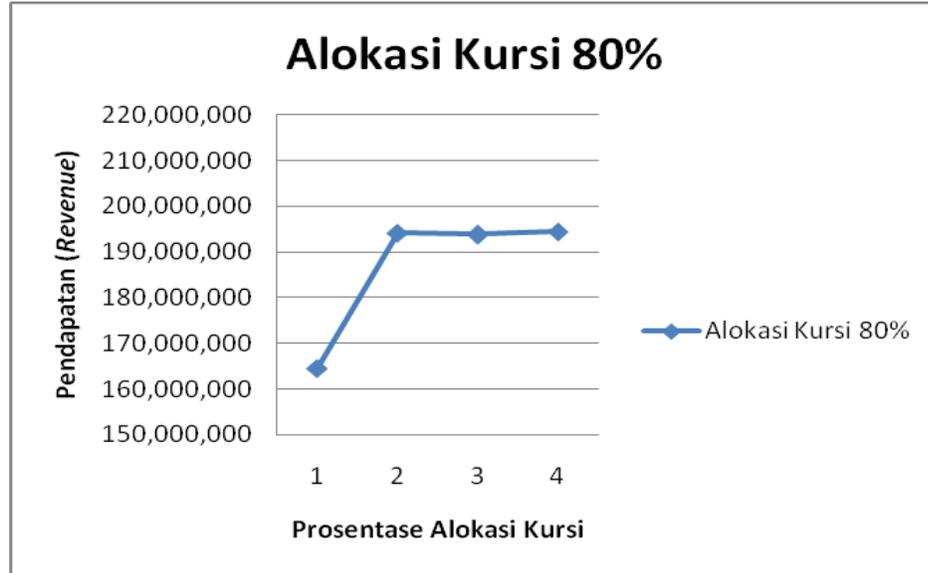
Tabel 5.6 Perolehan pendapatan pada masing-masing skenario eksperimen

Eksperimen	Perolehan Pendapatan			
	0%	25%	50%	100%
1				181,270,000
2	173,276,250	187,351,250	188,238,750	190,053,750
3	164,481,250	194,096,250	193,777,500	194,450,000
4	157,328,750	199,198,750	198,152,500	200,258,750
5	151,103,750	205,406,250	207,063,750	209,783,750
6	143,031,250	212,593,750	213,488,750	214,105,000

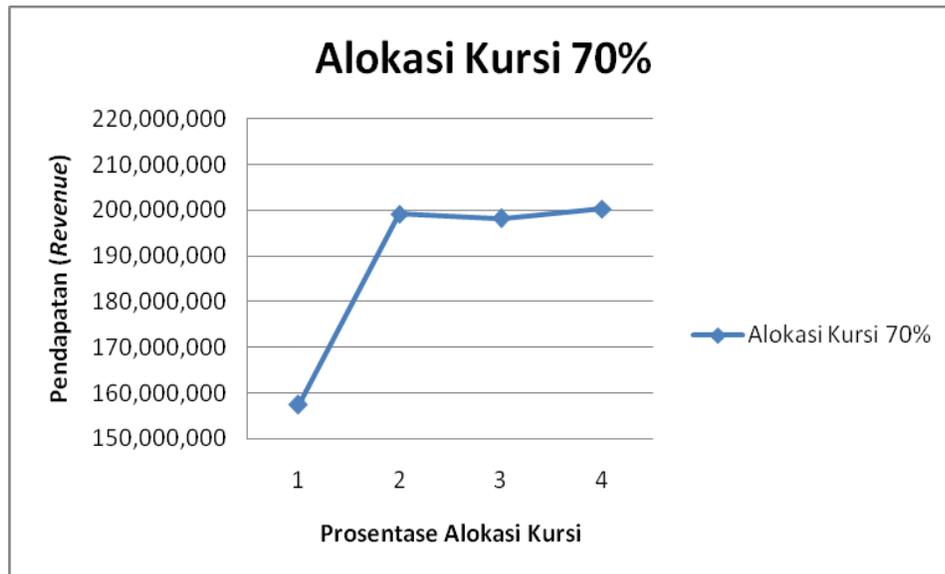
Berikut adalah grafik perbandingan perolehan pendapatan pada masing-masing eksperimen yang telah dilakukan.



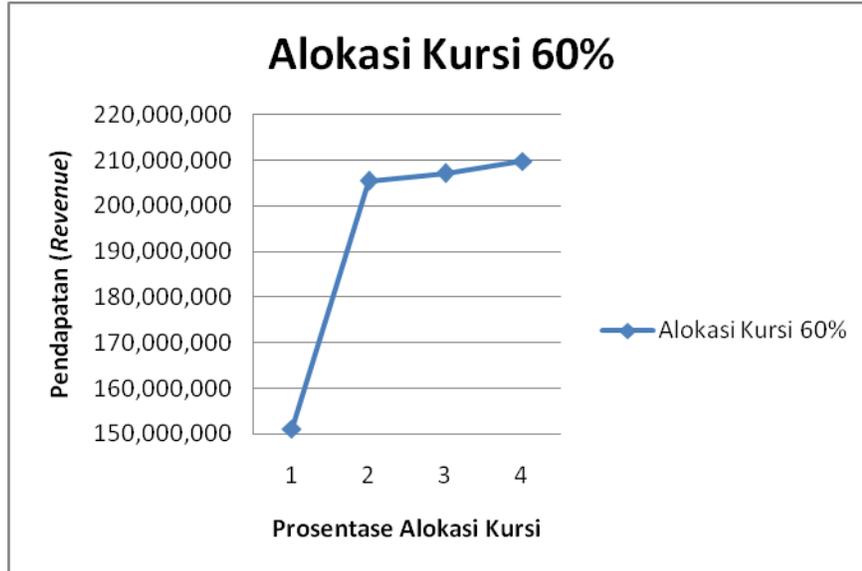
Gambar 5.1 Grafik perolehan pendapatan tujuan Surabaya-Jakarta (90%)



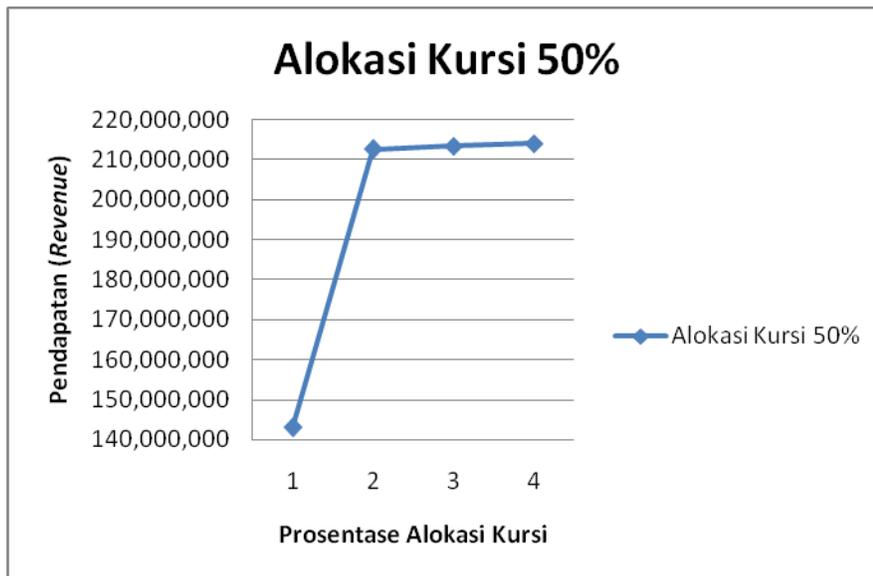
Gambar 5.2 Grafik perolehan pendapatan tujuan Surabaya-Jakarta (80%)



Gambar 5.3 Grafik perolehan pendapatan tujuan Surabaya-Jakarta (70%)



Gambar 5.4 Grafik perolehan pendapatan tujuan Surabaya-Jakarta (60%)



Gambar 5.5 Grafik perolehan pendapatan tujuan Surabaya-Jakarta (50%)

Pada gambar grafik diatas, menunjukkan bahwa perolehan pendapatan yang paling tinggi terdapat pada eksperimen enam yaitu alokasi kursi pada tujuan Surabaya-Jakarta sebesar 50% dan alokasi kursi pada stasiun antara sebesar 50%. Dengan jumlah tiket terjual memiliki prosentase 100%, yang berarti bahwa perusahaan akan memperoleh pendapatan yang lebih baik apabila alokasi kursi yang

disediakan dapat terisi penuh dengan menerapkan strategi pembatalan pemesanan (*cancellation*).

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB 6

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Penelitian ini mengembangkan model *dynamic seat allocation* pada kereta penumpang. Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini yaitu :

1. Penelitian ini menghasilkan model dan algoritma untuk permasalahan *dynamic seat allocation* dengan mempertimbangkan pembatalan pada pemesanan tiket kereta.
2. Algoritma yang dikembangkan dapat memberikan penyelesaian yang baik untuk penjualan tiket kereta yang terdapat pada masing-masing tujuan perjalanan dan masing-masing kelas harga.
3. Berdasarkan percobaan numerik yang dilakukan, didapatkan hasil sebagai berikut :
 - a. Perolehan pendapatan paling tinggi yaitu sebesar Rp. 214,105,000.
 - b. Perusahaan akan memperoleh pendapatan yang lebih baik apabila alokasi pada tujuan Surabaya-Jakarta sebesar 50%, dengan kombinasi alokasi pada tujuan lainnya sebesar 50% dan alokasi kursi yang disediakan terisi 100%.
 - c. Perusahaan dapat menerapkan pembatalan pemesanan tiket penumpang kereta api agar memperoleh pendapatan yang lebih baik.

6.2 Saran

Saran yang diberikan untuk penelitian selanjutnya adalah permasalahan dapat dikembangkan dengan menggunakan rute yang lebih lengkap dari Surabaya menuju Jakarta. Dapat dikembangkan pula ketika terjadi *dynamic seat allocation* dan *dynamic pricing*.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR PUSTAKA

- Amstrong, Alexander., Meissner, Joern., 2010. Railway Revenue Management: Overview and Models. *Department of Management Science, Lancaster University Management School, United Kingdom*. July, 2010.
- Bharill, Rohit., Rangaraj, Narayan., 2008. Revenue management in railway operations: A study of the Rajdhani Express, Indian Railways. *Transportation Research Part A*, 42, 1195–1207.
- Cadarso, Luis., Marín, Ángel., Luís Espinosa-Aranda, José., García-Ródenas, Ricardo., 2014. Train Scheduling in High Speed Railways: Considering Competitive Effects. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 162, 51 – 60.
- Company Profile* PT. Kereta Api Indonesia (Persero)., 2013.
- Dolgui, A., Porth, J.M., 2010. Supply Chain Engineering (Useful Methods and Techniques).
- Hetrakul, Pratt., Cirillo, Cinzia., 2013. A latent class choice based model system for railway optimal pricing and seat allocation. *Transportation Research Part E*, 61, 68–83.
- Hetrakul, Pratt., Cirillo, Cinzia., 2014. Accommodating taste heterogeneity in railway passenger choice models based on internet booking data. *The Journal of Choice Modelling*, 6, 1–16.
- Mumbower, Stacey., A. Garrow, Laurie., J. Higgins, Matthew., 2014. Estimating flight level price elasticities using online airline data: A first step toward integrating pricing, demand, and revenue optimization. *Transportation Research Part A*, 66, 196–212.
- Nasution, Muhammad Nur., 2004. Manajemen Transportasi. Edisi Kedua. Penerbit Ghalia Indonesia. Jakarta.
- Phillips, Robert.L., 2005. Pricing and Revenue Optimization. United States of America.
- Rusdiansyah, Ahmad., Mariana, Dira., Pradana, Hilman., A.Wessiani, Naning., 2010. Model of Dynamic Pricing for Two Parallels Flights with Multiple Fare Classes Based on Passenger Choice Behavior. *Jurnal Teknik Industri*, Vol. 12, No. 1, 9-16.

- Rusdiansyah, Ahmad., D.A.Putri, Rescha., Puspitasari, Nia., 2013. Model Dynamic Pricing untuk Penetapan Harga Tiket Pesawat Terbang Berbasis Waktu dan Persediaan Kursi dengan Mempertimbangkan Keputusan Kompetitor. *Jurnal Teknik Industri*, Vol. 15, No. 1, 47-58.
- Sweetser, Al., 1999. A Comparison of System Dynamics (SD) and Discrete Event Simulation (DES). 1600 K Street, N.W., Washington, DC 20006-2873.
- Topaloglu, Huseyin., 2007. Using Lagrangian Relaxation to Compute Capacity-Dependent Bid Prices in Network Revenue Management. *School of Operations Research and Information Engineering*, Cornell University, Ithaca, NY 14853, USA.
- You., Peng-Sheng., 2008. An efficient computational approach for railway booking problem. *European Journal of Operational Research*, 185, 811–824.
- Zaini., 2015. (Wawancara pada Perusahaan).

LAMPIRAN

HASIL *OUTPUT* SIMULASI UNTUK MASING-MASING RUTE DAN KELAS HARGA

1) Eksperimen Satu

Kode	Penumpang				
	Rute	A	H	I	J
A	Surabaya – Jakarta	100	100	100	100
2	Surabaya – Madiun	0	0	0	0
3	Madiun – Jakarta	0	0	0	0
4	Surabaya – Cirebon	0	0	0	0
7	Cirebon – Jakarta	0	0	0	0
6	Surabaya – Jogja	0	0	0	0
5	Jogja – Jakarta	0	0	0	0

Kode	Cancel				
	Rute	A	H	I	J
A	Surabaya – Jakarta	22	13	17	6
2	Surabaya – Madiun	0	0	0	0
3	Madiun – Jakarta	0	0	0	0
4	Surabaya – Cirebon	0	0	0	0
7	Cirebon – Jakarta	0	0	0	0
6	Surabaya – Jogja	0	0	0	0
5	Jogja – Jakarta	0	0	0	0

2) Eksperimen Dua

a. Eksperimen 2-1

Kode	Penumpang				
	Rute	A	H	I	J
A	Surabaya – Jakarta	93	86	88	91
2	Surabaya – Madiun	0	3	3	2
3	Madiun – Jakarta	0	0	0	0
4	Surabaya – Cirebon	0	0	0	0
7	Cirebon – Jakarta	0	0	0	0

6	Surabaya – Jogja	7	11	9	7
5	Jogja – Jakarta	0	0	0	0

Kode	<i>Cancel</i>				
	Rute	A	H	I	J
A	Surabaya – Jakarta	14	15	20	4
2	Surabaya – Madiun	0	0	0	1
3	Madiun – Jakarta	0	0	0	0
4	Surabaya – Cirebon	0	0	0	0
7	Cirebon – Jakarta	0	0	0	0
6	Surabaya – Jogja	1	1	0	2
5	Jogja – Jakarta	0	0	0	0

b. Eksperimen 2-2

Kode	Penumpang				
	Rute	A	H	I	J
A	Surabaya – Jakarta	96	85	90	94
2	Surabaya – Madiun	0	3	3	0
3	Madiun – Jakarta	0	1	3	0
4	Surabaya – Cirebon	0	0	0	0
7	Cirebon – Jakarta	0	0	0	0
6	Surabaya – Jogja	4	12	7	6
5	Jogja – Jakarta	4	14	7	6

Kode	<i>Cancel</i>				
	Rute	A	H	I	J
A	Surabaya – Jakarta	14	15	21	4
2	Surabaya – Madiun	0	1	0	0
3	Madiun – Jakarta	0	0	0	0
4	Surabaya – Cirebon	0	0	0	0
7	Cirebon – Jakarta	0	0	0	0
6	Surabaya – Jogja	1	0	0	2
5	Jogja – Jakarta	0	2	1	1

c. Eksperimen 2-3

Kode	Penumpang				
	Rute	A	H	I	J
A	Surabaya – Jakarta	96	86	92	84
2	Surabaya – Madiun	3	1	1	4
3	Madiun – Jakarta	2	1	1	2
4	Surabaya – Cirebon	0	0	0	0
7	Cirebon – Jakarta	0	0	0	0
6	Surabaya – Jogja	1	13	7	12
5	Jogja – Jakarta	2	13	7	14

Kode	Cancel				
	Rute	A	H	I	J
A	Surabaya – Jakarta	14	11	16	9
2	Surabaya – Madiun	0	0	0	0
3	Madiun – Jakarta	0	0	0	0
4	Surabaya – Cirebon	0	0	0	0
7	Cirebon – Jakarta	0	0	0	0
6	Surabaya – Jogja	1	0	0	1
5	Jogja – Jakarta	0	2	1	4

d. Eksperimen 2-4

Kode	Penumpang				
	Rute	A	H	I	J
A	Surabaya – Jakarta	96	84	92	85
2	Surabaya – Madiun	4	9	6	9
3	Madiun – Jakarta	3	7	5	8
4	Surabaya – Cirebon	0	0	0	0
7	Cirebon – Jakarta	0	0	0	0
6	Surabaya – Jogja	0	7	2	6
5	Jogja – Jakarta	1	9	3	7

Kode	Cancel				
	Rute	A	H	I	J
A	Surabaya – Jakarta	14	11	16	9

2	Surabaya – Madiun	0	0	0	0
3	Madiun – Jakarta	0	0	0	1
4	Surabaya – Cirebon	0	0	0	0
7	Cirebon – Jakarta	0	0	0	0
6	Surabaya – Jogja	1	0	0	2
5	Jogja – Jakarta	0	2	0	3

3) Eksperimen Tiga

a. Eksperimen 3-1

Kode	Penumpang				
	Rute	A	H	I	J
A	Surabaya – Jakarta	89	66	82	76
2	Surabaya – Madiun	3	6	2	6
3	Madiun – Jakarta	0	0	0	0
4	Surabaya – Cirebon	0	0	0	0
7	Cirebon – Jakarta	0	0	0	0
6	Surabaya – Jogja	8	28	16	18
5	Jogja – Jakarta	0	0	0	0

Kode	Cancel				
	Rute	A	H	I	J
A	Surabaya – Jakarta	15	8	16	7
2	Surabaya – Madiun	0	0	2	0
3	Madiun – Jakarta	0	0	0	0
4	Surabaya – Cirebon	0	0	0	0
7	Cirebon – Jakarta	0	0	0	0
6	Surabaya – Jogja	1	2	1	1
5	Jogja – Jakarta	0	0	0	0

b. Skenario eksperimen 3-2

Kode	Penumpang				
	Rute	A	H	I	J
A	Surabaya – Jakarta	90	68	87	77
2	Surabaya – Madiun	3	8	1	7
3	Madiun – Jakarta	2	1	0	0

4	Surabaya – Cirebon	0	0	0	0
7	Cirebon – Jakarta	0	0	0	0
6	Surabaya – Jogja	7	24	12	16
5	Jogja – Jakarta	8	31	13	23

Kode	<i>Cancel</i>				
	Rute	A	H	I	J
A	Surabaya – Jakarta	15	8	16	7
2	Surabaya – Madiun	0	1	0	0
3	Madiun – Jakarta	0	1	0	0
4	Surabaya – Cirebon	0	0	0	0
7	Cirebon – Jakarta	0	0	0	0
6	Surabaya – Jogja	1	2	0	1
5	Jogja – Jakarta	0	5	0	7

c. Skenario eksperimen 3-3

Kode	Penumpang				
	Rute	A	H	I	J
A	Surabaya – Jakarta	94	75	88	77
2	Surabaya – Madiun	2	11	5	8
3	Madiun – Jakarta	2	5	4	6
4	Surabaya – Cirebon	0	0	0	0
7	Cirebon – Jakarta	0	0	0	0
6	Surabaya – Jogja	4	14	7	15
5	Jogja – Jakarta	4	20	8	17

Kode	<i>Cancel</i>				
	Rute	A	H	I	J
A	Surabaya – Jakarta	16	11	15	8
2	Surabaya – Madiun	0	1	0	0
3	Madiun – Jakarta	1	0	1	0
4	Surabaya – Cirebon	0	0	0	0
7	Cirebon – Jakarta	0	0	0	0
6	Surabaya – Jogja	3	3	2	0
5	Jogja – Jakarta	0	3	1	2

d. Eksperimen 3-4

Kode	Penumpang				
	Rute	A	H	I	J
A	Surabaya – Jakarta	90	72	91	77
2	Surabaya – Madiun	5	14	3	8
3	Madiun – Jakarta	4	8	2	4
4	Surabaya – Cirebon	0	0	0	0
7	Cirebon – Jakarta	0	0	0	0
6	Surabaya – Jogja	5	14	6	15
5	Jogja – Jakarta	6	20	7	19

Kode	Cancel				
	Rute	A	H	I	J
A	Surabaya – Jakarta	15	12	12	10
2	Surabaya – Madiun	0	2	1	0
3	Madiun – Jakarta	0	2	0	0
4	Surabaya – Cirebon	0	0	0	0
7	Cirebon – Jakarta	0	0	0	0
6	Surabaya – Jogja	0	0	0	1
5	Jogja – Jakarta	0	6	1	5

4) Eksperimen Empat

a. Eksperimen 4-1

Kode	Penumpang				
	Rute	A	H	I	J
A	Surabaya – Jakarta	75	56	77	70
2	Surabaya – Madiun	7	7	7	5
3	Madiun – Jakarta	0	0	0	0
4	Surabaya – Cirebon	0	0	0	0
7	Cirebon – Jakarta	0	0	0	0
6	Surabaya – Jogja	16	37	16	25
5	Jogja – Jakarta	0	0	0	0

Kode	<i>Cancel</i>				
	Rute	A	H	I	J
A	Surabaya – Jakarta	13	10	14	7
2	Surabaya – Madiun	0	0	1	0
3	Madiun – Jakarta	0	0	0	0
4	Surabaya – Cirebon	0	0	0	0
7	Cirebon – Jakarta	0	0	0	0
6	Surabaya – Jogja	2	2	3	1
5	Jogja – Jakarta	0	0	0	0

b. Skenario eksperimen 4-2

Kode	Penumpang				
	Rute	A	H	I	J
A	Surabaya – Jakarta	78	64	84	69
2	Surabaya – Madiun	7	10	2	5
3	Madiun – Jakarta	4	1	1	2
4	Surabaya – Cirebon	0	0	0	0
7	Cirebon – Jakarta	0	0	0	0
6	Surabaya – Jogja	15	26	14	26
5	Jogja – Jakarta	18	35	15	29

Kode	<i>Cancel</i>				
	Rute	A	H	I	J
A	Surabaya – Jakarta	13	12	14	8
2	Surabaya – Madiun	0	1	0	1
3	Madiun – Jakarta	0	0	0	0
4	Surabaya – Cirebon	0	0	0	0
7	Cirebon – Jakarta	0	0	0	0
6	Surabaya – Jogja	1	4	0	1
5	Jogja – Jakarta	1	6	2	4

c. Skenario eksperimen 4-3

Kode	Penumpang				
	Rute	A	H	I	J
A	Surabaya – Jakarta	81	72	86	64

2	Surabaya – Madiun	8	7	6	6
3	Madiun – Jakarta	3	4	5	4
4	Surabaya – Cirebon	0	0	0	0
7	Cirebon – Jakarta	0	0	0	0
6	Surabaya – Jogja	11	21	8	30
5	Jogja – Jakarta	16	24	9	32

Kode	<i>Cancel</i>				
	Rute	A	H	I	J
A	Surabaya – Jakarta	13	13	17	5
2	Surabaya – Madiun	1	0	1	2
3	Madiun – Jakarta	0	0	0	0
4	Surabaya – Cirebon	0	0	0	0
7	Cirebon – Jakarta	0	0	0	0
6	Surabaya – Jogja	1	3	0	0
5	Jogja – Jakarta	0	3	1	3

d. Eksperimen 4-4

Kode	Penumpang				
	Rute	A	H	I	J
A	Surabaya – Jakarta	78	73	85	67
2	Surabaya – Madiun	14	16	7	15
3	Madiun – Jakarta	9	9	4	9
4	Surabaya – Cirebon	0	0	0	0
7	Cirebon – Jakarta	0	0	0	0
6	Surabaya – Jogja	8	11	8	18
5	Jogja – Jakarta	13	18	11	24

Kode	<i>Cancel</i>				
	Rute	A	H	I	J
A	Surabaya – Jakarta	13	13	16	6
2	Surabaya – Madiun	1	1	1	3
3	Madiun – Jakarta	2	1	0	0
4	Surabaya – Cirebon	0	0	0	0
7	Cirebon – Jakarta	0	0	0	0

6	Surabaya – Jogja	0	2	0	3
5	Jogja – Jakarta	1	2	1	3

5) Eksperimen Lima

a. Eksperimen 5-1

Kode	Penumpang				
	Rute	A	H	I	J
A	Surabaya – Jakarta	65	46	67	66
2	Surabaya – Madiun	8	13	8	7
3	Madiun – Jakarta	0	0	0	0
4	Surabaya – Cirebon	0	0	0	0
7	Cirebon – Jakarta	0	0	0	0
6	Surabaya – Jogja	27	41	25	27
5	Jogja – Jakarta	0	0	0	0

Kode	Cancel				
	Rute	A	H	I	J
A	Surabaya – Jakarta	17	7	9	6
2	Surabaya – Madiun	0	1	3	1
3	Madiun – Jakarta	0	0	0	0
4	Surabaya – Cirebon	0	0	0	0
7	Cirebon – Jakarta	0	0	0	0
6	Surabaya – Jogja	2	3	3	1
5	Jogja – Jakarta	0	0	0	0

b. Eksperimen 5-2

Kode	Penumpang				
	Rute	A	H	I	J
A	Surabaya – Jakarta	66	58	76	63
2	Surabaya – Madiun	8	15	2	12
3	Madiun – Jakarta	5	5	0	2
4	Surabaya – Cirebon	0	0	0	0
7	Cirebon – Jakarta	0	0	0	0
6	Surabaya – Jogja	26	27	22	25
5	Jogja – Jakarta	29	37	24	35

Kode	<i>Cancel</i>				
	Rute	A	H	I	J
A	Surabaya – Jakarta	17	7	12	6
2	Surabaya – Madiun	2	0	0	1
3	Madiun – Jakarta	1	1	1	1
4	Surabaya – Cirebon	0	0	0	0
7	Cirebon – Jakarta	0	0	0	0
6	Surabaya – Jogja	2	4	0	3
5	Jogja – Jakarta	2	6	3	4

c. Eksperimen 5-3

Kode	Penumpang				
	Rute	A	H	I	J
A	Surabaya – Jakarta	78	41	77	61
2	Surabaya – Madiun	7	16	14	8
3	Madiun – Jakarta	4	5	7	3
4	Surabaya – Cirebon	0	0	0	0
7	Cirebon – Jakarta	0	0	0	0
6	Surabaya – Jogja	15	43	9	31
5	Jogja – Jakarta	18	54	16	36

Kode	<i>Cancel</i>				
	Rute	A	H	I	J
A	Surabaya – Jakarta	17	8	6	4
2	Surabaya – Madiun	1	4	1	0
3	Madiun – Jakarta	0	3	2	1
4	Surabaya – Cirebon	0	0	0	0
7	Cirebon – Jakarta	0	0	0	0
6	Surabaya – Jogja	1	4	3	4
5	Jogja – Jakarta	1	10	2	4

d. Eksperimen 5-4

Kode	Penumpang				
	Rute	A	H	I	J
A	Surabaya – Jakarta	76	42	76	66
2	Surabaya – Madiun	17	33	19	10
3	Madiun – Jakarta	14	17	17	2

4	Surabaya – Cirebon	0	0	0	0
7	Cirebon – Jakarta	0	0	0	0
6	Surabaya – Jogja	7	25	5	24
5	Jogja – Jakarta	10	41	7	32

Kode	<i>Cancel</i>				
	Rute	A	H	I	J
A	Surabaya – Jakarta	17	8	5	5
2	Surabaya – Madiun	1	7	3	1
3	Madiun – Jakarta	1	3	3	2
4	Surabaya – Cirebon	0	0	0	0
7	Cirebon – Jakarta	0	0	0	0
6	Surabaya – Jogja	4	2	1	1
5	Jogja – Jakarta	0	5	0	6

6) Eksperimen Enam

a. Eksperimen 6-1

Kode	Penumpang				
	Rute	A	H	I	J
A	Surabaya – Jakarta	53	32	56	61
2	Surabaya – Madiun	9	22	13	7
3	Madiun – Jakarta	0	0	0	0
4	Surabaya – Cirebon	0	0	0	0
7	Cirebon – Jakarta	0	0	0	0
6	Surabaya – Jogja	38	46	31	32
5	Jogja – Jakarta	0	0	0	0

Kode	<i>Cancel</i>				
	Rute	A	H	I	J
A	Surabaya – Jakarta	15	4	9	5
2	Surabaya – Madiun	2	2	1	1
3	Madiun – Jakarta	0	0	0	0
4	Surabaya – Cirebon	0	0	0	0
7	Cirebon – Jakarta	0	0	0	0
6	Surabaya – Jogja	3	5	4	2
5	Jogja – Jakarta	0	0	0	0

b. Eksperimen 6-2

Kode	Penumpang				
	Rute	A	H	I	J
A	Surabaya – Jakarta	54	41	69	57
2	Surabaya – Madiun	11	26	3	16
3	Madiun – Jakarta	5	11	0	1
4	Surabaya – Cirebon	0	0	0	0
7	Cirebon – Jakarta	0	0	0	0
6	Surabaya – Jogja	35	33	28	27
5	Jogja – Jakarta	41	48	31	42

Kode	Cancel				
	Rute	A	H	I	J
A	Surabaya – Jakarta	15	6	11	3
2	Surabaya – Madiun	1	2	1	3
3	Madiun – Jakarta	2	0	0	0
4	Surabaya – Cirebon	0	0	0	0
7	Cirebon – Jakarta	0	0	0	0
6	Surabaya – Jogja	6	3	3	2
5	Jogja – Jakarta	3	5	1	3

c. Eksperimen 6-3

Kode	Penumpang				
	Rute	A	H	I	J
A	Surabaya – Jakarta	64	36	74	52
2	Surabaya – Madiun	13	28	13	4
3	Madiun – Jakarta	5	14	11	2
4	Surabaya – Cirebon	0	0	0	0
7	Cirebon – Jakarta	0	0	0	0
6	Surabaya – Jogja	23	36	13	44
5	Jogja – Jakarta	31	50	15	46

Kode	Cancel				
	Rute	A	H	I	J
A	Surabaya – Jakarta	17	5	10	3
2	Surabaya – Madiun	1	4	4	1
3	Madiun – Jakarta	1	1	1	0

4	Surabaya – Cirebon	0	0	0	0
7	Cirebon – Jakarta	0	0	0	0
6	Surabaya – Jogja	5	4	3	4
5	Jogja – Jakarta	2	6	2	4

d. Eksperimen 6-4

Kode	Penumpang				
	Rute	A	H	I	J
A	Surabaya – Jakarta	58	42	77	54
2	Surabaya – Madiun	28	40	8	22
3	Madiun – Jakarta	20	17	5	7
4	Surabaya – Cirebon	0	0	0	0
7	Cirebon – Jakarta	0	0	0	0
6	Surabaya – Jogja	14	18	15	24
5	Jogja – Jakarta	22	41	18	39

Kode	Cancel				
	Rute	A	H	I	J
A	Surabaya – Jakarta	15	7	10	4
2	Surabaya – Madiun	3	2	1	6
3	Madiun – Jakarta	4	2	1	0
4	Surabaya – Cirebon	0	0	0	0
7	Cirebon – Jakarta	0	0	0	0
6	Surabaya – Jogja	2	1	1	0
5	Jogja – Jakarta	0	7	1	4

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BIOGRAFI PENULIS



Penulis yang bernama lengkap Rahma Rei Sakura dilahirkan di kota Nagoya Japan pada tanggal 28 Februari 1991. Penulis bertempat tinggal di kota Jember. Kegemaran penulis yaitu *travelling* bersama keluarga atau sahabat terdekat. Anak kedua dari dua bersaudara ini menempuh pendidikan di SDN Jember Lor I Jember (1997-2003), SMPN 1 Jember (2003-2006), SMAN 2 Jember (2006-2009). Pada tahun 2009, penulis melanjutkan studi program sarjana di Jurusan Teknik Material dan Metalurgi Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya melalui jalur mandiri. Penulis menyelesaikan studi program sarjana pada bulan Maret 2013 yang kemudian melanjutkan studi untuk program magister di Jurusan Teknik Industri ITS Surabaya. Dalam perkuliahannya di Jurusan Teknik Industri ITS, penulis memiliki ketertarikan lebih pada bidang *Logistics* dan *Supply Chain Management*.

HP : 085730088615 / 081326833153

Email : rahmareisakura@yahoo.com

(Halaman ini sengaja dikosongkan)