TESIS - BM185407

MODEL OPTIMASI *SCHEDULE NERVOUSNESS* PADA INDUSTRI KATERING PENERBANGAN

ADITYA PUTRA RAHARDJO
09211850084006

Dosen Pembimbing:
Prof. Iwan Vanany S.T., M.T., Ph.D
NIP 197109271999031002

Departemen Manajemen Teknologi
Fakultas Desain Kreatif dan Bisnis Digital
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
2021

Tesis disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar

Magister Manajemen Teknologi (M.MT)

di

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

Aditya Putra Rahardjo

NRP: 09211850084006

Tanggal Ujian: 14 Januari 2021

Periode Wisuda: Maret 2021

Disetujui oleh:

Pembimbing:

1. **Prof. Iwan Vanany S.T., M.T., Ph.D** .....
   NIP: 197109271999031002

Penguji:

1. **Dr. Ir. Mokh. Suef, M.Sc(Eng)** .....
   NIP: 196506301990031002

2. **Jerry Dwi Trijoyo Purnomo, S.Si. M.Si, Ph.D** .....
   NIP: 198102232008121003

Kepala Departemen Manajemen Teknologi

Fakultas Desain Kreatif Dan Bisnis Digital

Prof. Ir. I Nyoman Pujawan, M.Eng, Ph.D, CSCP

NIP: 196912311994121076

halaman ini sengaja dikosongkan

MODEL OPTIMASI *SCHEDULE NERVOUSNESS* PADA INDUSTRI KATERING PENERBANGAN

Nama	: Aditya Putra Rahardjo
NRP	: 09211850084006
Pembimbing	: Prof. Iwan Vanany S.T., M.T., Ph.D

ABSTRAK

Ketidakstabilan dalam perencanaan produksi atau yang lebih dikenal dengan nama *schedule nervousness* seringkali terjadi. Hal ini membuat perusahaan melakukan berbagai upaya untuk meminimalkan tingkat ketidakstabilan tersebut. Pada penelitian disini penulis mencoba untuk melihat permasalahan *schedule nervousness* yang menjadi acuan perusahaan industri katering penerbangan dalam menentukan perencanaan jumlah produksi produk makanan pesawat. Dalam konteks *schedule nervousness* disini adalah adanya perbedaan yang sangat tinggi antara nilai *demand* sementara yang diketahui pada H – 10 jam dengan *fix order* pada saat maskapai sudah menutup *check in process*. Dimana fenomena tersebut membuat pihak katering harus menanggung kerugian nilai perbedaan *demand* yang terjadi. Dalam satu bulan perusahaan harus menangung kerugian setidaknya 500 pax makanan. Berdasarkan permasalahan diatas, mencoba untuk membuat sebuah model optimasi dengan permodelan *mix integer linear programming* untuk menentukan jumlah order untuk masing – masing maskapai dan kelas penumpang pada *service* level tertentu, sehingga menghasilkan *iventory* seminimal mungkin dan profit yang besar. Penyelesaian model menggunakan *software* Lingo yang berjalan dengan baik dan telah menghasilkan solusi optimal. Hasil dari running *software* Lingo dapat memenuhi permintaan *demand* dari seluruh maskapai. Adapun potensi pengurangan biaya yang dilakukan pada minggu pertama bulan Januari 2020, yang telah memberikan skenario terbaik dengan adanya potensi penghematan biaya proses produksi sekitar biaya produksi sekitar Rp 21 Juta atau sekitar 11%.

Kata Kunci : *schedule nervousness,* perencanaan produksi, optimasi. iventory.

halaman ini sengaja dikosongkan

OPTIMIZATION MODEL SCHEDULE NERVOUSNESS IN FLIGHT CATERING INDUSTRY

Name	: Aditya Putra Rahardjo
NRP	: 09211850084006
Advisor	: Prof. Iwan Vanany S.T., M.T., Ph.D

ABSTRACT

Instability often occurs in production planning, which is also known as schedule nervousness. This phenomenon triggers companies to make various efforts in minimizing the level of instability. In this study, the author tries to look at the schedule nervousness problems of the aviation catering industry in determining the amount of production planning to increase profits. In the context of schedule nervousness, there is a very high difference between the value of the temporary demand which is known 10 hours before with the fix order when the airline has closed the check-in process. This phenomenon makes the aviation catering company must bear the loss in value of the difference in demand that occurs. In one month the company must bear the loss of at least 500 pax of food. Based on those problems, the author tries to make an optimization model with linear programming by determining the number of orders for each airline and class of passengers at a certain service level to produce minimal inventory with large profits. The completion of the model using Lingo software is running well and has produced an optimal solution. And the results of Lingo running software can meet the demand from all airlines. The potential cost reduction carried out in the first week of January 2020, has provided the best scenario with the potential for cost savings of the production process around the production cost of around IDR 21 million or about 11%.

Keywords : schedule nervousness, production planning, optimization, inventory.

halaman ini sengaja dikosongkan

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT karena atas kehendak dan petunjuk-NYA. Tesis ini dapat diselesaikan. Pada kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar – besarnya atas bimbingan dan dukungan yang diberikan. Rasa terima kasih kami sampaikan kepada :

1. Prof. Iwan Vanany S.T., M.T., Ph.D. sebagai dosen pembimbing
2. Dr. Ir. Mokh. Suef, M.Sc.(Eng) dan Jerry Dwi Trijoyo Purnomo, S.Si. M.Si, Ph.D selaku dosen penguji.
3. Prof. I Nyoman Pujawan, M.Eng., Ph.D selaku Kepala Departemen Program Studi Magister Manajemen Teknologi ITS Surabaya serta seluruh dosen dan staf di MMT ITS.
4. Berbagai pihak yang telah memberikan bantuan dalam bentuk apapun pada penyusunan tesis ini.

Penulis berharap tesis ini mampu memberi manfaat bagi para pembaca dan laporan tesis ini kurang sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran sangat diperlukan untuk perbaikan kedepannya.

Surabaya, Maret 2021

Penulis

halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR ISI

ABSTRAK v

ABSTRACK vii

KATA PENGANTAR ix

DAFTAR ISI xi

DAFTAR TABEL xv

DAFTAR GAMBAR xvii

BAB I PENDAHULUAN 1

1.1 Latar Belakang 1

1.2 Perumusan Masalah 5

1.3 Tujuan Penelitian 5

1.4 Batasan 5

1.5 Manfaat Penelitian 6

1.6 Sistematika Penulisan 6

BAB II TINJAUAN PUSTAKA 9

2.1 Landasan Teori 9

2.2 *Schedule Nervousness* 9

2.2.1 Faktor Penyebab *Schedule Nervousness* 10

2.2.2 Strategi Meminimalisasi *Schedule Nervousness* 10

2.3 Riset Operasi 11

2.3.1 Linear Programming 12

2.3.2 Integer Linear Programming 14

2.4 Biaya – Biaya Rantai Pasok 14

2.5 Model – Model Matematis Pada Penelitian Sebelumnya 16

2.5.1 Model Matematis N. Hasachoo & R. Masuchun (2015) 16

2.5.2 Model Matematis M Hasan Abdullah (2015) 16
2.5.3 Model Matematis N. Hasachoo & R. Masuchun (2016)..... 16
2.6 Analisis Sensitifitas..... 18
2.7 Menu Makanan Pesawat 18
2.8 Profil Perusahaan Studi Kasus 19
2.8.1 Struktur Organisasi PT Aerofood Indonesia Unit Surabaya 20
2.8.2 Model Alur Proses Produksi 21
2.9 Posisi Penelitian..... 22
BAB III METODE PENELITIAN 25
3.1 Tahap Awal..... 26
3.2 Pengumpulan Data 26
3.3 Perencanaan Produksi 26
3.4 Pembuatan Model Optimasi..... 27
3.4.1 Menentukan variabel keputusan..... 27
3.4.2 Formulasi fungsi tujuan..... 28
3.4.3 Formulasi fungsi pembatas..... 28
3.5 Penyelesaian Model dan Analisis 29
3.6 Pengambilan Kesimpulan dan Saran 29
BAB IV ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN 31
4.1 Pengumpulan Data 31
4.1.1 Konfigurasi Maskapai Penerbangan..... 31
4.1.2 Data *History* Penumpang 32
4.1.3 Biaya – Biaya yang Timbul..... 33
4.1.4 Permintaan Produk Makanan 36
4.1.5 Perhitungan *Service Level* 37
4.2 Running Model Optimasi dengan Software Lingo 38

4.2.1 Penulisan Program Optimasi di Software Lingo 38
4.2.2 Verifikasi dan Validasi 39
4.3 Analisis Hasil 41
4.3.1 Analisis Hasil *demand* dan *service level* optimal. 41
4.3.2 Analisis Hasil Iventory. 42
4.3.3 Analisis Penentuan Nilai Penalty Cost. 43
4.3.4 Analisis *Schedule Nervousness*..... 44
4.3.5 Analisis Hasil Perhitungan Biaya Produksi. 45
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN..... 47
5.1 Kesimpulan..... 47
5.2 Saran 47
DAFTAR PUSTAKA 49
LAMPIRAN..... 51
Lampiran 1. Model LINGO 51
Lampiran 2. Jumlah Data Penumpang 2018 – 2019 63
Lampiran 3. Nilai rata – rata service level pada tiap maskapai 64
Lampiran 4. Grafik data penumpang pada masing masing maskapai..... 64
Lampiran 5. Rekap Data Perbandingan Service Level Sesudah 70
BIODATA PENULIS 71

halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Rekap data POB MOB bulan Desember 2019 3
Tabel 1.2 Rekap data Week 1 POB MOB bulan Desember 2019 4
Tabel 2.1 Posisi penelitian terhadap studi-studi terdahulu..... 22
Tabel 4.1 Tabel Konfigurasi Maskapai Penerbangan 31
Tabel 4.2 Data history Jumlah Penumpang..... 32
Tabel 4.3 Tabel Fix Ordering Cost (a) 34
Tabel 4.4 Tabel Holding Cost (h) 34
Tabel 4.5 Tabel Variable Production Cost (v) 35
Tabel 4.6 Tabel Biaya return (r)..... 35
Tabel 4.7 Rata rata nilai service level pada tiap maskapai 37
Tabel 4.8 Uji Nilai ekstrem pada demand..... 40
Tabel 4.9 Tabel Hasil Perbandingan Demand Eksisting dan Optimal. 41
Tabel 4.10 Tabel Perbandingan Demand Eksisting dan Optimal kelas Ekonomi 42
Tabel 4.11 Hasil Iventory Produk Maskapai pada Kelas Bisnis 42
Tabel 4.12 Hasil Iventory Produk Maskapai pada Kelas Ekonomi 43
Tabel 4.13 Perubahan Nilai Penalty Cost pada Kelas Bisnis..... 43
Tabel 4.14 Tabel Perbandingan Forecast dan Optimasi..... 44
Tabel 4.15 Tabel Perhitungan Total cost Pada Garuda Indonesia 45
Tabel 4.16 Total cost Pada Seluruh Maskapai 45
Tabel 4.17 Perbandingan Total Biaya Eksisting dan Optimal 46

halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Menu Breakfast Cycle 1 SUB – CGK..... 19
Gambar 2. 2 Sturktur Organisasi PT Aerofood Indonesia Unit Surabaya 20
Gambar 2. 3 Alur Proses Produksi..... 21
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian 25
Gambar 4. 1 Trend Penumpang GA..... 33
Gambar 4. 2 Grafik penumpang pada Bulan Juli 2018..... 36
Gambar 4.3 Formulasi model pada Lingo..... 39
Gambar 4.4 Hasil Verifikasi running Lingo 39

BAB I
PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan perihal latar belakang penelitian, perumusan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, serta ruang lingkup penelitian yang terdiri dari batasan dan juga asumsi. Selain itu, bagian pendahuluan ini juga akan menjelaskan mengenai sistematika penulisan laporan penelitian.

1.1 Latar Belakang

Permasalahan sebuah ketidakstabilan suatu aktivitas pada penjadwalan produksi (biasa dikenal dengan *schedule instability* atau *schedule nervousness)* telah menjadi sebuah topik diskusi menarik bagi para peneliti dalam kurun waktu empat dekade terakhir (Pujawan, 2008). Hal tersebut dikarenakan *schedule nervousness* dianggap sebagai indikator pemicu dalam dimensi pengukuran kinerja rantai pasok khusus pada perusahaan manufaktur yang memiliki lantai produksi di dalamnya. Dimensi yang umum digunakan dalam pengukuran kinerja rantai pasok pada perusahaan meliputi *reliability, responsiveness, cost,* dan *asset management efficiency* (Supply Chain Council, 2003, yang dikutip dalam Meixell, 2005). Ketika terjadi *schedule instability* maka dapat mempengaruhi dimensi pengukuran kinerja rantai pasok tersebut. Oleh karena itu, sampai saat ini *schedule instability* menjadi topik yang menarik untuk didiskusikan.

Ketidakstabilan pada penjadwalan produksi merupakan suatu kondisi ketidaksesuaian penjadwalan dengan kondisi aktual pada lantai produksi. Disisi lain, para peniliti banyak mengartikan kondisi ini sebagai kegugupan *(nervousness).* Grubbstrom dan Tang (2000) menilai sebuah kondisi *nervousness* terjadi karena adanya penjadwalan ulang yang dilakukan pada *top – level items* sehingga terjadi perubahan pada *level items* dibawahnya atau *level items* yang lebih rendah. Selain itu *schedule nervousness* sering dikaitkan dengan perubahan pada *material production schedule* (MPS) yang berkaitan juga pada perubahan pada *material require planning* (MRP). Ada beberapa faktor yang menyebabkan fenomena schedule instabilityterjadi khususnya pada perusahaan manufaktur diantaranya

adanya ketidakpastianpermintaan, keterlambatan pengiriman bahan baku, atau faktor internalperusahaan seperti mesin tidak bekerja atau dalam perbaikan.

Dampak negatif yang akan ditimbulkan akibat terjadinya *schedule nervousness* yakni dapat menimbulkan kegugupan *(nervousness)* pada lantai produksi dan juga dapat mengurangi produktifitas. Ketika terjadi *schedule nervousness,* dari sisi perusahaan, akan terjadi keterlambatan dalam proses produksi karena proses produksi tidak berjalan sesuai dengan yang telah dijadwalkan. Selain itu perusahaan akan menanggung biaya yang diakibatkan adanya *schedule nervousness.*

Pada penelitian ini penulis akan menjadikan PT Aerofood Indonesia Surabaya, sebagai tempat untuk melakukan penelitian pada bidang industri katering penerbangan. PT Aerofood Indonesia Surabaya adalah salah satu industri katering penerbangan yang berada di Surabaya yang masih satu grup bersama Garuda Indonesia dengan tujuh maskapai yang dilayani. Dimana dua merupakan maskapai domestik dan lima sisanya merupakan masakapai internasional.

Ada beberapa layanan yang diberikan oleh perusahaan terhadap maskapai diantaranya, produk makanan dan proses pengantaran produk ke maskapai. Sebuah contoh adanya kompleksitas pada produk makanan yang membedakan satu sama lain, diantaranya perbedaan kelas penumpang (kelas ekonomi dan kelas bisnis), jadwal penerbangan, rute penerbangan dimana tiap rute memiliki menu yang berbeda dan adanya pergantian menu setiap tiga hari sekali, satu minggu sekali hingga satu bulan sekali.

Menurut artikel tribunnews.com selama periode posko yang berlangsung sejak 19 Desember 2019 hingga 6 Januari 2020, Bandara Udara International Juanda alami penurunan total jumlah penumpang sebesar 7% dari tahun 2018. Dampak lain dari penurunan adalah jumlah penumpang untuk setiap harinya mengalami perubahan yang sulit diprediksi, bahkan sampai mendekati keberangkatan kurang dari satu jam sangat mungkin terjadi perubahan jumlah penumpang baik dari yang sudah di ramalkan bahkan yang sudah ditetapkan oleh pihak maskapai pada sepuluh jam sebelum keberangkatan.

Tabel 1.1 memperlihatkan data perbedaan order yang diberikan oleh maskapai pada H-10 jam POB (*Pax On Board*), dengan data fix order pada H-1 jam MOB (*Meals On Board*) bulan Desember 2019. Diketahui adanya perbedaan order yang cukup signifikan, sehingga menyebabkan nilai *waste* yang cukup tinggi bagi perusahaan.

Tabel 1.1 Rekap data POB MOB bulan Desember 2019

Summary Order Week 1 Bulan Desember 2019									
Day	Maskapai	Hand Over Team / MOB			Accepted Pax / POB			Over Supply	
		BC	YC	CREW	BC	YC	CREW	BC	YC
1	GA	4489	82537	1208	4327	81840	1208	162	697
2	QG	0	8308	182	0	8990	210	0	-682
3	BI	40	3452	210	26	3415	210	14	37
4	CI	332	6184	420	301	6100	420	31	84
5	CX	332	6184	420	301	6100	420	31	84
6	MI	664	12368	840	602	12200	840	62	168
7	SV	264	9570	374	220	9394	374	44	176

Sumber : Order Center PT Aerofood Indonesia 2020.

Keterangan

- GA = Garuda Indonesia
- QG = Citilink
- BI = Brunai Airline
- CI = China Airline
- CX = Catay Pasific
- MI = Silk Air
- SV = Saudi Arabian Airline
- BC = Bisnis Class
- YC = Ekonomi Class
- POB = Pax On Board (Order H – 10 jam dari maskapai)
- MOB = Meals On Board (Order fix)

Fungsi utama dari data jumlah penumpang adalah sebagai acuan perusahaan melakukan proses produksi, pengadaan material dan penjadwalan sumber daya manusianya. Disisi lain produk makananan adalah produk *perishable* dimana sebuah produk yang memiliki umur waktu atau tidak dapat bertahan lama. Untuk itu sebisa mungkin perusahaan dituntut seoptimal mungkin dalam melakukan perencaan produksi, sehingga tidak mengalami *oversupply* antara *pax on board* (POB) dengan *meals on board* (MOB).

Berdasarkan kontrak kerja yang di lakukan di antara perusahaan dengan pihak maskapai pesawat terkait pembayaran jumlah order makanan, bahwa pihak maskapai hanya membayar sejumlah penumpang yang telah melawati proses check in atau disebut dengan istilah *pax on board* (POB). Tentu hal ini menjadi sebuah kerugian pihak penyedia catering dimana harus menanggung selisih harga antara *pax on board* (POB) dengan *meals on board* (MOB). Berikut adalah tabel yang menunjukan summary order pada week pertama bulan desember untuk maskapai GA, dimana Over supply pada hari ke tiga tidak dapat lagi digunakan untuk hari ke empat dikarenakan menu makanan sudah berubah.

Tabel 1.2 Rekap data Week 1 POB MOB bulan Desember 2019

Summary Order Week 1 Bulan Desember 2019									
Day	Maskapai	Hand Over Team / MOB			Accepted Pax / POB			Over Supply	
		BC	YC	CREW	BC	YC	CREW	BC	YC
1	GA	151	2972	46	147	2946	46	4	26
2	GA	109	2560	42	102	2544	42	7	16
3	GA	158	2785	44	152	2767	44	6	18
4	GA	149	2717	44	146	2691	44	3	26
5	GA	123	2797	46	117	2773	46	6	23
6	GA	141	2976	46	134	2951	46	7	25
7	GA	168	3133	46	159	3094	46	9	39

Sumber : Order Center PT Aerofood Indonesia 2020.

Pada penelitian ini penulis mencoba untuk melihat permasalahan *schedule nervousness* dalam konteks ini adalah adanya perberdaan yang sangat tinggi antara *pax on board* (POB) dengan *meals on board* (MOB). Perencanaan produksi merupakan hal yang sangat penting dilakukan di lingkungan industri sebagai upaya efisiensi, penjadwalan dan kordinasi dalam mencapai tujuan yang optimum (Rahmani dkk, 2013).

Dengan melihat permasalahan diatas penulis mencoba untuk membuat sebuah model optimasi yang dapat merumuskan permasalahan terkait adanya perbedaan antara *pax on board* (POB) dengan *meals on board* (MOB), nantinya model dapat mengurangi nilai *over supply* seminimal mungkin dan memaksimalkan keuntungan biaya yang diakibatkan.

1.2 Perumusan Masalah

Sesuai dengan apa yang telah dipaparkan pada bagian latar belakang bahwa pembahasan berkaitan dengan *schedule nervousness* dalam konteks jumlah penumpang pesawat masih belum banyak dibahas. Oleh karena itu, dalam penelitian ini penulis berupaya melakukan optimalisasi permintaan produksi sehingga perusahaan dapat meminimalkan kerugian yang diakibatkan perbedaan antara MOB dengan POB dengan mengunakan *service level* tertentu.

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan perumusan masalah yang di utarakan diatas, maka penelitian bertujuan:

1. Membuat sebuah model matematis, yang digunakan untuk optimasi dalam proses produksi produk makanan pesawat.
2. Memberikan skenario perbaikan untuk mengoptimalkan biaya produksi dan memenuhi permintaan berdasarkan service level.

1.4 Batasan

Untuk lebih memfokuskan model pada permasalahan yang akan diteliti, maka akan diberikan suatu batasan dan asumsi untuk penelitian ini, batasan yang

digunakan dalam penelitian hanya melakukan permodelan matematatis pada produk makanan pesawat pada kelas bisnis dan kelas ekonomi dengan beberapa service level.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan mampu memberikan sebuah model optimasi yang dapat digunakan dalam meramalkan jumlah produksi yang harus dilakukan sehingga perusahaan akan dapat mengurangi nilai *over supply*.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan laporan pada penelitian yang akan dilakukan adalah sebagai berikut :

Bab 1 : Pendahuluan

Bab ini mencoba memaparkan latar belakang dilakukannya penelitian, perumusan masalah, tujuan penilitian, ruang lingkup, dan sistematika penulisan.

Bab 2 : Tinjauan Pustaka

Bab ini berisi tentang serangkaian teori yang digunakan sebagai dasar dalam studi eksperimental.

Bab 3 : Metode Penelitian

Bab ini membahas tentang bagaimana tahapan dan prosedur yang dilakukan dalam penelitian untuk memberikan sistematika yang baik dalam proses penelitian.

Bab 4 : Analisis Data dan Pembahasan

Bab akan dijelaskan mengenai proses analisis data dan pembahasan dari proses optimasi. Pengumpulan data dan analisis data yang dilakukan meliputi *demand, service level,* dan *schedule nervousness.* Diharapkan

dengan analisis yang diberikan dapat menjawab rumusan masalah yang dikemukakan dalam penelitian ini.

Bab 5 : Kesimpulan dan Saran

Bab ini membahas mengenai kesimpulan-kesimpulan terhadap keseluruhan hasil dan pembahasan dari penelitian ini yang dilengkapi dengan saran-saran untuk perbaikan dalam penelitian di masa mendatang.

Daftar Pustaka

Pada bagian ini berisikan sumber atau rujukan seorang penulis dalam berkarya yang berisikan nama penulis, judul tulisan, penerbit, identitas penerbit, dan tahun terbit yang digunakan untuk tinjauan pustaka.

Lampiran

Pada bagian ini berisikan data pendukung dan hasil perhitungan penelitian yang dilengkapi dengan data-data pendukung lainnya yang digunakan dalam penelitian ini.

halaman ini sengaja dikosongkan

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Landasan Teori

Dalam setiap penelitian diperlukan suatu landasan teori yang dijadikan sebagai acuan untuk memberikan solusi dari rumusan masalah yang dipaparkan. Dalam penelitian ini terdapat beberapa landasan teori yang dapat dipaparkan yakni: *schedule nervousness*, faktor penyebab *schedule nervousness*, strategi meminimasi *schedule nervousness*, riset operasi dan analisis sentifitas.

2.2 *Schedule Nervousness*

Sampai detik ini, masih banyak perusahaan manufaktur yang menggunakan peramalan dalam penentuan rencana/jadwal produksi untuk kebutuhan permintaan yang akan datang. Hal tersebut merupakan suatu hal yang memiliki resiko cukup besar. Suatu metode peramalan senantiasa memberikan hasil yang jauh dari kenyataan yang terjadi. Kazan dkk. (2000) berpendapat bahwa hasil peramalan yang akurat hanya terjadi pada periode-periode awal peramalan, untuk periode selanjutnya akan terjadi penyesuaian sejalan dengan informasi baru yang diterima. Suatu bentuk penyesuaian terhadap perubahan pada rencana produksi senantiasa dialami oleh banyak perusahaan manufaktur.

Perubahan tersebut senantiasa mencakup mengenai waktu dan kuantitas dari permintaan yang diterima (Sridharan dan La Forge, 1989). Peristiwa yang semacam ini seringkali dikenal dengan istilah *schedule instability* atau *schedule nervousness*. Fenomena *schedule instability* seringkali dianggap sebagai salah satu faktor penghambat bagi efektifitas sistem perencanaan produksi yang berbasis pada *Material Requirement Planning* (MRP) (Blackburn dkk, 1985). MRP dalam suatu rencana produksi dirancang untuk menjawab kebutuhan akan tiga hal (Murthy dan Ma, 1991), yaitu: bahan baku atau material apa yang dibutuhkan berapa banyak kuantitas yang diperlukan, dan kapan bahan baku atau material tersebut diperlukan.

2.2.1 Faktor Penyebab *Schedule Nervousness*

Adanya dampak negatif yang ditimbulkan dari *schedule nervousness* tidak serta merta dapat dihilangkan, namun dampak negatif tersebut dapat diminimalkan sehingga kerugian perusahaan tidak semakin besar secara simultan. Untuk meminimalkan dampak negatif dari hal tersebut perlu diidentifikasi faktor penyebab dari timbulnya *schedule nervousness*.

Beberapa peneliti telah berupaya untuk mengidentifikasi faktor penyebab *schedule nervousness*. Pertama, penelitian yang dilakukan oleh Blackburn dkk (1985) mengidentifikasi ada dua penyebab mendasar adanya ketidakstabilan pesanan dalam sistem MRP yaitu ketidakpastian permintaan (spesifik juga pada pasokan komponen) dan variasi dari penggunaan ukuran pemesanan. Selain itu, Murthy dan Ma (1991) mengklasifikasikan bentuk ketidakpastian yang dapat menyebabkan *schedule nervousness* pada MRP dalam dua kategori meliputi ketidakpastian lingkungan dan ketidakpastian sistem.

Berbagai bentuk atau tipe gangguan seperti kegagalan mesin, jeda waktupemrosesan, rush order, permasalahan kualitas dan ketiadaan material juga dapatmenjadi faktor perubahan pada rencana produksi (Vieira dkk, 2003). Selain itu,ketidakpastian permintaan, keterlambatan pengiriman material oleh pemasok,serta permasalahan internal perusahaan seperti kerusakan pada mesin produksidimungkinkan sebagai faktor penyebab adanya revisi jadwal produksi (Pujawan dan smart, 2012).

2.2.2 Strategi Meminimalisasi *Schedule Nervousness*

Dari berbagai faktor yang diidentifikasi untuk mengurangi dampak negatif *schedule nervousness* tentu maka akan dapat diidentifikasi cara atau strategi yang kemungkinkan untuk mengurangi damapak fenomena tersebut. Dalam kurun waktu beberapa dekade terakhir, banyak peneliti yang menuangkan pemikiran dalam sebuah penelitian berkaitan dengan strategi untuk meminimalkan fenomena *schedule nervousness*. Terdapat beberapa strategi yang diusulkan diantaranya melalui algoritma *lot sizing* yang dituangkan dalam model matematis dengan mempertimbangkan biaya untuk penggatian jadwal (Carlson dkk 1979, Kropp dkk 1983, Kazan dkk 2000).

Strategi yang cukup umum dan banyak digunakan dalam meminimalisasi dampak negatif schedule instability adalah melalui pembekuan *(freezing)* jadwal produksi dalam periode yang ditentukan. Pujawan dan Smart (2012) mengidentifikasi banyak penulis yang mempelajari efektifitas dari pembekuan jadwal produksi untuk mengurangi fenomena *schedule instability*. Berkaitan dengan strategi ini, salah satu studi melakukan investigasi dampak dari pembekuan MPS terhadap schedule instability, total biaya, dan service level dalam sistem multilevel MRP dengan kondisi ketidakpastian permintaan (Zhao dan Lee, 1993).

2.3 Riset Operasi

Riset Operasi atau biasa disebut *Operation research* sering digunakan untuk menemukan cara yang lebih baik dalam menyelesaikan permasalahan yang kompleks. Menurut Taha (2007), tahapan yang penting dalam melakukan *operation research* yaitu:

1. Mendefinisikan masalah

   Merupakan tahapan investigasi untuk mengidentifikasi akar permasalahan yang berpengaruh terhadap hasil keputusan. Proses identifikasi masalah meliputi penggambaran alternatif, penentuan tujuan penelitian, dan batasan dari model.
2. Membangun model

   Merupakan tahapan pembentukan model matematis untuk menggambarkan permasalahan yang akan diselesaikan.
3. Solusi model

   Merupakan tahapan dalam pencarian solusi terhadap model yang dibuat.
4. Validias Model

   Merupakan tahapan pengujian model dan hasil solusi dari penggunaan model
5. Implementasi model

   Merupakan tahapan menterjemahkan hasil solusi model yang telah divalidasi ke instruksi operasional yang dimengerti oleh pihak terkait.

2.3.1 Linear Programming

Salah satu teknik dalam *operation research* yakni *linear programming*, dimana teknik ini mempunyai tujuan untuk menyelesaikan permasalahan alokasi sumber daya yang terbatas dalam suatu lingkungan aktivitas untuk memperoleh solusi yang optimal. Menurut Taylor (2010), istilah *linear programming*, menunjukkan hubungan fungsional dalam model matematis yang bersifat linear dan teknik pemecahan yang terdiri atas tahapan matematis.

Kasus-kasus khusus tertentu dari pemrograman linier, seperti masalah aliran jaringan dan masalah aliran multikomoditas dianggap cukup penting untuk menghasilkan banyak penelitian tentang algoritma khusus untuk solusi mereka. Sejumlah algoritma untuk jenis masalah optimisasi lainnya bekerja dengan menyelesaikan masalah LP sebagai subproblem. Secara historis, ide-ide dari pemrograman linier telah membantu banyak konsep sentral teori optimasi, seperti dualitas, dekomposisi, dan pentingnya konveksivitas dan generalisasi-generalisasi.Banyak keputusan manajemen melibatkan upaya untuk memanfaatkan sumber daya organisasi secara paling efektif. Sumber daya ini termasuk Mesin, Tenaga Kerja, Uang, Waktu, ruang Gudang atau bahan baku untuk menghasilkan barang (mesin, furnitur, makanan atau memasak) atau layanan (jadwal untuk mesin dan kebijakan periklanan produksi atau keputusan investasi).

Pemrograman linier dapat diterapkan ke berbagai bidang studi. Ini digunakan paling luas dalam bisnis dan ekonomi, tetapi juga dapat digunakan untuk beberapa masalah teknik. Industri yang menggunakan model pemrograman linier termasuk transportasi, energi, telekomunikasi, dan manufaktur. Ini terbukti bermanfaat dalam memodelkan berbagai jenis masalah dalam perencanaan, penjadwalan, penugasan, dan desain. Terdapat empat komponen dari model *linear programming*, sebagai berikut:

1. Variabel keputusan: merupakan simbol matematis yang merepresentasikan tingkat aktifitas.
2. Fungsi tujuan: merupakan hubungan linier yang menggambarkan tujuan dari operasi.
3. Batasan: merupakan hubungan linier yang menggambarkan batasan dalam pengambilan keputusan.

4. Parameter: merupakan nilai numerik yang terdapat pada fungsi tujuan dan Batasan.

Metode *linear programming* dapat diformulasikan sebagai berikut:

Fungsi Tujuan

Meminimumkan total biaya produksi selama waktu perencanaan.

Min Z = $C_1X_1 + C_2X_2 + \cdots + C_nN_n$ (2.1)

Batasan

$ai_1x_1 + ai_2x_2 + \cdots + ai_nx_n \geq b_i$ (2.2)

$aj_1x_1 + aj_2x_2 + \cdots + aj_nx_n \geq b_j$ (2.3)

$ak_1x_1 + ak_2x_2 + \cdots + ak_nx_n \geq b_k$ (2.4)

dengan:

X_n = jumlah produk n (unit) yang diproduksi

C_n = biaya untuk memproduksi 1 unit produk n

a_{in} = jumlah sumber daya i yang digunakan untuk memproduksi 1 unit n

b_i = jumlah sumber daya i yang tersedia

a_{jn} = jumlah sumber daya j yang digunakan untuk memproduksi 1 unit n

b_j = jumlah sumber daya j yang tersedia

a_{kn} = jumlah sumber daya k yang digunakan untuk memproduksi 1 unit n

b_k = jumlah sumber daya k yang tersedia

Metode linear programming lebih mudah diimplementasikan untuk menyelesaikan permasalahan dalam lingkup perencanaan *(planning)*, sebagai contoh menyelesaikan permasalahan transportasi dengan memberikan usulan model matematis yang telah dibuat berdasarkan kondisi riil serta dapat memberikan rekomendasi hasil yang optimal berdasarkan model matematis tersebut. Sedangkan metode simulasi memiliki tingkat ketidakpastian dan variabilitas yang lebih kompleks dibanding dengan metode linear programming. Metode simulasi lebih mudah diimplementasikan untuk menyelesaikan permasalahan dalam lingkup

operasional, sebagai contoh menentukan berapa lama waktu yang dibutuhkan suatu armada transportasi untuk melewati antrian pengambilan barang dalam suatu periode tertentu.

2.3.2 Integer Linear Programming

Integer Linear Programming merupakan metode yang menggunakan beberapa atau semua variabelnya memiliki nilai-nilai bilangan bulat dan diskrit. Menurut Hillier dan Lieberman (2010), model matematis untuk pemrograman integer adalah model pemrograman linier dengan tambahan satu batasan bahwa variabel-variabel harus memiliki nilai-nilai integer.

Terdapat tiga jenis model integer programming ini, yaitu:

1. Pure integer programmingMemiliki ciri semua variabel keputusan harus bernilai bulat (integer).
2. Binary Integer ProgrammingVariabel keputusan mempunyai nilai 1 atau 0. Variabel yang bernilai 1 menyatakan “ya”, sementara variabel bernilai 0 menyatakan “tidak”.
3. Mixed Integer ProgrammingMempunyai ciri terdapat beberapa variabel keputusan yang mempunyai nilai integer dan beberapa variabel keputusan bernilai tidak integer.

2.4 Biaya – Biaya Rantai Pasok

Menurut Lambert et al (1998), biaya logistik dan biaya rantai pasok adalah dua istilah yang digunakan baik dalam dunia industri dan akademik. Biaya rantai pasok memiliki definisi yang lebih luas daripada biaya logistik. Biaya logistik biasanya disebut sebagai komponen biaya yang berkaitan dengan biaya distribusi dan biaya untuk gudang.

Menurut Hoole (2005), total biaya rantai pasok dapat bervariasi sebesar 5 – 6% dari pendapatan tahunan antara perusahaan di sektor industri yang sama, ini didasarkan pada pembandingan lebih dari 500 rantai pasok. Perusahaan yang memiliki rantai pasok yang matang dapat mengurangi biaya lebih cepat dibanding

dengan mereka yang memiliki rantai pasok yang kurang matang. Menurut Chen (1997), biaya rantai pasok terdiri dari 5 kategori, antara lain:

1. Biaya Produksi
2. Biaya Transportasi
3. Biaya Gudang
4. Biaya Penyimpanan Inventaris
5. Biaya Penanganan Material Internal

Menurut Pettersson & Segerstedt (2013), model biaya rantai pasok yang disajikan harus mempertimbangkan biaya-biaya dalam rantai pasok yang dapat dikendalikan oleh perusahaan atau organisasi yang bersangkutan dikarenakan rantai pasok adalah bagian dari struktur perusahaan. Ini didasarkan pada pandangan bahwa biaya perusahaan biasanya dibagi menjadi beberapa bidang fungsional atau departemen yang berbeda. Terdapat 6 kategori biaya rantai pasok yang harus dipertimbangkan, antara lain :

1. Biaya Manufaktur.
2. Biaya Administrasi.
3. Biaya Gudang.
4. Biaya Distribusi.
5. Biaya Modal.
6. Biaya Instalasi.

Biaya Produksi (Manufaktur) termasuk bahan langsung, tenaga kerja langsung dan biaya produksi overhead. Biaya administrasi mencakup semua biaya yang berkaitan dengan administrasi, seperti biaya untuk membayar orang yang menangani pesanan pelanggan, orang yang membeli bahan, dan orang yang memesan transportasi. Biaya gudang mencakup biaya untuk kepemilikan stok dan perawatan di gudang. Biaya Distribusi termasuk transportasi masuk dan keluar serta administrasi. Biaya modal terkait dengan investasi dalam fasilitas perusahaan, sementara biaya pemasangan adalah untuk perusahaan yang memasang produk (misalnya mesin, elevator, sistem control listrik dan sebagainya) di fasilitas pelanggan tergantung dari variasi pada supply chain dan jenis bisnis apa yang secara tepat dimasukkan dalam setiap biaya.

2.5 Model – Model Matematis Pada Penelitian Sebelumnya

2.5.1 Model Matematis N. Hasachoo & R. Masuchun (2015)

N. Hasacho & R. Masuchun, dengan topik penelitian faktor faktor yang mempengaruhi jadwal yang tidak stabil dengan tujuan menentukan nilai peralaman yang efisien. Berikut adalah model matematisnya:

- Ketidakstabilan dalam periode

$$I(t) = \sum_{j=t}^{t+h} I(t,j) \tag{2.5}$$

- Total ketidakstabilan dalm perencanaan

$$I(t,j) = \Sigma_i \Sigma_k w_i q^t(i,j,k) \tag{2.6}$$

2.5.2 Model Matematis M Hasan Abdullah (2015)

M Hasan Abdullah (2015), dengan topic penelitian perecanaan produksi wire drawing dengan tujuan memaksimalkan keuntungan profit pada raw materialnya. Berikut adalah model matematisnya :

$$\text{Min Z} = \sum_{iel} \sum_{jej.} a_{mn} \,.\, p_{ijklmn} \,.\, X_{ijklmn} + \varphi_{kl.J_{kl}} + (\sigma_{mn} \,.S_{mn}) \tag{2.7}$$

2.5.3 Model Matematis N. Hasachoo & R. Masuchun (2016)

M Hasan Abdullah (2016), dengan topic penelitian mereduksi adanya ketidakstabilan pada jadwal penerbangan dengan tujuan membangdingkan metode perencanaan sebelumnya dengan yang sekarang. Berikut adalah model matematisnya :

$$\min E[TC] = \sum_{t=1}^{n} (a\partial_t + hE\{I_t\} + vE\{R_t\} - vE\,\{I_{t-1}\}) \tag{2.8}$$

Adapun software optimasi yang dapat menyelesaikan permasalahan-permasalahan optimasi *linear programming* yang akurat dan memiliki open source yang sangat banyak salah satunya adalah software Lingo dan OpenSolver. Software Lingo merupakan program computer yang digunakan untuk aplikasi pemrograman linear. Aplikasi pemrograman linear adalah suatu pemodelan matematika yang digunakan untuk mendapatkan suatu solusi optimal dengan

kendala yang ada. Software Lingo merupakan alat bantu yang didesain memiliki variable sangat luas untuk menyelesaikan permasalahan-permasalahan riset operasi seperti linear dan non-linear programming, kuadratik, quadratically constrained, stokastik dan optimasi model integer.

Software Lingo memiliki kelebihan diantaranya adalah pembuatan model optimasi yang cepat serta mudah untuk dibaca dan dipahami, pemilihan data yang tidak menyusahkan, dan solver yang baik dikarenakan LINGO tidak perlu menentukan atau memisahkan solver sehingga LINGO akan membaca formulasi yang diberikan dan secara otomatis memilih solver yang tepat.

OpenSolver adalah solver add-in Excel VBA yang lebih kuat dibandingkan dengan Solver bawaan Excel. OpenSolver memiliki kelebihan-kelebihan antara lain :

1. Visualisasi model bawaan yang menyoroti variable keputusan, fungsi tujuan, dan kendala model langsung di spreadsheet.
2. OpenSolver menawarkan berbagai solusi untuk digunakan di Excel, termasuk mesin pengoptimalan open source, COIN-OR CBC yang luar biasa, yang dapat dengan cepat menyelesaikan masalah linier dan integer yang besar.
3. Algoritma untuk membangun dan memperbarui model hanya menggunakan informasi yang ada pada lembar kerja.
4. Kompatibel dengan model Solver Excel yang ada, sehingga tidak perlu mengubah model spreadsheet.
5. Tidak ada batasan artifisial pada ukuran masalah yang dapat dipecahkan.
6. Mode QuickSolver yang membuatnya lebih cepat untuk menyelesaikan kembali model setelah melakukan perubahan.
7. Alat pemodelan yang memiliki nilai lebih dari sekedar Solver Excel bawaan.

2.6 Analisis Sensitifitas

Analisis sensitivitas dilakukan untuk mengetahui pengaruh dari perubahan yang terjadi pada variabel keputusan terhadap solusi optimal yang telah dicapai. Jika perubahan kecil dapat meyebabkan perubahan dalam solusi, maka solusi tersebut sangat sensitif terhadap nilai parameternya. Jika dilihat dari segi matematisnya, perubahan dalam pemrograman linier dapat dikelompokkan menjadi perubahan koefisien fungsi tujuan, input-input, perubahan nilai sisi kanan dari fungsi kendala, perubahan fungsi kendala dan perubahan variabel keputusan.

2.7 Menu Makanan Pesawat

Salah satu standart didalam dunia penerbangan adalah pemberian service berupa cemilan hingga makanan berat untuk menemani disaat pejalanan jauh. Perjalanan mengunakan pesawat memilki waktu tempuh yang beragam, mulai dari yang tersingkat sekitar 30 menit hingga yang terlama sekitar 19 jam. Namun tidak semua maskapai memberikan service berupa pemberian snack atau makanan, pemberikan service ini hanya berlaku pada maskapai kelas premium. Contoh maskapai penerbangan kelas premium di Indonesia : Garuda Indonesia, Batik Air dan Sriwijaya.

Pada penelitian kali ini, peneliti akan mengunakan standart makanan yang di gunakan pada maskapai Garuda Indonesia dikarenakan perusahaan industri penerbangan merupakan grup dari Garuda Indonesia. Berikut adalah salah satu contoh standart makanan di dalam penerbangan Garuda Indonesia rute SUB – CGK. Menu grid Garuda Indonesia untuk rute SUB – CGK memiliki 5 jenis menu yang berubah tiap tiga hari sekali dan pada tiap jenis menu juga tersedia untuk makanan pagi, siang dan malam. Setiap jenis menu juga terdapat dua pilihan menu untuk *main cource* nya. Sehingga total untuk jenis menu masakan didalam satu rute SUB – CGK terdapat 20 jenis menu makanan.

Gambar 2. 1 Menu Breakfast Cycle 1 SUB – CGK

2.8 Profil Perusahaan Studi Kasus

PT Aerowisata merupakan anak perusahaan dari Garuda Indonesia. Terdapat beberapa unit perusahaan di bawah pengawasan PT Aerowisata yang bergerak dalam bidang catering, tour, dan travel serta transportasi. Unit usaha yang bergerak di bidang catering adalah PT Aerofood Indonesia. Kegiatan dari perusahaan ini bergerak dalam jasa makanan (catering) penerbangan yang dibangun untuk memenuhi kebutuhan pelayanan makanan dan minuman serta pelayanan kabin dan laundry selain itu juga melayani jasa makanan (catering) untuk industri non penerbangan.

Di tahun 2009, layanan manajemen laundry dan in-flight logistic memulai operasinya di bawah divisi yang diberi nama Garuda Support. Bersamaan dengan terus majunya bisnis perusahaan, di tahun 2010 Aerowisata Group sebagai perusahaan induk meluncurkan logo perusahaan baru. Logo baru dimaksudkan untuk semakin memperkuat karakter perusahaan berikut anak-anak perusahaannya. Di tahun yang sama, ACS juga mengubah namanya menjadi Aerofood ACS. Dan logo baru ini juga menghembuskan semangat baru ke seluruh sendi perusahaan yang berbasis di Jakarta ini dan semakin membulatkan tekad Aerofood ACS untuk semakin mengembangkan sayapnya. Masih di tahun 2010, Aerofood ACS

membuka kantornya di Denpasar, Surabaya, Medan, Balikpapan, Bandung, Yogyakarta, Lombok dan Pekanbaru.

PT Aerofood ACS Indonesia unit Surabaya sudah berdiri sejak tahun 1991 dan hingga saat ini masih aktif. Pada unit Surabaya, perusahaan tidak hanya melayani catering airline namun perusahaan juga melayani catering industri. Saat ini perusahaan melayani dua maskapai lokal (Garuda dan Citilink) dan lima maskapai asing (Cathay Pasific, Silk Air, China Airines, Royal Brunei, Saudi Arabia), selain itu pada catering industri, perusahaan melayani tiga rumah sakit (RSUD Jember, RS Onkologi, RSD Soebandi) dan enam pabrik (PT BEST, PGN SAKA, JIEP, Semen Dynamix, PT Beirsdorf, Indolakto).

2.8.1 Struktur Organisasi PT Aerofood Indonesia Unit Surabaya

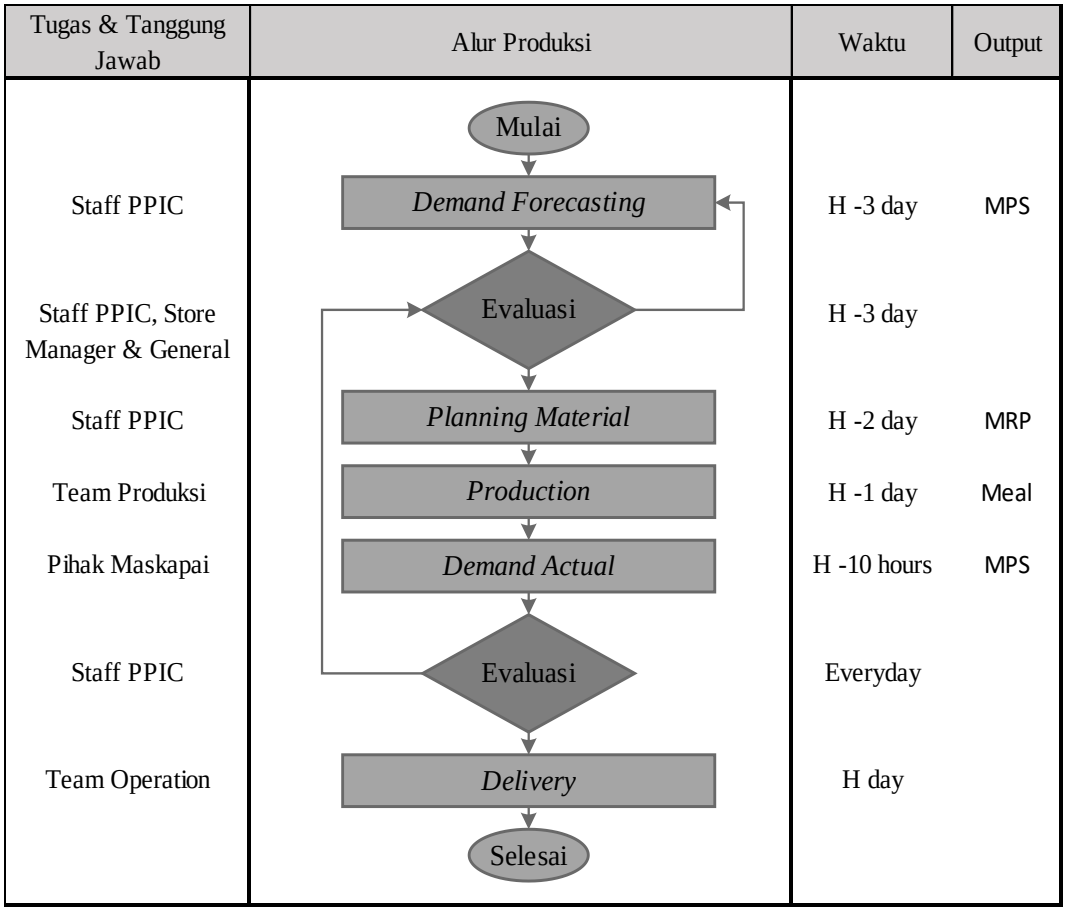
Organisasi adalah suatu penempatan karyawan yang dilakukan pembatasan tugas dan tanggung jawab serta penempatan hubungan kerja di antara unsur-unsur organisasi. PT Aerofood Indonesia ACS dipimpin oleh seorang General Manager (GM) yang membawahi beberapa Manager untuk seluruh departemen. Berikut adalah struktur organisasi PT Aerofood Indonesia ACS Unit Surabaya saat ini.

Gambar 2. 2 Sturktur Organisasi PT Aerofood Indonesia Unit Surabaya

Pada Gambar 2.2 menunjukan struktur organisasi perusahaan secara garis besar. Untuk posisi PPIC, seorang staff memiliki tugas dan tanggang jawab dalam menentukan *order quantity* pada produk makanan pesawat dengan nilai margin eror tidak lebih dari 5%. PPIC bertanggung jawab langsung pada Store Manager dan General Manager dalam menentukan *order quantity* setiap minggu nya.

2.8.2 Model Alur Proses Produksi

Model alur proses produksi produk makanan di perusahaan yang mengambarkan sebuah alur proses produksi dari awal perencanaan hingga proses delivery yang digambarkan pada Gambar 2.3.



Gambar 2. 3 Alur Proses Produksi

Pada Gambar 2.3 dijelaskan sebuah alur proses produksi yang meliputi Tugas, Waktu hingga Output. Lingkup penelitian ini dibatasi hanya pada sistem perencanaan produksi, dimana perencanaan produksi yang dilakukan oleh seorang PPIC di perusahaan tersebut. Tujuan dari perencanaan produksi adalah untuk dapat menentukan estimasi order dengan nilai margin eror serendah mungkin. Sehingga perusahaan akan memperoleh keutungan yang maksimal.

2.9 Posisi Penelitian

Tujuan pada penelitian ini adalah melakukan optimasi dalam melakukan perencanaan produksi untuk mendapatkan keuntungan maksimal dengan mengunakan model matematis. Berikut akan ditunjukan beberapa penelitian terdahulu dengan topik yang serupa dan bagaimana posisi dari penelitian penulis. Pada sub bab ini peneliti akan menjukan perbedaan oleh penelitian sebelumnya. Berikut adalah ringkasan dan perbedaan studi ini terhadap studi-studi terdahulu dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 2.1 Posisi penelitian terhadap studi-studi terdahulu

Kategori	Penulis			
	M Hasan Abdullah (2015)	Hasachoo & Masuchun (2015)	Hasachoo & Masuchun (2016)	Penelitian ini (2021)
A. Tujuan Penelitian				
a. Mengetahui faktor penyebab	*V*	*V*	*V*	*V*
b. Membuat model matematis	*V*	*V*	*V*	*V*
B. Model Matematis				
a. Variabel keputusan				
1. Jenis Objek	*V*			*V*
2. Jumlah iventory			*V*	*V*
3. Jumlah order	*V*	*V*	*V*	*V*
b. Fungsi Tujuan				
1. Memaksimalkan profit	*V*		*V*	*V*
c. Fungsi Pembatas				
1. Kapasitas produksi	*V*	*V*	*V*	*V*
2. Iventory balance			*V*	*V*
3. Kelebihan order	*V*			*V*

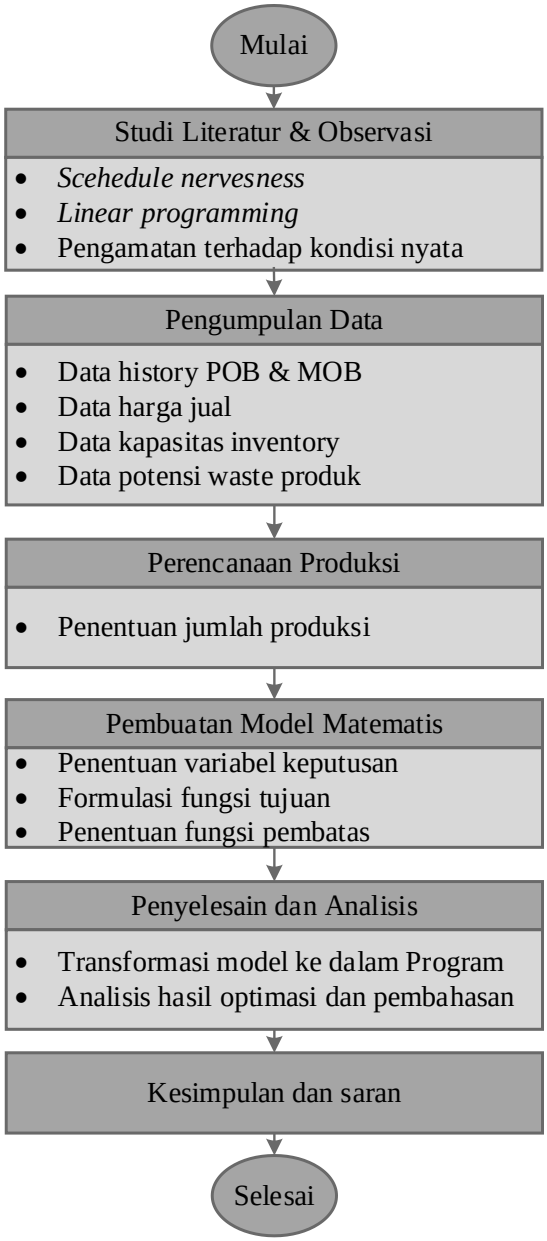
Pada Tabel 2.1 dijelaskan beberapa penelitian terdahulu dengan berbagai perbedaan terkait tahun penelitian, objek penelitian dan sumber jenis penelitian. Penelitian dengan topik optimasi tidak terlalu banyak perbedaan dengan penulis – penulis yang lain, sehingga penulis menambahkan beberapa variabel untuk

memberikan nilai yang paling optimal dan dapat memperoleh keuntungan yang maksimal. Perhitungan optimasi dengan beberapa jenis produk serta tiga tujuan yang ingin dicapai dilakukan dalam penelitian (Gupta and Kumar, 2015) yang dilengkapi dengan beberapa skenario yang bisa dipilih. Sedangkan dalam penelitian (Devani, 2013) menggunakan beberapa metode peramalan dan akurasi peramalan untuk memastikan nilai hasil peramalan, optimasi dilakukan untuk mencari perencanaan produksi dengan hasil penelitian berupa rupiah yang juga digunakan dalam penelitian akhir penulis.

halaman ini sengaja dikosongkan

BAB III
METODE PENELITIAN

Pada bab ini dijelaskan metode yang akan dilakukan dalam penelitian sehingga penelitian ini berjalan sistematis, terstruktur dan terarah. Berikut ini pada Gambar 3.1 adalah uraian tahapan metodologi yang dilakukan dalam proses penelitian.



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

Berdasarkan diagram alir di atas, metodologi penelitian dibagi menjadi dalam enam tahap. Berikut adalah tahap – tahap didalam metodologi penelitian, pertama adalah peracangan penelitian, kedua pengumpulan data, ketiga perencanaan produksi, ke empat pembuatan model matematis, kelima penyelesaian dan analisis dan yang ke enam adalah penarikan kesimpulan dan saran.

3.1 Tahap Awal

Pada tahap awal dimulai dengan mengidentifikasi masalah yang ditemukan dari objek amatan. Kemudian masalah dirumuskan dan diikuti dengan tujuan peneletian seperti pada Gambar 3.1

3.2 Pengumpulan Data

Selama melakukan observasi, data – data yang berhubungan dengan penelitian akan dikumpulkan. Data yang digunakan oleh peniliti, diperoleh secara langsung dari data yang dimiliki perusahaan (data sekunder). Data – data yang diperlukan dalam penelitian yang berkaitan dengan optimasi perencanaan produksi adalah sebagai berikut:

a. Data history POB dan MOB
b. Data harga jual produk
c. Data kapasitas *inventory*.
d. Data potensi *waste raw material*

3.3 Perencanaan Produksi

Pada penelitian ini perencaan produksi dilakukan untuk memenuhi rencana perminataan selama satu bulan. Perencanaan terdiri dari menentukan jumlah produksi tiap produk dengan *waste* seminimal mungkin. Perencanaan ini terdiri dari tahap sebagai berikut:

a. Menentukan jumlah iventory pada tiap masing – masing produk *meals* pada *planning horizon* berikutnya.
b. Menentukan *total cost* untuk melihat perbandingan dalam melakukan perencaan produksi

3.4 Pembuatan Model Optimasi

Dalam menentukan optimasi dengan pemrograman linier programing, perlu ditetapkan hal – hal sebagai berikut:

3.4.1 Menentukan variabel keputusan

Variabel keputusan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

X_{ijt} = jumlah produk maskapai i untuk kelas j pada periode t

I_{ijt} = jumlah iventory produk produk maskapai i untuk kelas j pada periode t

Y_{ijt} = 1, order produk maskapai i pada kelas j untuk periode t

= 0, *otherwise*

F_{ijt} = 1, kelebihan order maskapai i pada kelas j untuk periode t

= 0, *otherwise*

Dengan indeks:

i = jenis maskapai

j = jenis kelas pada maskapai penerbangan *(economy or business)*

t = periode waktu (*planning horizon* dalam 1 minggu)

Parameter pada penelitian ini yang terdiri dari :

D_{ijt} = *demand* produk pada maskapai i untuk kelas j pada waktu t

C_t = kapasitas produksi pada waktu t

a = *fixed ordering cost*

v = *variable production cost*

h = *holding cost*

r = biaya variabel yang dibebankan akibat kelebihan produksi

ss = tingkat *service level*

3.4.2 Formulasi fungsi tujuan.

Tujuan yang akan dicapai dalam persoalan ini adalah mencari nilai *total cost* berdasarkan nilai minimal untuk sebuah *inventory* dengan beberapa keterbatasan internal maupun eksternal.

$$\min Z = \left(h \sum_{i=6}^{n} i \sum_{j=2}^{n} j \sum_{t=7}^{n} t \, \mathrm{I}_{jit}\right) + \left(a \sum_{i=6}^{n} i \sum_{j=2}^{n} j \sum_{t=7}^{n} t \, \mathrm{X}_{ijt}\right) + \left(v \sum_{i=6}^{n} i \sum_{j=2}^{n} j \sum_{t=7}^{n} t \, \mathrm{Y}_{ijt}\right) + \left\{r \, \mathrm{F}_{ijt} \left(\sum_{i=6}^{n} i \sum_{j=2}^{n} j \sum_{t=7}^{n} t \left(X_{ijt} \, Y_{ijt}\right) - D_{ijt} \, ss\right)\right\} \quad (3.1)$$

3.4.3 Formulasi fungsi pembatas.

1. Kapasitas produksi

   $$\sum_{i=6}^{n} i \sum_{j=2}^{n} j \, \mathrm{X}_{ijt} \leq C_t \quad (3.2)$$

   Dimana jumlah produk yang diproduksi pada tiap waktu untuk semua maskapai dan kelas kurang dari kapasitas. Dan jenis iventory pada penelitian ini adalah *undicated.*

2. Inventory balance (finished iventory)

   $$\left(I_{ijt} \, F_{ijt}\right) = I_{ijt-1} - \left(D_{ijt} \, ss\right) + \left(X_{ijt} \, Y_{ijt}\right) \quad (3.3)$$

   Inventory balance merupakan nilai *inventory* saat ini dikurang nilai *inventory* sebelumnya ditambah produksi saat ini dikurang i demand saat ini. Dimana *Inventory balance* dapat digunakan untuk menentukan jumlah produksi selanjutnya.

3. Kelebihan produk dari pada demand

   $$\left(X_{ijt} \, Y_{ijt}\right) - D_{ijt} \, ss \leq M \, F_{ijt} \quad (3.4)$$

   Kelebihan produk di akibatkan adanya perbedaan antara *demand forecast* dengan *demand actual* dan yang sudah melewati masa batas *expired.*

3.5 Penyelesaian Model dan Analisis

Penyelesain model optimasi dilakukan dengan mengunakan bantuan pemrograman LINGO. Hasil ahkir permodelan akan berupa jumlah produk yang harus dibuat pada masing – masing kelas penumpang. Analisis sensitifitas dilakukan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh perubahan parameter terhadap solusi optimal. Ada beberapa analisis yang dilakukan pada penelitian ini diantaranya :

A. Analisis hasil *demand* dan *service* level optimal yang bertujuan untuk melihat apakah hasil optimasi *software* Lingo dapat memberikan solusi yang optimal.
B. Analisis penentuan nilai *penalty cost* untuk dapat menentukan nilai yang sesuai, sehingga perusahaan dapat mendapatkan untung secara maksimal.
C. Analisis *schedule nervousness* digunakan untuk melihat apakah ada pengaruh terhadapat model dan eksisting.
D. Analisis hasil perhitungan biaya total produksi dengan membandingkan nilai hasil optimasi dan nilai eksisting.

3.6 Pengambilan Kesimpulan dan Saran

Pada tahap ini akan dilakukan kesimpulan dari semua tahap yang telah dilalui. Hasil optimasi serta pengaruh perubahan parameter menjadi dasar dalam penarikan kesimpulan. Selanjutnya hal-hal lain yang mungkin belum dibahas yang berkaitan dengan penelitian akan diajukan sebagai saran untuk penelitian selanjutnya.

halaman ini sengaja dikosongkan

BAB IV
ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai proses analisis data dan pembahasan dari proses optimasi. Pengumpulan data dan analisis data yang dilakukan meliputi *demand, service level,* dan *schedule nervousness.* Diharapkan dengan analisis yang diberikan dapat menjawab rumusan masalah yang dikemukakan dalam penelitian ini.

4.1 Pengumpulan Data

Data – data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder yang diperoleh dari data perusahaan yang diamati. Data-data tersebut berupa: kapasitas penumpang pada masing – masing maskapai, trend data penumpang pada masing – masing maskapai, service level pada masing – masing maskapai dan biaya produksi untuk jenis makanan pada tiap masing – masing maskapai.

4.1.1 Konfigurasi Maskapai Penerbangan

Konfigurasi maskapai penerbangan terdiri dari jenis pesawat, jumlah penerbangan, kode penerbangan dan kapasitas penumpang pada masing – masing kelas dan maskapai. Berikut adalah penerbangan – penerbangan yang sudah bekerja sama dalam *catering airline service* dengan perusahaan.

Tabel 4.1 Tabel Konfigurasi Maskapai Penerbangan

No	Maskapai	Kode	Jenis Pesawat	Jumlah Penerbangan	Kapasitas	
					Kelas Bisnis	Kelas Ekonomi
1	Garuda Indonesia (GA)	I1	Airbus A320	32	12	156
2	Citilink (QG)	I2	Airbus A320	24	0	180
3	Brunei Darusalam (BI)	I3	Airbus A320	1	12	156
4	Silk Air (MI)	I4	Boeing 737-800	2	14	198
5	Cathay Pasific (CX)	I5	Airbus A342	1	24	293
6	China Airlines(CI)	I6	Airbus A330 - 300	1	36	277
7	Saudi Airlines (SV)	I7	Boeing 737-300	2	30	383

Sumber : Order Center PT Aerofood Indonesia 2020.

Pada Tabel 4.1 di tampilkan data konfigurasi penumpang pada masing – masing maskapai penerbangan. Untuk maskapai Garuda Indonesia dalam sehari dapat melayani penerbangan sebanyak 32 penerbangan dengan jenis maskapai Airbus A320. Untuk konfigurasi penumpang pada jenis pesawat Airbus A320 terdiri dari 12 tempat duduk kelas bisnis, 156 tempat duduk kelas ekonomi.

4.1.2 Data *History* Penumpang

Data *history* penumpang atau dengan istilah POB (Pax On Board) merupakan data sekunder yang dihimpun oleh perusahaan dari kegiatan bisnis setiap harinya. Tujuan dari menampilkan data *history* POB (Pax On Board) untuk dapat mengetahui trend penumpang pada masing – masing maskapai hinga tingkat *service level* pada masing – masing maskapai. Data dihimpun dari bulan Januari 2018 hingga bulan Desember 2019.

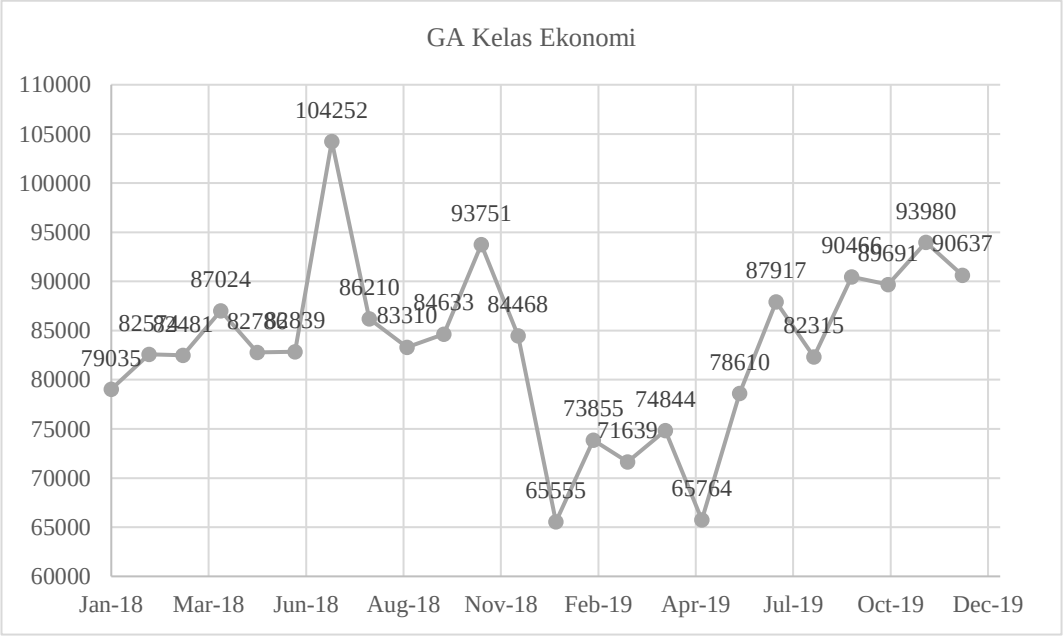
Tabel 4.2 Data *history* Jumlah Penumpang

Bulan	GA BC	GA EY	QG	CX BC	CX EY	CI BC	CI EY	BI BC	BI EY	MI BC	MI EY
Jan-18	3846	79035	7889	518	6950	340	6105	89	3230	176	3327
Feb-18	4334	82574	7209	578	5736	312	5356	89	2429	196	3012
Mar-18	4266	82481	7589	532	7965	358	6336	113	2856	199	3517
Apr-18	4358	87024	7086	604	8517	353	5347	69	2574	203	3897
May-18	3912	82786	7537	469	6561	330	5127	100	1959	181	3609
Jun-18	3927	82839	7644	486	9118	282	6796	122	2580	199	4639
Jul-18	5859	104252	7463	513	7858	328	7926	104	3564	223	4610
Aug-18	4274	86210	7260	515	7954	324	6833	89	3330	171	4696
Sep-18	4236	83310	7696	485	7105	364	7206	82	2720	216	5049
Oct-18	4431	84633	7542	595	7463	345	5907	90	2377	175	4117
Nov-18	5956	93751	7351	543	7723	364	5682	123	2806	201	4879
Dec-18	5574	84468	8377	554	7964	367	6358	111	3344	207	5216
Jan-19	3806	65555	7561	456	7255	293	6001	114	3248	196	4421
Feb-19	4609	73855	7881	486	6587	344	4790	105	2847	186	4306
Mar-19	4460	71639	7778	546	7997	323	5965	96	2739	212	5138
Apr-19	4421	74844	7721	444	8012	354	5871	102	3400	163	5741
May-19	3422	65764	7037	499	7892	349	5173	101	2221	238	5908
Jun-19	5360	78610	7516	567	8985	302	7690	111	3610	195	6609
Jul-19	4785	87917	7889	533	8029	289	8141	113	3812	197	5548
Aug-19	4118	82315	7592	466	7965	319	6274	127	3391	196	4614
Sep-19	4718	90466	7926	525	8032	307	6478	87	2520	159	3607
Oct-19	4617	89691	8214	526	7787	327	5896	96	2296	182	3541
Nov-19	5099	93980	8231	502	8107	273	5681	106	2159	204	3518
Dec-19	5020	90637	7621	558	8193	277	7701	92	2602	213	3928

Sumber : Order Center PT Aerofood Indonesia 2020.

Pada Tabel 4.2 diuraikan data history jumlah penumpang pada setiap bulan dan pada masing – masing maskapai. Pada bulan januari 2018 jumlah penumpang pada maskapai Garuda Indonesia pada kelas bisnis (GA BC) sebanyak 3.846 penumpang, sedangkan untuk Garuda Indonesia pada kelas ekonomi (GA EY) sebanyak 79.035 penumpang.

Dari himpunan data diatas dapat dilihat trend naik – turun jumlah penumpang pada setiap bulan nya, sehingga penulis dapat mudah melakukan pemetaan untuk menentukan sevice level. Berikut adalah trend data penumpang pada maskapai Garuda Indonesia.



Gambar 4.1 Trend Penumpang GA

Dari Gambar 4.3 menunjukan bawah data membentuk pola trend seasonal, kenaikan lonjakan penumpang terjadi pada bulan juli 2018 dan desember 2018, dimana bulan tersebut terdapat dua event besar yaitu libur lebaran dan libur tahun baru. Pola tersebut juga terjadi pada maskapai yang lain hingga di tahun 2019.

4.1.3 Biaya – Biaya yang Timbul

Biaya yang timbul di masing – masing bagian dari rantai pasok di perusahaan dapat di identifikasi sebagai berikut:

(a) *fixed production cost* adalah biaya pasti di dalam satu produk makanan yang timbul dari proses order hingga menjadi *finish good product.*

(v) *variable production cost* adalah biaya lain/ penunjang di dalam satu produk makanan yang timbul dari proses order material hingga produk sampai ke konsumen.

(h) *holding cost* adalah biaya penyimpanan produk yang dibebankan apabila produk disimpan lebih dari dua puluh empat jam.

(r) *return cost* adalah biaya kembali yang dibebankan ke produk jika produk tidak jadi digunakan atau dibeli.

Biaya – biaya diatas timbul dan melekat didalam rantai pasok suatu produk makanan pesawat mulai dari raw material hingga produk sampai ke konsumen.

Tabel 4.3 Tabel *Fix Ordering Cost (a)*

Maskapai	Biaya Produksi (Rp/ unit)	
	Bisnis (J1)	Ekonomi (J2)
GA (I1)	38000	25500
Citilink (I2)	0	21500
Brunei Darusalam (I3)	33500	29500
Silk Air (I4)	35000	31000
Cathay Pasafic (I5)	35000	29500
China Airlines (I6)	37000	32000

Sumber : PT Aerofood Indonesia 2020.

Pada Tabel 4.3 diuraikan biaya pasti produksi *(fix ordering cost)* satu produk untuk masing – masing maskapai dan jenis kelas. Misalnya biaya yang dikeluarkan untuk melakukan produksi satu produk pada maskapai GA kelas Bisnis sebesar Rp. 38.000 dan untuk satu produk kelas Ekonomi sebesar Rp. 25.500.

Tabel 4.4 Tabel *Holding Cost (h)*

Maskapai	Biaya Penyimpanan (Rp/ unit)	
	Bisnis (J1)	Ekonomi (J2)
GA (I1)	950	637,5
Citilink (I2)	0	537,5
Brunei Darusalam (I3)	837,5	737,5
Silk Air (I4)	875	775
Cathay Pasafic (I5)	875	737,5
China Airlines (I6)	925	800

Sumber : PT Aerofood Indonesia 2020.

Pada Tabel 4.4 diuraikan biaya penyimpanan *(holding cost)* satu produk untuk masing – masing maskapai dan jenis kelas. Biaya penyimpanan dibebankan jika satu produk melawati masa penyimpanan lebih dari 24 jam. Misalnya biaya penyimpanan yang timbul untuk satu produk GA kelas bisnis sebesar Rp. 950 dan untuk satu produk kelas Ekonomi sebesar Rp. 637,5

Tabel 4.5 Tabel *Variable Production Cost (v)*

Maskapai	Biaya Variable (Rp/ unit)	
	Bisnis (J1)	Ekonomi (J2)
GA (I1)	1900	1275
Citilink (I2)	0	1075
Brunei Darusalam (I3)	1675	1475
Silk Air (I4)	1750	1550
Cathay Pasafic (I5)	1750	1475
China Airlines (I6)	1850	1600

Sumber : PT Aerofood Indonesia 2020.

Pada Tabel 4.5 diuraikan biaya variabel *(variable production cost)* satu produk untuk masing – masing maskapai dan jenis kelas. Misalnya biaya variable yang timbul untuk satu produk GA kelas bisnis sebesar Rp. 1900 dan untuk satu produk kelas Ekonomi sebesar Rp. 1275

Tabel 4.6 Tabel Biaya return (r)

Maskapai	Biaya *return* (Rp/ unit)	
	Bisnis (J1)	Ekonomi (J2)
GA (I1)	760	510
Citilink (I2)	0	430
Brunei Darusalam (I3)	670	590
Silk Air (I4)	700	620
Cathay Pasafic (I5)	700	590
China Airlines (I6)	740	640

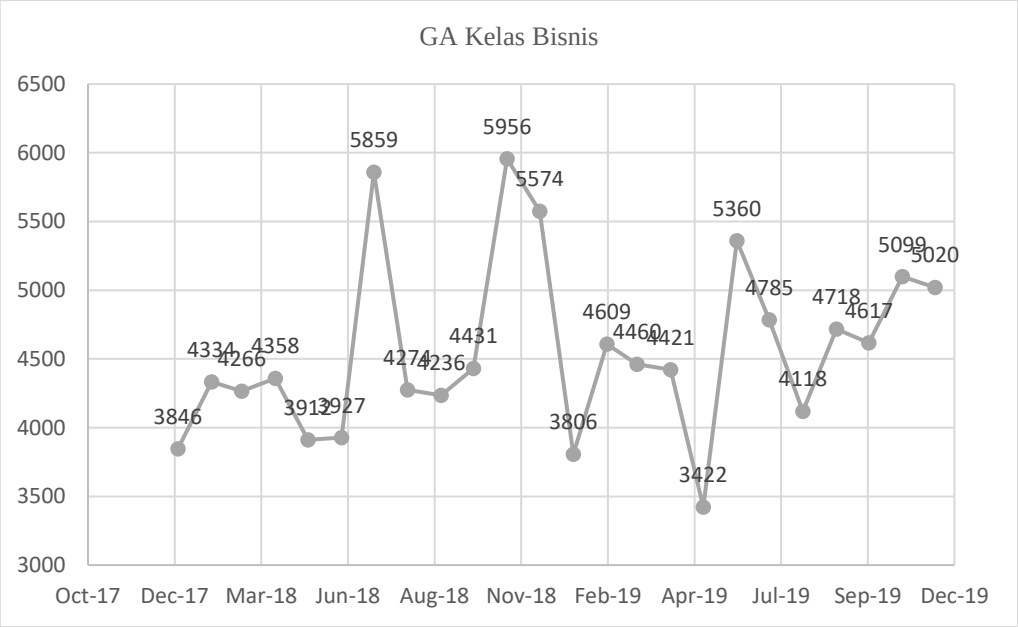
Sumber : PT Aerofood Indonesia 2020.

Pada Tabel 4.6 diuraikan biaya r satu produk untuk masing – masing maskapai dan jenis kelas. Misalnya biaya r yang timbul untuk satu produk GA kelas bisnis sebesar Rp. 760 dan untuk satu produk kelas Ekonomi sebesar Rp. 510

4.1.4 Permintaan Produk Makanan

Permintaan produk makanan pesawat dibagi menjadi beberapa waktu, dikarenakan permintaan produk pada waktu ke waktu memiliki permintaan yang berbeda. Pada Data permintaan produk makanan dibagi menjadi dua kategori:

1. Permintaan produk makanan pada saat *peak season. Peak season* adalah ketika terjadi lonjakan permintaan disaat puncak nya. Dan waktu pada saat *peak season* terjadi pada saat hari libur atau pun pada ahkir pekan.
2. Permintaan produk saat *low season. Low season* adalah ketika terjadi lonjakan permintaan disaat pada posisi rendah. Dan waktu pada saat *low season* terjadi pada saat hari kerja dari senin hingga jumat.



Gambar 4.2 Grafik penumpang pada Bulan Juli 2018

Pada Gambar 4.2 menunjukan grafik penumpang Garuda Indonesia pada bulan Juli 2018. Seperti kita ketahui bahwa pada bulan Juli 2018 bersamaan dengan minggu terahkir bulan ramadhan. Dan tradisi masyarakat di indonesia pada setiap memasuki bulan syahwal adalah pulang kampung atau mudik. Terlihat dari Gambar 4.2 pada tanggal 5 Juli hingga 14 Juli 2018 terdapat lonjakan penumpang

yang cukup tinggi yang bersamaan dengan hari raya lebaran dan fenomena tersebut merupakan *peak season.*

Pada tanggal 7, 16 dan 23 terjadi penurunan penumpang yang cukup dratis dibanding hari hari yang lain. Pada tanggal tersebut terjadi pada saat hari kerja (senin – kamis) dan fenomena tersebut biasa disebut *low season.* Sehingga pada tanggal 23 Juli hingga 30 Juli, terlihat grafik penumpang menunjukan pergerakan yang statis, dimana jumlah penumpang dari hari ke hari tidak ada kenaikan atau penurunan dan kondisi tersebut termasuk dalam kondisi normal.

4.1.5 Perhitungan *Service Level*

Service level adalah permintaan rata – rata yang terjadi pada masing – masing maskapai di dapat dari hasil perhitungan POB selama dua tahun di bagi dengan konfirgurasi penumpang maskapai lalu dikali dengan jumlah penerbangan. Dan hasil dari service level akan menjadi acuan di dalam merencanakan produksi. Service level dibagi menjadi dua, yaitu pada saat *peak season* dan *low season*.

SS = {(Config * Jumlah Penerbangan):POB}*100 % (4.1)

Keterangan :

- SS = *Service Level*
- POB = *Pax On Board (*data penumpang dalam dua tahun terahkir)
- Config = Konfigurasi penumpang dalam satu maskapai
- Jumlah Penerbangan = Total jumlah penerbangan tiap maskapai

Berikut adalah hasil dari perhitungan *service level* pada tiap tiap maskapai

Tabel 4.7 Rata rata nilai ser*vice level* pada tiap maskapai

SS/Hari	GA BC	GA EY	QG	CX BC	CX EY	CI BC	CI EY	BI BC	BI EY	MI BC	MI EY
Senin	50%	83%	100%	72%	88%	39%	77%	37%	59%	43%	85%
Selasa	54%	81%	50%	71%	83%	43%	73%	47%	67%	44%	69%
Rabu	53%	86%	100%	70%	86%	47%	75%	44%	56%	47%	71%
Kamis	51%	84%	56%	66%	88%	41%	80%	42%	58%	50%	86%
Jumat	47%	89%	100%	71%	84%	43%	75%	42%	65%	41%	82%
Sabtu	53%	80%	67%	73%	82%	40%	67%	44%	71%	42%	58%
Minggu	49%	82%	100%	68%	86%	41%	64%	29%	37%	48%	60%

Sumber : Pengolahan data penulis 2020.

Pada Tabel 4.7 dipaparkan data rata – rata nilai service level pada tiap maskapai per hari dalam satu minggu. Data diperoleh dari perhitungan rata – rata pada data jumlah penumpang selama dua tahun yang dimulai dari bulan januari 2018 hingga desember 2020. Didapat kan nilai service level pada GA BC (Garuda Indonesia kelas Bisnis) pada hari senin, bahwa nilai rata – rata service level adalah 55%. Berikut contoh perhitungan nya.

1. Contoh Perhitungan SS pada GA BC (Garuda Indonesia kelas Bisnis) pada hari Senin
   - SS = {(Config * Jumlah Penerbangan):POB}*100 %
   - SS = 144 : (12*6) * 100 %
   - SS = 50 %

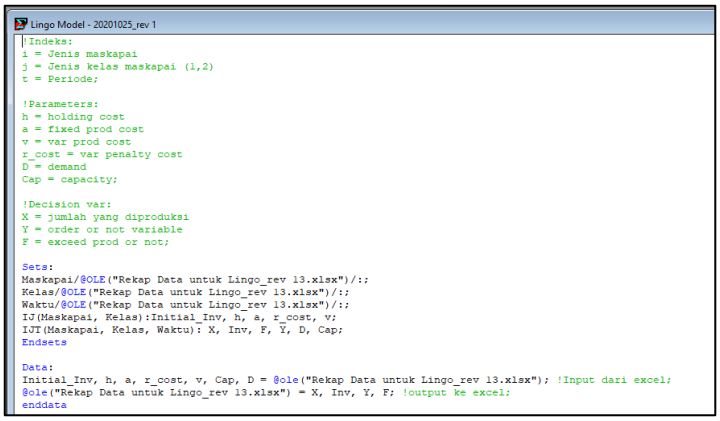
Dari hasil perhitungan service level pada tiap maskapai diatas, kemudian dapat dilakukan perecanaan produksi untuk setiap harinya pada tiap maskapai.

4.2 Running Model Optimasi dengan Software Lingo

Pada sub bab ini akan dijelaskan mengenai pengolahan model optimasi sistem distribusi dengan mengunakan *software* Lingo, verifikasi dan validasi model, analisis hasil optimasi pada proses produksi pada produk makanan serta rekomendasi dan implikasi bagi perusahaan.

4.2.1 Penulisan Program Optimasi di Software Lingo

Penulisan program optimasi pada *software* Lingo dibuat untuk dapat menyelesaikan dan menghasilkan solusi yang optimal. Jumlah produk yang harus diproduksi adalah jumlah yang optimal dan perusahaan akan sedikit sekali mendapatkan adanya produk sisa. Sebelum optimasi mengunakan *software* Lingo, total biaya produksi eksisting pada tiap maskapai dihitung sehingga total biaya akan dibandingkan dengan total biaya yang optimal. Berikut adalah formulasi model optimasi pada *software* Lingo berdasarkan pemodelan yang sudah diformulasikan sebelumnya.



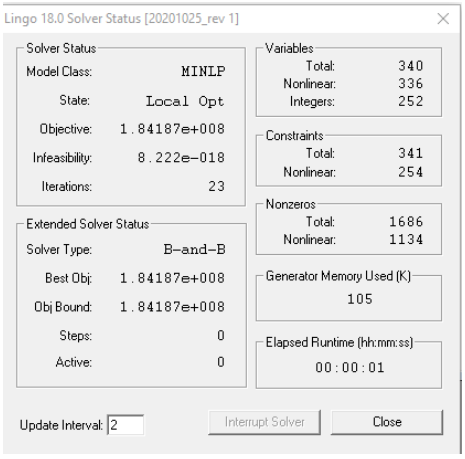
```
Lingo Model - 20201025_rev 1
!Indeks:
i = Jenis maskapai
j = Jenis kelas maskapai (1,2)
t = Periode;

!Parameters:
h = holding cost
a = fixed prod cost
v = var prod cost
r_cost = var penalty cost
D = demand
Cap = capacity;

!Decision var:
X = jumlah yang diproduksi
Y = order or not variable
F = exceed prod or not;

Sets:
Maskapai/@OLE("Rekap Data untuk Lingo_rev 13.xlsx")/:;
Kelas/@OLE("Rekap Data untuk Lingo_rev 13.xlsx")/:;
Waktu/@OLE("Rekap Data untuk Lingo_rev 13.xlsx")/:;
IJ(Maskapai, Kelas):Initial_Inv, h, a, r_cost, v;
IJT(Maskapai, Kelas, Waktu): X, Inv, F, Y, D, Cap;
Endsets

Data:
Initial_Inv, h, a, r_cost, v, Cap, D = @ole("Rekap Data untuk Lingo_rev 13.xlsx"); !Input dari excel;
@ole("Rekap Data untuk Lingo_rev 13.xlsx") = X, Inv, Y, F; !output ke excel;
enddata
```

Gambar 4.3 Formulasi model pada Lingo

Pada Gambar 4.3 diperlihatkan penulisan program model optimasi di *software* Lingo. Yang dilakukan pada *software* Lingo adalah memindahkan model matematis pada linear programming pada lembar kerja *software* Lingo. Langkah pertama dalam penulisan program adalah menuliskan indeks, lalu yang kedua memasukan parameter, ketiga variable keputusan *(decision variable)* yang tutup dengan *"end sets"* sebagai tanda dalam penulisan model pada *software* Lingo.

4.2.2 Verifikasi dan Validasi

Proses verifikasi model dilakukan dengan memastikan bahwa hasil *running software* Lingo pada model yang telah dibuat telah mampu dijalankan, tanpa adanya peringatan *eror* dan mengahasilkan nilai fungsi tujuan. Gambar 4.4 menunjukan tampilan untuk mengetahui hasil running *software* Lingo pada model tersebut telah mampu dijalankan atau tidak.



Gambar 4.4 Hasil Verifikasi running Lingo

Proses validasi model dilakukan dengan memastikan bahwa hasil model optimasi mengunakan Lingo dapat diterapkan pada kondisi nyata dan melakukan kembali pengecekan atas angka – angka yang dimasukan, terutama parameter fungsi tujuan dan fungsi kendala. Dari Gambar 4.4 dapat diketahui bahwa hasil dari *running* model optimasi pada *software* Lingo memiliki status *"Local Opt"* dimana tidak ada eror pada model optimasi atau pun data yang di masukan.

Proses validasi model dilakukan untuk memastikan bahwa hasil model optimasi menggunakan Lingo dapat diterapkan pada kondisi nyata dan melakukan kembali pengecekan kembali atas angka-angka yang dimasukkan terutama parameter fungsi tujuan dan fungsi kendala.

Proses validasi model juga dapat dilakukan dengan cara uji nilai titik ekstrem dengan mengubah beberapa nilai parameter yang siginifikan bepengaruh yaitu nilai *demand* untuk produksi untuk makanan. Validasi model dengan merubah parameter demand yang signifikan dan memastikan bahwa hasil model matematis yang dibuat sudah benar ditinjau dari adanya keputusan ketika nilai *demand* diubah secara ekstrem apakah terjadi perubahan pada masing - masing produksi makanan pesawat sesuai pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8 Uji Nilai ekstrem pada demand

Demand	Hari						
	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat	Sabtu	Minggu
Eksisting	130	127	134	132	139	125	128
Kapasitas	156	156	156	156	156	156	156
Running awal	produksi	produksi	produksi	produksi	produksi	produksi	produksi
Perubahan demand secara ekstrem	100	156	200	132	157	200	50
Running setelah uji titik ekstrim	produksi	produksi	demand tidak bisa dipenuhi	produksi	demand tidak bisa dipenuhi	demand tidak bisa dipenuhi	produksi

Sumber : Pengolahan data penulis 2020.

Pada Tabel 4.8 diperlihatkan sebuah uji nilai ekstrem pada demand, dimana tujuan dari perubahan nilai demand adalah untuk mengatahui apakah model optimasi tersebut berjalan dengan sesuai. Uji nilai demand mengunakan demand kelas ekonomi pada maskapai Garuda Indonesia. Sebagai contoh, total kapasitas tempat duduk pada kelas ekonomi adalah sebesar 156 penumpang. Berdasarkan

hasil running awal ditunjukan bahwa demand pada hari jumat sebesar 139 didapatkan keputusan untuk memproduksi di hari tersebut. Sedangkan setelah adanya perubahan nilai ekstrem sebesar 157, didapatkan keputusan tidak memproduksi. Hal tersebut terjadi karena, model optimasi bekerja ketika demand tidak lebih sama dengan 156. Dan hal tersebut menunjukan bahwa model optimasi berjalan secara valid.

4.3 Analisis Hasil

Pada sub ini akan dilakukan beberapa analisis berdasarkan hasil perhitungan Lingo. Analisis meliputi, analisis hasil model optimasi sistem proses produksi dan perhitungan biayanya, serta adanya rekomendasi dan implikasi bagi perusahaan.

4.3.1 Analisis Hasil *demand* dan *service level* optimal.

Analisis hasil *demand* optimal dilakukan dengan membandingakan nilai total *demand* eksisting dengan nilai total *demand* optimal yang didapat dari melakukan *running software* Lingo. Hasil nilai *demand* eksisting didapat dari data minggu pertama bulan januari 2020. Berikut adalah hasil perbandingan hasil nilai *demand* eksisting dengan nilai *demand* optimal.

Tabel 4.9 Tabel Hasil Perbandingan Demand Eksisting dan Optimal.

Maskapai	Kelas Bisnis						
	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat	Sabtu	Minggu
Garuda	90,9%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
Brunei	80,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
Silk Air	85,7%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
Cathay	94,4%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
China	93,3%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
Average	88,9%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Sumber : Pengolahan data penulis 2020.

Dari Tabel 4.9 dapat dilihat sebuah perbandingan nilai *demand* eksisting dan nilai *demand* optimal sehingga didapatkan nilai service level pada masing – masing maskapai. Pada maskapai Garuda Indonesia kelas bisnis, dimana nilai *demand* eksisting adalah sebesar 11 dan pada nilai *demand* optimal sebesar 10 sehingga nilai service level setalah dilakukan optimasi adalah sebesar 90,9%.

Tabel 4.10 Tabel Perbandingan Demand Eksisting dan Optimal kelas Ekonomi

Maskapai	Kelas Ekonomi						
	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat	Sabtu	Minggu
Garuda	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
Citilink	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
Brunei	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
Silk Air	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
Cathay	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
China	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
Average	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Sumber : Pengolahan data penulis 2020.

Dari Tabel 4.10 dapat dilihat sebuah perbandingan nilai *demand* eksisting dan nilai *demand* optimal sehingga didapatkan nilai service level pada masing – masing maskapai. Pada maskapai Brunei Darusalam untuk kelas ekonomi, dimana nilai *demand* eksisting adalah sebesar 92 dan pada nilai *demand* optimal sebesar 92 sehingga nilai service level setalah dilakukan optimasi adalah sebesar 100%.

4.3.2 Analisis Hasil Iventory.

Analisis hasil *iventory* merupakan hasil dari *running software* Lingo pada model matematis yang telah dibuat oleh penulis. *Iventory* merupakan suatu *cost* bagi perusahaan jika tidak dioptimalkan secara maksimal. Dimana pada Tabel 4.11 dan Tabel 4.12 akan diperlihatkan apakah terdapat *iventory* pada hasil running *software* Lingo.

Tabel 4.11 Hasil Iventory Produk Maskapai pada Kelas Bisnis

Maskapai	Kelas Bisnis						
	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat	Sabtu	Minggu
Garuda	0	0	0	0	0	0	0
Brunei	0	0	0	0	0	0	0
Silk Air	0	0	0	0	0	0	0
Cathay	0	0	0	0	0	0	0
China	0	0	0	0	0	0	0

Sumber : Pengolahan data penulis 2020.

Tabel 4.12 Hasil Iventory Produk Maskapai pada Kelas Ekonomi

Maskapai	Kelas Ekonomi						
	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat	Sabtu	Minggu
Garuda	0	0	0	0	0	0	0
Citilink	0	0	0	0	0	0	0
Brunei	0	0	0	0	0	0	0
Silk Air	0	0	0	0	0	0	0
Cathay	0	0	0	0	0	0	0
China	0	0	0	0	0	0	0

Sumber : Pengolahan data penulis 2020.

Dapat dilihat pada Tabel 4.11 dan Tabel 4.12 merupakan hasil *running software* Lingo pada masing – masing maskapai. Diama pada variable keputusan *iventory* dimana 1 berarti ada dan 0 berarti tidak ada, dapat dilihat pada kedua tabel diatas menunjukan bahwa hasil *running software* Lingo pada model matematis tidak terdapat iventory.

4.3.3 Analisis Penentuan Nilai Penalty Cost.

Analisis penentuan nilai *penalty cost* merupakan salah satu paremeter analisis sensitifitas dalam penelitian ini. Disini penulis mencoba untuk menentukan nilai *penalty cost* yang sesuai. Hasil nilai *penalty cost* didapat dari simulasi pada *software* Lingo dengan beberapa perubahan hingga mencapai nilai batas maksimal. Dengan begitu perusahaan akan mendapatkan keuntugan maksimal.

Tabel 4.13 Perubahan Nilai Penalty Cost pada Kelas Bisnis

Jenis Biaya	Jenis Maspakai Kelas Bisnis					
	Garuda	Citilink	Brunei	Silk Air	Cathay	China
Penalty Cost (1)	Rp 760	Rp 0	Rp 670	Rp 700	Rp 700	Rp 740
Running Awal (1)	tidak	tidak	tidak	tidak	tidak	tidak
Perubahan Biaya Penalty (2)	Rp760	0	Rp675	Rp700	Rp 700	Rp740
Running Setelah Perubahan (2)	tidak	tidak	Penalty	tidak	tidak	tidak
Perubahan Biaya Penalty Pada titik Maksimal (3)	Rp760	0	Rp674	Rp700	Rp 700	Rp740
Running Pada titik Maksimal (3)	tidak	tidak	tidak	tidak	tidak	tidak

Pada Tabel 4.13 dipaparkan hasil simulasi dalam menentukan nilai maksimal pada *penalty cost* pada kelas bisnis. Sebagai contoh seperti yang ditujukan pada Tabel 4.13, pada saat *running software* Lingo dengan mengunakan biaya eksisting pada maskapai Brunei Airlines kelas bisnis sebesar Rp 670, hasil *running* awal model matematis menunjukan bahwa maskapai Brunei Airlines tidak mendapatkan beban penalty. Sedangkan saat dilakukan perubahan biaya *penalty* menjadi sebesar Rp 675 menunjukan bahwa maskapai Brunei Airlines mendapatkan beban *penalty*. Dapat diputuskan bahwa nilai maksimal pada *penalty cost* yaitu sebesar Rp 674. Sehingga terjadi kenaikan biaya dari biaya eksisting sebesar Rp 4. Dan ini merupakan potensi profit bagi perusahaan.

4.3.4 Analisis *Schedule Nervousness*.

Berdasarkan hasil optimasi yang telah dilakukan pada *running software* Lingo ada hal menarik berkaitan *schedule nervousness* yang dapat dianalisis dari hasil optimasi tersebut. Jika dilihat dari sudut pandang pada penambahan bea penalty cost, dimana model tersebut dapat memberikan dampak positif. Dimana model optimasi dapat memperlihatkan adanya *penalty cost* yang diakibatkan perbedaan antara nilai demand optimasi dengan actual yang menyebabkan total biaya produksi bertambah akibat tidak dapat memenuhi *demand*. Berikut adalah tabel perbandingan selisih yang diakibatkan ketidakstabilan jadwal.

Tabel 4.14 Tabel Perbandingan Forecast dan Optimasi

Demand	Maspakai Garuda Kelas Ekonomi						
	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat	Sabtu	Minggu
Forecast	130	127	134	132	139	125	128
Aktual	142	130	130	120	135	150	156
Selisih	-12	+3	-4	+12	+4	+25	+28
Optimasi	142	130	130	120	135	150	156
Aktual	145	130	130	130	140	156	156
Selisih	+5	0	0	+10	+5	+6	0

Sumber : Pengolahan data penulis 2020.

Dapat dilihat pada Tabel 4.14 perbandingan antara nilai forecast dengan nilai actual, dimana perusahaan belum dapat memenuhi demand sehingga perusahaan harus membayar biaya penalty akibat tidak dapat memenuhi *demand*.

Namun setelah dilakukan optimasi model, perusahaan dapat memenuhi permintaan aktual, sehingga perusahaan tidak terbeban biaya *penalty*.

4.3.5 Analisis Hasil Perhitungan Biaya Produksi.

Analisis hasil perhitungan biaya biaya proses produksi dilakukan dengan membandingakan hasil perhitungan total biaya eksisting dengan hasil perhitungan total biaya setelah dilakukan optimasi. Pada perhitungan total biaya dihitung pada satu maskapai dengan rentan waktu satu minggu. Berikut adalah salah satu perhitungan total cost pada maskapai Garuda Indonesia untuk satu minggu.

Tabel 4.15 Tabel Perhitungan Total cost Pada Garuda Indonesia

Cost	Kelas Bisnis	Kelas Ekonomi
Fix Ordering Cost (Rp)	38000	25500
Variable Cost (Rp)	1900	1275
Holding Cost (Rp)	950	1275
Variable Cost if back (Rp)	760	510
Demand (Pax)	50	915
Total	Rp 2.080.500,00	Rp 38.073.150,00
Grand Total	Rp 40.153.650,00	

Sumber : Pengolahan data penulis 2020.

Pada Tabel 4.15, dipaparkan tabel total *cost* pada maskapai Garuda Indonesia untuk kelas ekonomi dan bisnis. Total *cost* meliputi penjumlahan antara biaya tetap, biaya variable, biaya penyimpanan dan biaya *penalty* dikali total *demand*. Jumlah total cost untuk maskapai Garuda Indonesia adalah penjumlah total cost pada kelas bisnis dengan kelas ekonomi sejumlah Rp 40.153.650,00

Tabel 4.16 Total cost Pada Seluruh Maskapai

	Demand		
Maskapai	Bisnis	Ekonomi	Total
Garuda	50	915	Rp 27.708.250,00
Citilink	0	165	Rp 3.813.562,50
Brunei	37	648	Rp 22.360.062,50
Silk Air	47	1015	Rp 36.379.875,00
Cathay	120	1753	Rp 61.399.850,00
China	108	1420	Rp 54.279.700,00
			Rp 205.941.300,00

Sumber : Pengolahan data penulis 2020.

Dapat dilihat pada Tabel 4.16 total biaya pada satu pesawat dalam rentan waktu satu minggu. Total biaya eksisting didapat hasil sejumlah Rp 205.941.300,00 sehingga nantinya total biaya tersebut akan dibandingkan dengan total biaya dari hasil optimasi dengan *software* Lingo. Dari hasil perhitungan biaya dari hasil kondisi optimal dengan kondisi eksisting lalu dibandingkan keduanya besar kemungkinan adanya potensi penghematan.

Tabel 4.17 Perbandingan Total Biaya Eksisting dan Optimal

Jenis Biaya	Total Biaya eksisting (Rp)	Total Biaya Optimal (Rp)	Penghematan (Rp)	Prosentase
Holding Cost	Rp -	Rp 25.387,50	-Rp 25.387,50	0%
Fixed Prod Cost	Rp 205.941.300,95	Rp 184.047.500,00	Rp 21.893.800,00	11%
Var Prod Cost	Rp -	Rp 114.100,00	-Rp 114.100,00	0%
Total	Rp 205.941.300,95	Rp 184.186.987,50	Rp 21.754.312,50	11%

Sumber : Pengolahan data penulis 2020.

Pada awal minggu bulan Januari 2020, dari kondisi eksisting total biaya produksi yang ditimbulkan oleh enam maskapai adalah sebesar Rp 205.941.300,95 dimana total biaya tersebut adalah nilai yang sebenarnya tanpa melakukan optimalisasi *inventory*. Adapun hasil dari optimasi diperoleh biaya total produksi yang timbul sebesar Rp 184.186.987,50 dan penurunan signifikan terjadi pada jenis biaya produksi yaitu sebesar 11% meskipun terdapat biaya tambahan pada *holding cost* dan *variable production cost.* Hal ini menunjukan bahwa dengan melakukan optimasi, sehingga PT Aerofood Indonesia Unit Surabaya mampu melakukan potensi penghematan total biaya produksi sekitar Rp 21 Juta atau sekitar 11%.

BAB V
KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Pada sub bab ini akan ditulisakan kesimpulan dari hasil penelitian tentang optimalisasi pada permasalahan *schedule instability* adalah sebagai berikut :

1. Model *mix integer linear programming* tentang masalah optimasi proses produksi dalam studi kasus industri catering airline yang telah dirancang dan diuraikan dalam model matematis dan model Lingo. Penyelesaian menggunakan Lingo dapat berjalan dengan baik dan telah menghasilkan solusi optimal.
2. Optimalisasi yang dilakukan pada bulan januari 2020, telah memberikan skenario terbaik dengan adanya potensi penghematan biaya proses produksi sekitar biaya produksi sekitar Rp 21 Juta atau sekitar 11%.

5.2 Saran

Pada sub bab ini akan dituliskan saran yang diusulkan oleh penulis untuk dapat digunakan untuk penelitian selanjutnya:

1. Mengimplementasikan optimalisasi model optimasi yang telah terbukti mampu memberikan penghematan yang besar, sehingga model optimasi dapat dijadikan suatu kerangka kerja dalam menentukan nilai *demand* yang optimal oleh perusahaan.
2. Pemberian tambahan dalam kondisi operasional lain semisal adanya batasan kapasitas, dan pengunaan *lot sizing* tertentu.

halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR PUSTAKA

Blackburn, J.D., Kropp, D.H., dan Millen, R.A. (1985). MRP System Nervousness: Causes and Cures. *Engineering Costs and Production Economics*, vol. 9, hal. 141-146.

Ballou, Ronald H., (2004), *Business Logistic Supply Chain Management*, 5rd edition, Prentice Hall. Inc., New Jersey.

Chen, M., dan Wang, W., (1997), "A linear programming model for integrated steel production and distribution planning", International Journal of Operations and Production Management, Vol. 12, No. 17, hal. 592–610.

Devani, V. (2013) "Optimasi Perencanaan Produksi dengan Menggunakan Metode Goal Programming", *SiTekIn : Jurnal Sains, Teknologi & Industri*, vol 11, hal. 1–8.

Grubbstrom, Robert W., Tang, Ou. (2000). "Modelling reschedulling activities in a multi period production-inventory system". *International Journal of Production Economics*, vol. 68, hal. 123-135.

Gupta, S. and Kumar, N. (2015) "Modelling and Forecasting Packaged Food Product Sales Using Mathematical Programming", *HCTL Open International Journal of Technology Innovations and Research*, vol 14, hal. 2321–1814.

Hoole, R., (2005), "Five ways to simplify your supply chain", *Supply Chain Management: An International Journal*, vol 10, hal. 3–6.

Heizer, Jay dan Render, Barry., (2015), *Manajemen Operasi: Manajemen Keberlangsungan dan Rantai Pasokan*, Salemba Empat, Jakarta.

Hillier, Frederick S. Gerald J. Lieberman. (2010). *Introduction to Operations Research*, 9rd edition, The McGraw-Hill Companies, United States.

Kazan, Osman., Nagi, Rakesh., Rump, C.M.. (2000). "New Lot Sizing Formulations for Less Nervous Production Schedule". *Computers and Operations Research*, vol. 27, hal. 1325-1345.

Pujawan, I Nyoman, ER., Mahendrawathi. (2010), *Supply chain management*, edisi kedua, Guna widya, Surabaya.

Pujawan I.N. (2004). "Schedule nervousness in a manufacturing : a case study", *The Management of Operations*, vol 15, hal. 515-524.

Pujawan, I Nyoman., Smart, Alinson U. (2012). "Factor affecting schedule instability in manufaturing companies". *International Journal of Production Research*, vol 50:8, hal. 2252-2266.

Rahmani, D., Ramezania, R., Fattahi, P., Heydari, M. (2013), "A Robust Optimization Model for Multi-Product two stage Capacitated Production Planning Under Uncertainly", *Applied Mathematical Modelling*, vol 37, hal. 8957-8971.

Taha, H.A (2007). *Operation Research*, 8rd edition, Pearson Education, Inc., New York.

Taylor III, Bernard W. (2010). *Introduction to Management Science*, 10rd Edition. Prentice-Hall, Inc., New York.

Vieira, G.E., Herrmann, J.W., Lin, Edward. (2003). "Rescheduling ManufacturingSystems: A Framework of Strategies, Policies and Methods", *Journal of Scheduling*. vol 6, hal. 39-62.

Zhao, X., Goodale, J.C. dan Lee, T.S. (1993). "Freezing the master productionschedule in material requirement planning systems under demand uncertainty". *International Journal of Production Research*. vol 33:8, hal. 2241-2276.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Model LINGO

```
!Indeks:
i = Jenis maskapai
j = Jenis kelas maskapai (1,2)
t = Periode;

!Parameters:
h = holding cost
a = fixed prod cost
v = var prod cost
r_cost = var penalty cost
D = demand
Cap = capacity;

!Decision var:
X = jumlah yang diproduksi
Y = order or not variable
F = exceed prod or not;

Sets:
Maskapai/@OLE("Rekap Data untuk Lingo_rev 13.xlsx")/:;
Kelas/@OLE("Rekap Data untuk Lingo_rev 13.xlsx")/:;
Waktu/@OLE("Rekap Data untuk Lingo_rev 13.xlsx")/:;
IJ(Maskapai, Kelas):Initial_Inv, h, a, r_cost, v;
IJT(Maskapai, Kelas, Waktu): X, Inv, F, Y, D, Cap;
Endsets

Data:
Initial_Inv, h, a, r_cost, v, Cap, D = @ole("Rekap Data untuk
Lingo_rev 13.xlsx"); !Input dari excel;
@ole("Rekap Data untuk Lingo_rev 13.xlsx") = X, Inv, Y, F; !output
ke excel;
enddata

holding_cost = @sum(IJT(I,J,T):h(I,J)*Inv(I,J,T));
fixed_prod_cost = @sum(IJT(I,J,T):a(I,J)*X(I,J,T));
var_prod_cost = @sum(IJT(I,J,T):v(I,J)*Y(I,J,T));
var_penalty_cost =
@sum(IJT(I,J,T):(r_cost(I,J)*F(I,J,T))*((X(I,J,T)*Y(I,J,T))-
(D(I,J,T))));

!Objective function;
min = @sum(IJT(I,J,T):h(I,J)*Inv(I,J,T)) + 21625 +
@sum(IJT(I,J,T):a(I,J)*X(I,J,T)) +
@sum(IJT(I,J,T):v(I,J)*Y(I,J,T)) +
@sum(IJT(I,J,T):(r_cost(I,J)*F(I,J,T))*((X(I,J,T)*Y(I,J,T))));

!Kapasitas produksi;
@for(IJT(I,J,T):X(I,J,T)<=Cap(I,J,T));

!Demand constraint;
@for(IJT(I,J,T)|T#EQ#1:X(I,J,T)*Y(I,J,T)+Initial_Inv>=D(I,J,T));
```

```
@for(IJT(I,J,T)|T#GT#1:X(I,J,T)*Y(I,J,T)>=D(I,J,T));

!Inventory balance;
!untuk T=1;
@for(IJT(I,J,T)|T#EQ#1:(Inv(I,J,T)*F(I,J,T))=Initial_Inv-
D(I,J,T)+(X(I,J,T)*Y(I,J,T)));

!untuk T>1;
@for(IJT(I,J,T)|T#GT#1:(Inv(I,J,T)*F(I,J,T))=Inv(I,J,T-1)-
D(I,J,T)+(X(I,J,T)*Y(I,J,T)));

!Kelebihan produk dari demand;
@for(IJT(I,J,T): (X(I,J,T)*Y(I,J,T))-D(I,J,T) <= 9999*F(I,J,T));

!Binary constraints;
@for(IJT(I,J,T):@bin(Y(I,J,T)));
@for(IJT(I,J,T):@bin(F(I,J,T)));

!Integer constraints;
@for(IJT(I,J,T):@gin(X(I,J,T)));
```

Hasil Running LINGO

```
Local optimal solution found.
Objective value:                              0.1840350E+09
Objective bound:                              0.1840350E+09
Infeasibilities:                              0.1422315E-08
Extended solver steps:                                    0
Total solver iterations:                                 24
Elapsed runtime seconds:                               1.32

Export Summary Report
---------------------
Transfer Method:       OLE BASED
Workbook:              Rekap Data untuk Lingo_rev 13.xlsx
Ranges Specified:                4
    X
    INV
    Y
    F
Ranges Found:                    4
Range Size Mismatches:           0
Values Transferred:            336

Model Class:                                        MINLP

Total variables:                     340
Nonlinear variables:                 336
Integer variables:                   252

Total constraints:                   341
Nonlinear constraints:               254

Total nonzeros:                     1686
Nonlinear nonzeros:                 1134
```

Variable	Value	Reduced Cost
HOLDING_COST	3762.500	0.000000
FIXED_PROD_COST	0.1838955E+09	0.000000
VAR_PROD_COST	114100.0	0.000000
VAR_PENALTY_COST	0.000000	0.000000
INITIAL_INV(1, EKONOMI)	1.000000	0.000000
INITIAL_INV(1, BISNIS)	3.000000	0.000000
INITIAL_INV(2, EKONOMI)	0.000000	0.000000
INITIAL_INV(2, BISNIS)	0.000000	0.000000
INITIAL_INV(3, EKONOMI)	0.000000	0.000000
INITIAL_INV(3, BISNIS)	2.000000	0.000000
INITIAL_INV(4, EKONOMI)	0.000000	0.000000
INITIAL_INV(4, BISNIS)	3.000000	0.000000
INITIAL_INV(5, EKONOMI)	2.000000	0.000000
INITIAL_INV(5, BISNIS)	4.000000	0.000000
INITIAL_INV(6, EKONOMI)	0.000000	0.000000
INITIAL_INV(6, BISNIS)	1.000000	0.000000
H(1, EKONOMI)	950.0000	0.000000
H(1, BISNIS)	1275.000	0.000000
H(2, EKONOMI)	537.5000	0.000000
H(2, BISNIS)	0.000000	0.000000
H(3, EKONOMI)	837.5000	0.000000
H(3, BISNIS)	1475.000	0.000000
H(4, EKONOMI)	875.0000	0.000000
H(4, BISNIS)	1550.000	0.000000
H(5, EKONOMI)	875.0000	0.000000
H(5, BISNIS)	1475.000	0.000000
H(6, EKONOMI)	925.0000	0.000000
H(6, BISNIS)	1600.000	0.000000
A(1, EKONOMI)	38000.00	0.000000
A(1, BISNIS)	25500.00	0.000000
A(2, EKONOMI)	21500.00	0.000000
A(2, BISNIS)	0.000000	0.000000
A(3, EKONOMI)	33500.00	0.000000
A(3, BISNIS)	29500.00	0.000000
A(4, EKONOMI)	35000.00	0.000000
A(4, BISNIS)	31000.00	0.000000
A(5, EKONOMI)	35000.00	0.000000
A(5, BISNIS)	29500.00	0.000000
A(6, EKONOMI)	37000.00	0.000000
A(6, BISNIS)	32000.00	0.000000
R_COST(1, EKONOMI)	760.0000	0.000000
R_COST(1, BISNIS)	510.0000	0.000000
R_COST(2, EKONOMI)	430.0000	0.000000
R_COST(2, BISNIS)	0.000000	0.000000
R_COST(3, EKONOMI)	670.0000	0.000000
R_COST(3, BISNIS)	590.0000	0.000000
R_COST(4, EKONOMI)	700.0000	0.000000
R_COST(4, BISNIS)	620.0000	0.000000
R_COST(5, EKONOMI)	700.0000	0.000000
R_COST(5, BISNIS)	590.0000	0.000000
R_COST(6, EKONOMI)	740.0000	0.000000
R_COST(6, BISNIS)	640.0000	0.000000
V(1, EKONOMI)	1900.000	0.000000
V(1, BISNIS)	1275.000	0.000000
V(2, EKONOMI)	1075.000	0.000000
V(2, BISNIS)	0.000000	0.000000
V(3, EKONOMI)	1675.000	0.000000

V(3, BISNIS)	1475.000	0.000000
V(4, EKONOMI)	1750.000	0.000000
V(4, BISNIS)	1550.000	0.000000
V(5, EKONOMI)	1750.000	0.000000
V(5, BISNIS)	1475.000	0.000000
V(6, EKONOMI)	1850.000	0.000000
V(6, BISNIS)	1600.000	0.000000
X(1, EKONOMI, 1)	6.000000	0.000000
X(1, EKONOMI, 2)	7.000000	0.000000
X(1, EKONOMI, 3)	7.000000	0.000000
X(1, EKONOMI, 4)	7.000000	0.000000
X(1, EKONOMI, 5)	6.000000	0.000000
X(1, EKONOMI, 6)	7.000000	0.000000
X(1, EKONOMI, 7)	6.000000	0.000000
X(1, BISNIS, 1)	130.0000	25490.19
X(1, BISNIS, 2)	127.0000	25489.96
X(1, BISNIS, 3)	134.0000	25490.49
X(1, BISNIS, 4)	132.0000	25490.34
X(1, BISNIS, 5)	139.0000	25490.83
X(1, BISNIS, 6)	125.0000	25489.80
X(1, BISNIS, 7)	128.0000	25490.04
X(2, EKONOMI, 1)	0.000000	21500.00
X(2, EKONOMI, 2)	0.000000	21500.00
X(2, EKONOMI, 3)	0.000000	21500.00
X(2, EKONOMI, 4)	0.000000	21500.00
X(2, EKONOMI, 5)	0.000000	21500.00
X(2, EKONOMI, 6)	0.000000	21500.00
X(2, EKONOMI, 7)	0.000000	21500.00
X(2, BISNIS, 1)	30.00000	0.000000
X(2, BISNIS, 2)	8.000000	0.000000
X(2, BISNIS, 3)	30.00000	0.000000
X(2, BISNIS, 4)	9.000000	0.000000
X(2, BISNIS, 5)	30.00000	0.000000
X(2, BISNIS, 6)	11.00000	0.000000
X(2, BISNIS, 7)	30.00000	0.000000
X(3, EKONOMI, 1)	4.000000	0.000000
X(3, EKONOMI, 2)	6.000000	0.000000
X(3, EKONOMI, 3)	6.000000	0.000000
X(3, EKONOMI, 4)	5.000000	0.000000
X(3, EKONOMI, 5)	6.000000	0.000000
X(3, EKONOMI, 6)	6.000000	0.000000
X(3, EKONOMI, 7)	4.000000	0.000000
X(3, BISNIS, 1)	92.00000	29483.97
X(3, BISNIS, 2)	105.0000	29485.95
X(3, BISNIS, 3)	88.00000	29483.24
X(3, BISNIS, 4)	91.00000	29483.79
X(3, BISNIS, 5)	103.0000	29485.68
X(3, BISNIS, 6)	111.0000	29486.71
X(3, BISNIS, 7)	58.00000	29474.57
X(4, EKONOMI, 1)	6.000000	0.000000
X(4, EKONOMI, 2)	7.000000	0.000000
X(4, EKONOMI, 3)	7.000000	0.000000
X(4, EKONOMI, 4)	8.000000	0.000000
X(4, EKONOMI, 5)	6.000000	0.000000
X(4, EKONOMI, 6)	6.000000	0.000000
X(4, EKONOMI, 7)	7.000000	0.000000
X(4, BISNIS, 1)	169.0000	30990.83
X(4, BISNIS, 2)	137.0000	30988.69

X(4, BISNIS, 3)	140.0000	30988.93
X(4, BISNIS, 4)	171.0000	30990.94
X(4, BISNIS, 5)	163.0000	30990.49
X(4, BISNIS, 6)	115.0000	30986.52
X(4, BISNIS, 7)	120.0000	30987.08
X(5, EKONOMI, 1)	17.00000	34897.06
X(5, EKONOMI, 2)	17.00000	34897.06
X(5, EKONOMI, 3)	17.00000	34897.06
X(5, EKONOMI, 4)	16.00000	34890.62
X(5, EKONOMI, 5)	18.00000	34902.78
X(5, EKONOMI, 6)	18.00000	34902.78
X(5, EKONOMI, 7)	17.00000	34897.06
X(5, BISNIS, 1)	258.0000	29494.28
X(5, BISNIS, 2)	245.0000	29493.98
X(5, BISNIS, 3)	252.0000	29494.15
X(5, BISNIS, 4)	259.0000	29494.31
X(5, BISNIS, 5)	246.0000	29494.00
X(5, BISNIS, 6)	241.0000	29493.88
X(5, BISNIS, 7)	252.0000	29494.15
X(6, EKONOMI, 1)	14.00000	36867.86
X(6, EKONOMI, 2)	16.00000	36884.37
X(6, EKONOMI, 3)	17.00000	36891.18
X(6, EKONOMI, 4)	15.00000	36876.67
X(6, EKONOMI, 5)	16.00000	36884.37
X(6, EKONOMI, 6)	15.00000	36876.67
X(6, EKONOMI, 7)	15.00000	36876.67
X(6, BISNIS, 1)	215.0000	31992.56
X(6, BISNIS, 2)	203.0000	31992.12
X(6, BISNIS, 3)	207.0000	31992.27
X(6, BISNIS, 4)	223.0000	31992.83
X(6, BISNIS, 5)	208.0000	31992.31
X(6, BISNIS, 6)	187.0000	31991.44
X(6, BISNIS, 7)	177.0000	31990.96
INV(1, EKONOMI, 1)	0.000000	0.000000
INV(1, EKONOMI, 2)	0.000000	0.000000
INV(1, EKONOMI, 3)	0.000000	0.000000
INV(1, EKONOMI, 4)	0.000000	0.000000
INV(1, EKONOMI, 5)	0.000000	0.000000
INV(1, EKONOMI, 6)	0.000000	0.000000
INV(1, EKONOMI, 7)	0.000000	950.0000
INV(1, BISNIS, 1)	0.000000	1264.961
INV(1, BISNIS, 2)	0.000000	1275.000
INV(1, BISNIS, 3)	0.000000	1275.000
INV(1, BISNIS, 4)	0.000000	1275.000
INV(1, BISNIS, 5)	0.000000	1275.000
INV(1, BISNIS, 6)	0.000000	1265.039
INV(1, BISNIS, 7)	0.000000	1275.000
INV(2, EKONOMI, 1)	1.000000	0.000000
INV(2, EKONOMI, 2)	1.000000	0.000000
INV(2, EKONOMI, 3)	1.000000	0.000000
INV(2, EKONOMI, 4)	1.000000	0.000000
INV(2, EKONOMI, 5)	1.000000	0.000000
INV(2, EKONOMI, 6)	1.000000	0.000000
INV(2, EKONOMI, 7)	1.000000	0.000000
INV(2, BISNIS, 1)	0.000000	0.000000
INV(2, BISNIS, 2)	0.000000	0.000000
INV(2, BISNIS, 3)	0.000000	0.000000
INV(2, BISNIS, 4)	0.000000	0.000000

INV(2, BISNIS, 5)	0.000000	0.000000
INV(2, BISNIS, 6)	0.000000	0.000000
INV(2, BISNIS, 7)	0.000000	0.000000
INV(3, EKONOMI, 1)	0.000000	0.000000
INV(3, EKONOMI, 2)	0.000000	0.000000
INV(3, EKONOMI, 3)	0.000000	0.000000
INV(3, EKONOMI, 4)	0.000000	0.000000
INV(3, EKONOMI, 5)	0.000000	0.000000
INV(3, EKONOMI, 6)	0.000000	0.000000
INV(3, EKONOMI, 7)	0.000000	837.5000
INV(3, BISNIS, 1)	0.000000	1475.000
INV(3, BISNIS, 2)	0.000000	1475.000
INV(3, BISNIS, 3)	0.000000	1475.000
INV(3, BISNIS, 4)	0.000000	1475.000
INV(3, BISNIS, 5)	0.000000	1461.712
INV(3, BISNIS, 6)	0.000000	1449.569
INV(3, BISNIS, 7)	0.000000	1475.000
INV(4, EKONOMI, 1)	0.000000	0.000000
INV(4, EKONOMI, 2)	0.000000	0.000000
INV(4, EKONOMI, 3)	0.000000	0.000000
INV(4, EKONOMI, 4)	0.000000	0.000000
INV(4, EKONOMI, 5)	0.000000	0.000000
INV(4, EKONOMI, 6)	0.000000	0.000000
INV(4, EKONOMI, 7)	0.000000	875.0000
INV(4, BISNIS, 1)	0.000000	1538.686
INV(4, BISNIS, 2)	0.000000	1550.000
INV(4, BISNIS, 3)	0.000000	1550.000
INV(4, BISNIS, 4)	0.000000	1540.491
INV(4, BISNIS, 5)	0.000000	1550.000
INV(4, BISNIS, 6)	0.000000	1550.000
INV(4, BISNIS, 7)	0.000000	1550.000
INV(5, EKONOMI, 1)	0.000000	770.8687
INV(5, EKONOMI, 2)	0.000000	770.8687
INV(5, EKONOMI, 3)	0.000000	764.5049
INV(5, EKONOMI, 4)	0.000000	776.5176
INV(5, EKONOMI, 5)	0.000000	776.5176
INV(5, EKONOMI, 6)	0.000000	770.8687
INV(5, EKONOMI, 7)	0.000000	875.0000
INV(5, BISNIS, 1)	0.000000	1475.000
INV(5, BISNIS, 2)	0.000000	1469.147
INV(5, BISNIS, 3)	0.000000	1475.000
INV(5, BISNIS, 4)	0.000000	1475.000
INV(5, BISNIS, 5)	0.000000	1468.880
INV(5, BISNIS, 6)	0.000000	1469.147
INV(5, BISNIS, 7)	0.000000	1475.000
INV(6, EKONOMI, 1)	0.000000	808.1909
INV(6, EKONOMI, 2)	0.000000	814.9183
INV(6, EKONOMI, 3)	0.000000	800.5565
INV(6, EKONOMI, 4)	0.000000	808.1909
INV(6, EKONOMI, 5)	0.000000	800.5565
INV(6, EKONOMI, 6)	0.000000	800.5565
INV(6, EKONOMI, 7)	0.000000	925.0000
INV(6, BISNIS, 1)	0.000000	1592.118
INV(6, BISNIS, 2)	0.000000	1592.271
INV(6, BISNIS, 3)	0.000000	1600.000
INV(6, BISNIS, 4)	0.000000	1592.308
INV(6, BISNIS, 5)	0.000000	1591.444
INV(6, BISNIS, 6)	0.000000	1590.960

INV(6, BISNIS, 7)	0.000000	1600.000
F(1, EKONOMI, 1)	0.000000	4560.000
F(1, EKONOMI, 2)	0.000000	0.000000
F(1, EKONOMI, 3)	0.000000	0.000000
F(1, EKONOMI, 4)	0.000000	0.000000
F(1, EKONOMI, 5)	0.000000	0.000000
F(1, EKONOMI, 6)	0.000000	0.000000
F(1, EKONOMI, 7)	0.000000	0.000000
F(1, BISNIS, 1)	0.000000	66300.00
F(1, BISNIS, 2)	0.000000	64770.00
F(1, BISNIS, 3)	0.000000	68340.00
F(1, BISNIS, 4)	0.000000	67320.00
F(1, BISNIS, 5)	0.000000	70890.00
F(1, BISNIS, 6)	0.000000	63750.00
F(1, BISNIS, 7)	0.000000	65280.00
F(2, EKONOMI, 1)	1.000000	-3762.500
F(2, EKONOMI, 2)	1.000000	-3225.000
F(2, EKONOMI, 3)	1.000000	-2687.500
F(2, EKONOMI, 4)	1.000000	-2150.000
F(2, EKONOMI, 5)	1.000000	-1612.500
F(2, EKONOMI, 6)	1.000000	-1075.000
F(2, EKONOMI, 7)	1.000000	-537.5000
F(2, BISNIS, 1)	1.000000	0.000000
F(2, BISNIS, 2)	1.000000	0.000000
F(2, BISNIS, 3)	1.000000	0.000000
F(2, BISNIS, 4)	1.000000	0.000000
F(2, BISNIS, 5)	1.000000	0.000000
F(2, BISNIS, 6)	1.000000	0.000000
F(2, BISNIS, 7)	1.000000	0.000000
F(3, EKONOMI, 1)	0.000000	2680.000
F(3, EKONOMI, 2)	0.000000	0.000000
F(3, EKONOMI, 3)	0.000000	0.000000
F(3, EKONOMI, 4)	0.000000	0.000000
F(3, EKONOMI, 5)	0.000000	0.000000
F(3, EKONOMI, 6)	0.000000	0.000000
F(3, EKONOMI, 7)	0.000000	0.000000
F(3, BISNIS, 1)	0.000000	54280.00
F(3, BISNIS, 2)	0.000000	61950.00
F(3, BISNIS, 3)	0.000000	51920.00
F(3, BISNIS, 4)	0.000000	53690.00
F(3, BISNIS, 5)	0.000000	60770.00
F(3, BISNIS, 6)	0.000000	65490.00
F(3, BISNIS, 7)	0.000000	34220.00
F(4, EKONOMI, 1)	0.000000	4200.000
F(4, EKONOMI, 2)	0.000000	0.000000
F(4, EKONOMI, 3)	0.000000	0.000000
F(4, EKONOMI, 4)	0.000000	0.000000
F(4, EKONOMI, 5)	0.000000	0.000000
F(4, EKONOMI, 6)	0.000000	0.000000
F(4, EKONOMI, 7)	0.000000	0.000000
F(4, BISNIS, 1)	0.000000	104780.0
F(4, BISNIS, 2)	0.000000	84940.00
F(4, BISNIS, 3)	0.000000	86800.00
F(4, BISNIS, 4)	0.000000	106020.0
F(4, BISNIS, 5)	0.000000	101060.0
F(4, BISNIS, 6)	0.000000	71300.00
F(4, BISNIS, 7)	0.000000	74400.00
F(5, EKONOMI, 1)	0.000000	11900.00

F(5, EKONOMI, 2)	0.000000	0.000000
F(5, EKONOMI, 3)	0.000000	0.000000
F(5, EKONOMI, 4)	0.000000	0.000000
F(5, EKONOMI, 5)	0.000000	0.000000
F(5, EKONOMI, 6)	0.000000	0.000000
F(5, EKONOMI, 7)	0.000000	0.000000
F(5, BISNIS, 1)	0.000000	152220.0
F(5, BISNIS, 2)	0.000000	144550.0
F(5, BISNIS, 3)	0.000000	148680.0
F(5, BISNIS, 4)	0.000000	152810.0
F(5, BISNIS, 5)	0.000000	145140.0
F(5, BISNIS, 6)	0.000000	142190.0
F(5, BISNIS, 7)	0.000000	148680.0
F(6, EKONOMI, 1)	0.000000	10360.00
F(6, EKONOMI, 2)	0.000000	0.000000
F(6, EKONOMI, 3)	0.000000	0.000000
F(6, EKONOMI, 4)	0.000000	0.000000
F(6, EKONOMI, 5)	0.000000	0.000000
F(6, EKONOMI, 6)	0.000000	0.000000
F(6, EKONOMI, 7)	0.000000	0.000000
F(6, BISNIS, 1)	0.000000	137600.0
F(6, BISNIS, 2)	0.000000	129920.0
F(6, BISNIS, 3)	0.000000	132480.0
F(6, BISNIS, 4)	0.000000	142720.0
F(6, BISNIS, 5)	0.000000	133120.0
F(6, BISNIS, 6)	0.000000	119680.0
F(6, BISNIS, 7)	0.000000	113280.0
Y(1, EKONOMI, 1)	1.000000	-226100.0
Y(1, EKONOMI, 2)	1.000000	-264100.0
Y(1, EKONOMI, 3)	1.000000	-264100.0
Y(1, EKONOMI, 4)	1.000000	-264100.0
Y(1, EKONOMI, 5)	1.000000	-226100.0
Y(1, EKONOMI, 6)	1.000000	-264100.0
Y(1, EKONOMI, 7)	1.000000	-226100.0
Y(1, BISNIS, 1)	1.000000	0.000000
Y(1, BISNIS, 2)	1.000000	0.000000
Y(1, BISNIS, 3)	1.000000	0.000000
Y(1, BISNIS, 4)	1.000000	0.000000
Y(1, BISNIS, 5)	1.000000	0.000000
Y(1, BISNIS, 6)	1.000000	0.000000
Y(1, BISNIS, 7)	1.000000	0.000000
Y(2, EKONOMI, 1)	0.000000	1075.000
Y(2, EKONOMI, 2)	0.000000	1075.000
Y(2, EKONOMI, 3)	0.000000	1075.000
Y(2, EKONOMI, 4)	0.000000	1075.000
Y(2, EKONOMI, 5)	0.000000	1075.000
Y(2, EKONOMI, 6)	0.000000	1075.000
Y(2, EKONOMI, 7)	0.000000	1075.000
Y(2, BISNIS, 1)	1.000000	0.000000
Y(2, BISNIS, 2)	1.000000	0.000000
Y(2, BISNIS, 3)	1.000000	0.000000
Y(2, BISNIS, 4)	1.000000	0.000000
Y(2, BISNIS, 5)	1.000000	0.000000
Y(2, BISNIS, 6)	1.000000	0.000000
Y(2, BISNIS, 7)	1.000000	0.000000
Y(3, EKONOMI, 1)	1.000000	-132325.0
Y(3, EKONOMI, 2)	1.000000	-199325.0
Y(3, EKONOMI, 3)	1.000000	-199325.0

Y(3, EKONOMI, 4)	1.000000	-165825.0
Y(3, EKONOMI, 5)	1.000000	-199325.0
Y(3, EKONOMI, 6)	1.000000	-199325.0
Y(3, EKONOMI, 7)	1.000000	-132325.0
Y(3, BISNIS, 1)	1.000000	0.000000
Y(3, BISNIS, 2)	1.000000	0.000000
Y(3, BISNIS, 3)	1.000000	0.000000
Y(3, BISNIS, 4)	1.000000	0.000000
Y(3, BISNIS, 5)	1.000000	0.000000
Y(3, BISNIS, 6)	1.000000	0.000000
Y(3, BISNIS, 7)	1.000000	0.000000
Y(4, EKONOMI, 1)	1.000000	-208250.0
Y(4, EKONOMI, 2)	1.000000	-243250.0
Y(4, EKONOMI, 3)	1.000000	-243250.0
Y(4, EKONOMI, 4)	1.000000	-278250.0
Y(4, EKONOMI, 5)	1.000000	-208250.0
Y(4, EKONOMI, 6)	1.000000	-208250.0
Y(4, EKONOMI, 7)	1.000000	-243250.0
Y(4, BISNIS, 1)	1.000000	0.000000
Y(4, BISNIS, 2)	1.000000	0.000000
Y(4, BISNIS, 3)	1.000000	0.000000
Y(4, BISNIS, 4)	1.000000	0.000000
Y(4, BISNIS, 5)	1.000000	0.000000
Y(4, BISNIS, 6)	1.000000	0.000000
Y(4, BISNIS, 7)	1.000000	0.000000
Y(5, EKONOMI, 1)	1.000000	0.000000
Y(5, EKONOMI, 2)	1.000000	0.000000
Y(5, EKONOMI, 3)	1.000000	0.000000
Y(5, EKONOMI, 4)	1.000000	0.000000
Y(5, EKONOMI, 5)	1.000000	0.000000
Y(5, EKONOMI, 6)	1.000000	0.000000
Y(5, EKONOMI, 7)	1.000000	0.000000
Y(5, BISNIS, 1)	1.000000	0.000000
Y(5, BISNIS, 2)	1.000000	0.000000
Y(5, BISNIS, 3)	1.000000	0.000000
Y(5, BISNIS, 4)	1.000000	0.000000
Y(5, BISNIS, 5)	1.000000	0.000000
Y(5, BISNIS, 6)	1.000000	0.000000
Y(5, BISNIS, 7)	1.000000	0.000000
Y(6, EKONOMI, 1)	1.000000	0.000000
Y(6, EKONOMI, 2)	1.000000	0.000000
Y(6, EKONOMI, 3)	1.000000	0.000000
Y(6, EKONOMI, 4)	1.000000	0.000000
Y(6, EKONOMI, 5)	1.000000	0.000000
Y(6, EKONOMI, 6)	1.000000	0.000000
Y(6, EKONOMI, 7)	1.000000	0.000000
Y(6, BISNIS, 1)	1.000000	0.000000
Y(6, BISNIS, 2)	1.000000	0.000000
Y(6, BISNIS, 3)	1.000000	0.000000
Y(6, BISNIS, 4)	1.000000	0.000000
Y(6, BISNIS, 5)	1.000000	0.000000
Y(6, BISNIS, 6)	1.000000	0.000000
Y(6, BISNIS, 7)	1.000000	0.000000
D(1, EKONOMI, 1)	7.000000	0.000000
D(1, EKONOMI, 2)	7.000000	0.000000
D(1, EKONOMI, 3)	7.000000	0.000000
D(1, EKONOMI, 4)	7.000000	0.000000
D(1, EKONOMI, 5)	6.000000	0.000000

D(1, EKONOMI, 6)	7.000000	0.000000
D(1, EKONOMI, 7)	6.000000	0.000000
D(1, BISNIS, 1)	130.0000	0.000000
D(1, BISNIS, 2)	127.0000	0.000000
D(1, BISNIS, 3)	134.0000	0.000000
D(1, BISNIS, 4)	132.0000	0.000000
D(1, BISNIS, 5)	139.0000	0.000000
D(1, BISNIS, 6)	125.0000	0.000000
D(1, BISNIS, 7)	128.0000	0.000000
D(2, EKONOMI, 1)	0.000000	0.000000
D(2, EKONOMI, 2)	0.000000	0.000000
D(2, EKONOMI, 3)	0.000000	0.000000
D(2, EKONOMI, 4)	0.000000	0.000000
D(2, EKONOMI, 5)	0.000000	0.000000
D(2, EKONOMI, 6)	0.000000	0.000000
D(2, EKONOMI, 7)	0.000000	0.000000
D(2, BISNIS, 1)	30.00000	0.000000
D(2, BISNIS, 2)	8.000000	0.000000
D(2, BISNIS, 3)	30.00000	0.000000
D(2, BISNIS, 4)	9.000000	0.000000
D(2, BISNIS, 5)	30.00000	0.000000
D(2, BISNIS, 6)	11.00000	0.000000
D(2, BISNIS, 7)	30.00000	0.000000
D(3, EKONOMI, 1)	5.000000	0.000000
D(3, EKONOMI, 2)	6.000000	0.000000
D(3, EKONOMI, 3)	6.000000	0.000000
D(3, EKONOMI, 4)	5.000000	0.000000
D(3, EKONOMI, 5)	6.000000	0.000000
D(3, EKONOMI, 6)	6.000000	0.000000
D(3, EKONOMI, 7)	4.000000	0.000000
D(3, BISNIS, 1)	92.00000	0.000000
D(3, BISNIS, 2)	105.0000	0.000000
D(3, BISNIS, 3)	88.00000	0.000000
D(3, BISNIS, 4)	91.00000	0.000000
D(3, BISNIS, 5)	103.0000	0.000000
D(3, BISNIS, 6)	111.0000	0.000000
D(3, BISNIS, 7)	58.00000	0.000000
D(4, EKONOMI, 1)	7.000000	0.000000
D(4, EKONOMI, 2)	7.000000	0.000000
D(4, EKONOMI, 3)	7.000000	0.000000
D(4, EKONOMI, 4)	8.000000	0.000000
D(4, EKONOMI, 5)	6.000000	0.000000
D(4, EKONOMI, 6)	6.000000	0.000000
D(4, EKONOMI, 7)	7.000000	0.000000
D(4, BISNIS, 1)	169.0000	0.000000
D(4, BISNIS, 2)	137.0000	0.000000
D(4, BISNIS, 3)	140.0000	0.000000
D(4, BISNIS, 4)	171.0000	0.000000
D(4, BISNIS, 5)	163.0000	0.000000
D(4, BISNIS, 6)	115.0000	0.000000
D(4, BISNIS, 7)	120.0000	0.000000
D(5, EKONOMI, 1)	18.00000	0.000000
D(5, EKONOMI, 2)	17.00000	0.000000
D(5, EKONOMI, 3)	17.00000	0.000000
D(5, EKONOMI, 4)	16.00000	0.000000
D(5, EKONOMI, 5)	18.00000	0.000000
D(5, EKONOMI, 6)	18.00000	0.000000
D(5, EKONOMI, 7)	17.00000	0.000000

D(5, BISNIS, 1)	258.0000	0.000000
D(5, BISNIS, 2)	245.0000	0.000000
D(5, BISNIS, 3)	252.0000	0.000000
D(5, BISNIS, 4)	259.0000	0.000000
D(5, BISNIS, 5)	246.0000	0.000000
D(5, BISNIS, 6)	241.0000	0.000000
D(5, BISNIS, 7)	252.0000	0.000000
D(6, EKONOMI, 1)	15.00000	0.000000
D(6, EKONOMI, 2)	16.00000	0.000000
D(6, EKONOMI, 3)	17.00000	0.000000
D(6, EKONOMI, 4)	15.00000	0.000000
D(6, EKONOMI, 5)	16.00000	0.000000
D(6, EKONOMI, 6)	15.00000	0.000000
D(6, EKONOMI, 7)	15.00000	0.000000
D(6, BISNIS, 1)	215.0000	0.000000
D(6, BISNIS, 2)	203.0000	0.000000
D(6, BISNIS, 3)	207.0000	0.000000
D(6, BISNIS, 4)	223.0000	0.000000
D(6, BISNIS, 5)	208.0000	0.000000
D(6, BISNIS, 6)	187.0000	0.000000
D(6, BISNIS, 7)	177.0000	0.000000
CAP(1, EKONOMI, 1)	12.00000	0.000000
CAP(1, EKONOMI, 2)	12.00000	0.000000
CAP(1, EKONOMI, 3)	12.00000	0.000000
CAP(1, EKONOMI, 4)	12.00000	0.000000
CAP(1, EKONOMI, 5)	12.00000	0.000000
CAP(1, EKONOMI, 6)	12.00000	0.000000
CAP(1, EKONOMI, 7)	12.00000	0.000000
CAP(1, BISNIS, 1)	156.0000	0.000000
CAP(1, BISNIS, 2)	156.0000	0.000000
CAP(1, BISNIS, 3)	156.0000	0.000000
CAP(1, BISNIS, 4)	156.0000	0.000000
CAP(1, BISNIS, 5)	156.0000	0.000000
CAP(1, BISNIS, 6)	156.0000	0.000000
CAP(1, BISNIS, 7)	156.0000	0.000000
CAP(2, EKONOMI, 1)	0.000000	0.000000
CAP(2, EKONOMI, 2)	0.000000	0.000000
CAP(2, EKONOMI, 3)	0.000000	0.000000
CAP(2, EKONOMI, 4)	0.000000	0.000000
CAP(2, EKONOMI, 5)	0.000000	0.000000
CAP(2, EKONOMI, 6)	0.000000	0.000000
CAP(2, EKONOMI, 7)	0.000000	0.000000
CAP(2, BISNIS, 1)	30.00000	0.000000
CAP(2, BISNIS, 2)	15.00000	0.000000
CAP(2, BISNIS, 3)	30.00000	0.000000
CAP(2, BISNIS, 4)	15.00000	0.000000
CAP(2, BISNIS, 5)	30.00000	0.000000
CAP(2, BISNIS, 6)	15.00000	0.000000
CAP(2, BISNIS, 7)	30.00000	0.000000
CAP(3, EKONOMI, 1)	12.00000	0.000000
CAP(3, EKONOMI, 2)	12.00000	0.000000
CAP(3, EKONOMI, 3)	12.00000	0.000000
CAP(3, EKONOMI, 4)	12.00000	0.000000
CAP(3, EKONOMI, 5)	12.00000	0.000000
CAP(3, EKONOMI, 6)	12.00000	0.000000
CAP(3, EKONOMI, 7)	12.00000	0.000000
CAP(3, BISNIS, 1)	156.0000	0.000000
CAP(3, BISNIS, 2)	156.0000	0.000000

CAP(3, BISNIS, 3)	156.0000	0.000000
CAP(3, BISNIS, 4)	156.0000	0.000000
CAP(3, BISNIS, 5)	156.0000	0.000000
CAP(3, BISNIS, 6)	156.0000	0.000000
CAP(3, BISNIS, 7)	156.0000	0.000000
CAP(4, EKONOMI, 1)	14.00000	0.000000
CAP(4, EKONOMI, 2)	14.00000	0.000000
CAP(4, EKONOMI, 3)	14.00000	0.000000
CAP(4, EKONOMI, 4)	14.00000	0.000000
CAP(4, EKONOMI, 5)	14.00000	0.000000
CAP(4, EKONOMI, 6)	14.00000	0.000000
CAP(4, EKONOMI, 7)	14.00000	0.000000
CAP(4, BISNIS, 1)	198.0000	0.000000
CAP(4, BISNIS, 2)	198.0000	0.000000
CAP(4, BISNIS, 3)	198.0000	0.000000
CAP(4, BISNIS, 4)	198.0000	0.000000
CAP(4, BISNIS, 5)	198.0000	0.000000
CAP(4, BISNIS, 6)	198.0000	0.000000
CAP(4, BISNIS, 7)	198.0000	0.000000
CAP(5, EKONOMI, 1)	24.00000	0.000000
CAP(5, EKONOMI, 2)	24.00000	0.000000
CAP(5, EKONOMI, 3)	24.00000	0.000000
CAP(5, EKONOMI, 4)	24.00000	0.000000
CAP(5, EKONOMI, 5)	24.00000	0.000000
CAP(5, EKONOMI, 6)	24.00000	0.000000
CAP(5, EKONOMI, 7)	24.00000	0.000000
CAP(5, BISNIS, 1)	293.0000	0.000000
CAP(5, BISNIS, 2)	293.0000	0.000000
CAP(5, BISNIS, 3)	293.0000	0.000000
CAP(5, BISNIS, 4)	293.0000	0.000000
CAP(5, BISNIS, 5)	293.0000	0.000000
CAP(5, BISNIS, 6)	293.0000	0.000000
CAP(5, BISNIS, 7)	293.0000	0.000000
CAP(6, EKONOMI, 1)	36.00000	0.000000
CAP(6, EKONOMI, 2)	36.00000	0.000000
CAP(6, EKONOMI, 3)	36.00000	0.000000
CAP(6, EKONOMI, 4)	36.00000	0.000000
CAP(6, EKONOMI, 5)	36.00000	0.000000
CAP(6, EKONOMI, 6)	36.00000	0.000000
CAP(6, EKONOMI, 7)	36.00000	0.000000
CAP(6, BISNIS, 1)	277.0000	0.000000
CAP(6, BISNIS, 2)	277.0000	0.000000
CAP(6, BISNIS, 3)	277.0000	0.000000
CAP(6, BISNIS, 4)	277.0000	0.000000
CAP(6, BISNIS, 5)	277.0000	0.000000
CAP(6, BISNIS, 6)	277.0000	0.000000
CAP(6, BISNIS, 7)	277.0000	0.000000

Lampiran 2. Jumlah Data Penumpang 2018 – 2019

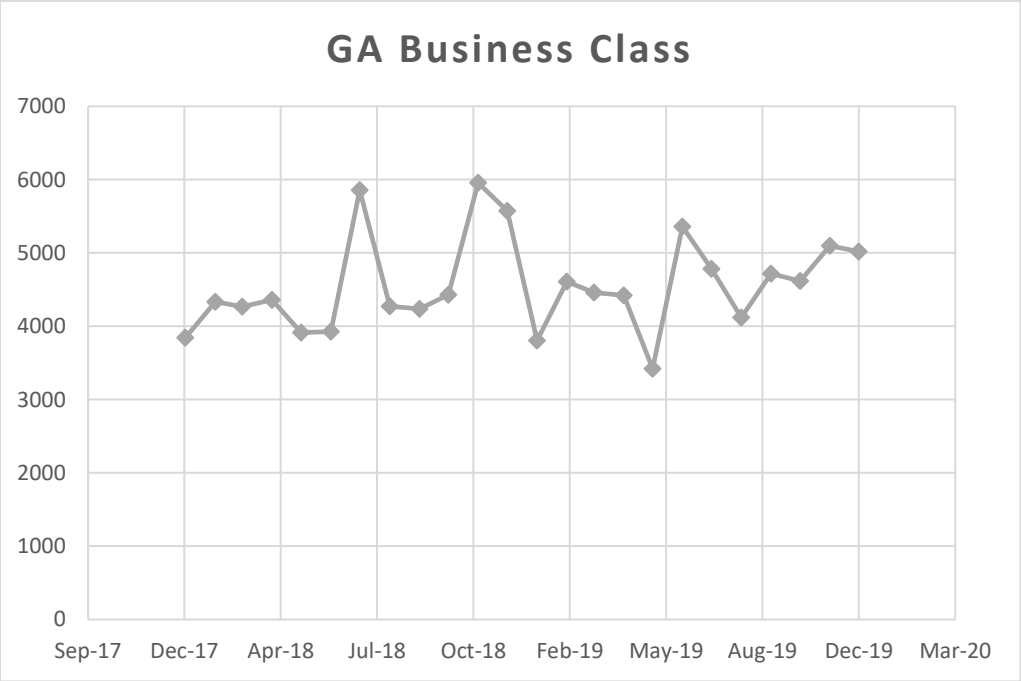
Bulan	GA BC	GA EY	QG	CX BC	CX EY	CI BC	CI EY	BI BC	BI EY	MI BC	MI EY
Jan-18	3846	79035	7889	518	6950	340	6105	89	3230	176	3327
Feb-18	4334	82574	7209	578	5736	312	5356	89	2429	196	3012
Mar-18	4266	82481	7589	532	7965	358	6336	113	2856	199	3517
Apr-18	4358	87024	7086	604	8517	353	5347	69	2574	203	3897
May-18	3912	82786	7537	469	6561	330	5127	100	1959	181	3609
Jun-18	3927	82839	7644	486	9118	282	6796	122	2580	199	4639
Jul-18	5859	104252	7463	513	7858	328	7926	104	3564	223	4610
Aug-18	4274	86210	7260	515	7954	324	6833	89	3330	171	4696
Sep-18	4236	83310	7696	485	7105	364	7206	82	2720	216	5049
Oct-18	4431	84633	7542	595	7463	345	5907	90	2377	175	4117
Nov-18	5956	93751	7351	543	7723	364	5682	123	2806	201	4879
Dec-18	5574	84468	8377	554	7964	367	6358	111	3344	207	5216
Jan-19	3806	65555	7561	456	7255	293	6001	114	3248	196	4421
Feb-19	4609	73855	7881	486	6587	344	4790	105	2847	186	4306
Mar-19	4460	71639	7778	546	7997	323	5965	96	2739	212	5138
Apr-19	4421	74844	7721	444	8012	354	5871	102	3400	163	5741
May-19	3422	65764	7037	499	7892	349	5173	101	2221	238	5908
Jun-19	5360	78610	7516	567	8985	302	7690	111	3610	195	6609
Jul-19	4785	87917	7889	533	8029	289	8141	113	3812	197	5548
Aug-19	4118	82315	7592	466	7965	319	6274	127	3391	196	4614
Sep-19	4718	90466	7926	525	8032	307	6478	87	2520	159	3607
Oct-19	4617	89691	8214	526	7787	327	5896	96	2296	182	3541
Nov-19	5099	93980	8231	502	8107	273	5681	106	2159	204	3518
Dec-19	5020	90637	7621	558	8193	277	7701	92	2602	213	3928

Lampiran 3. Nilai rata – rata service level pada tiap maskapai

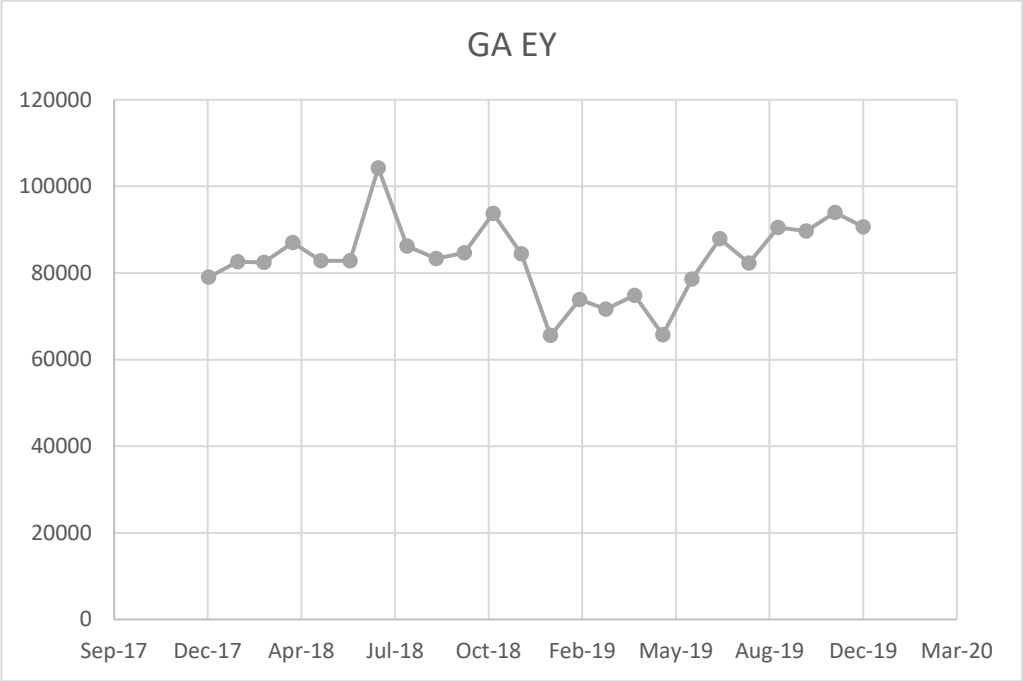
SS/Hari	GA BC	GA EY	QG	CX BC	CX EY	CI BC	CI EY	BI BC	BI EY	MI BC	MI EY
Senin	50%	83%	100%	72%	88%	39%	77%	37%	59%	43%	85%
Selasa	54%	81%	50%	71%	83%	43%	73%	47%	67%	44%	69%
Rabu	53%	86%	100%	70%	86%	47%	75%	44%	56%	47%	71%
Kamis	51%	84%	56%	66%	88%	41%	80%	42%	58%	50%	86%
Jumat	47%	89%	100%	71%	84%	43%	75%	42%	65%	41%	82%
Sabtu	53%	80%	67%	73%	82%	40%	67%	44%	71%	42%	58%
Minggu	49%	82%	100%	68%	86%	41%	64%	29%	37%	48%	60%

Lampiran 4. Grafik data penumpang pada masing masing maskapai.

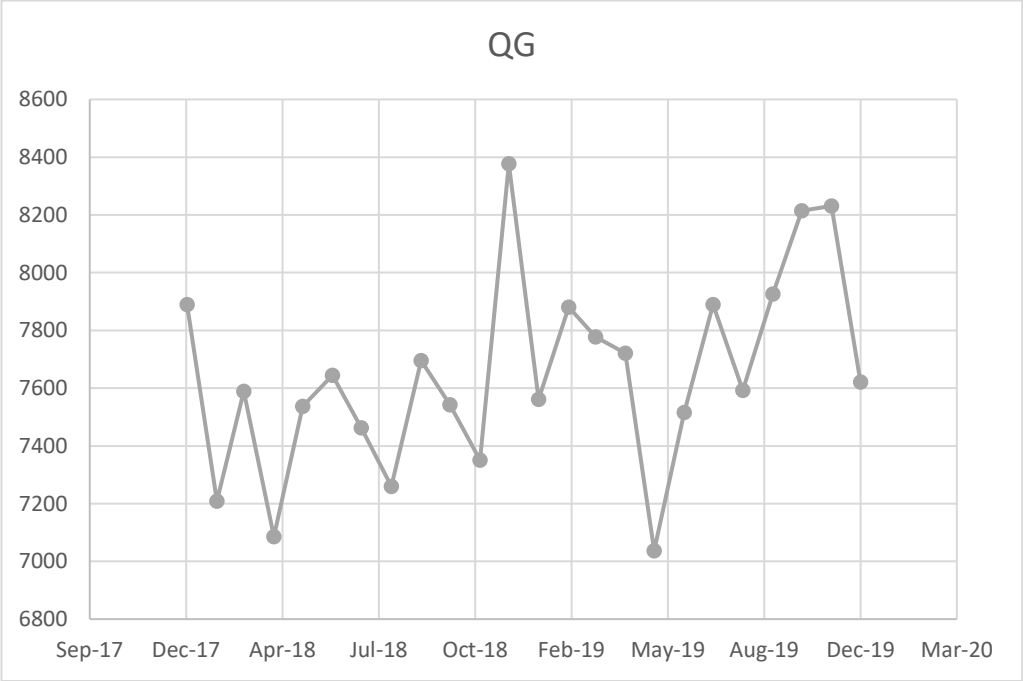
Grafik Data Penumpang 2018 – 2019 pada GA kelas Bisnis



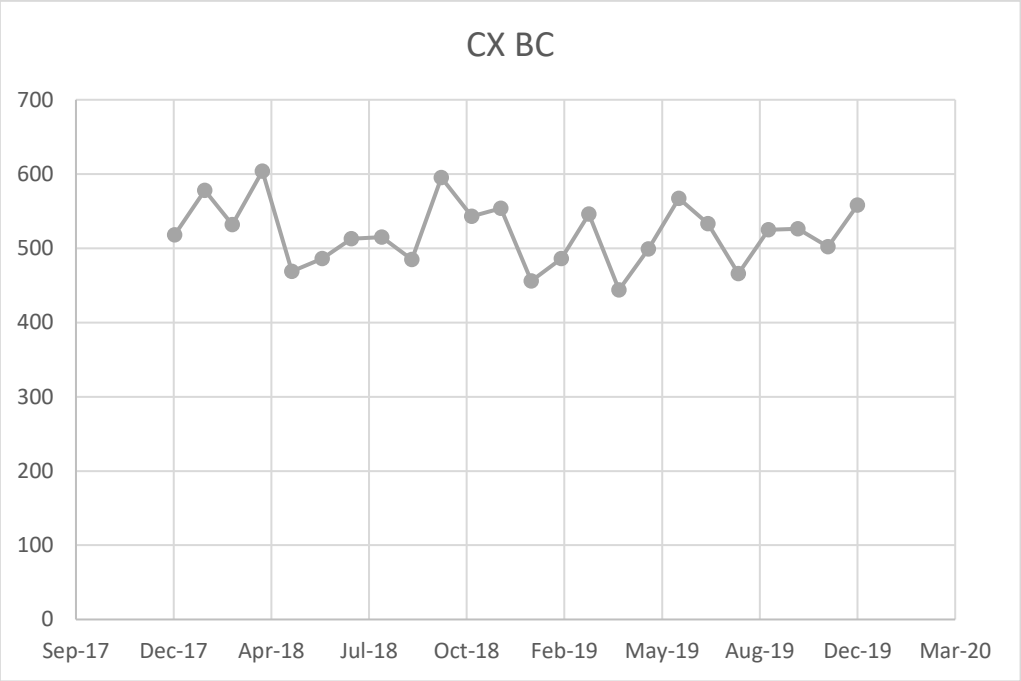
Grafik Data Penumpang 2018 – 2019 pada GA kelas Ekonomi



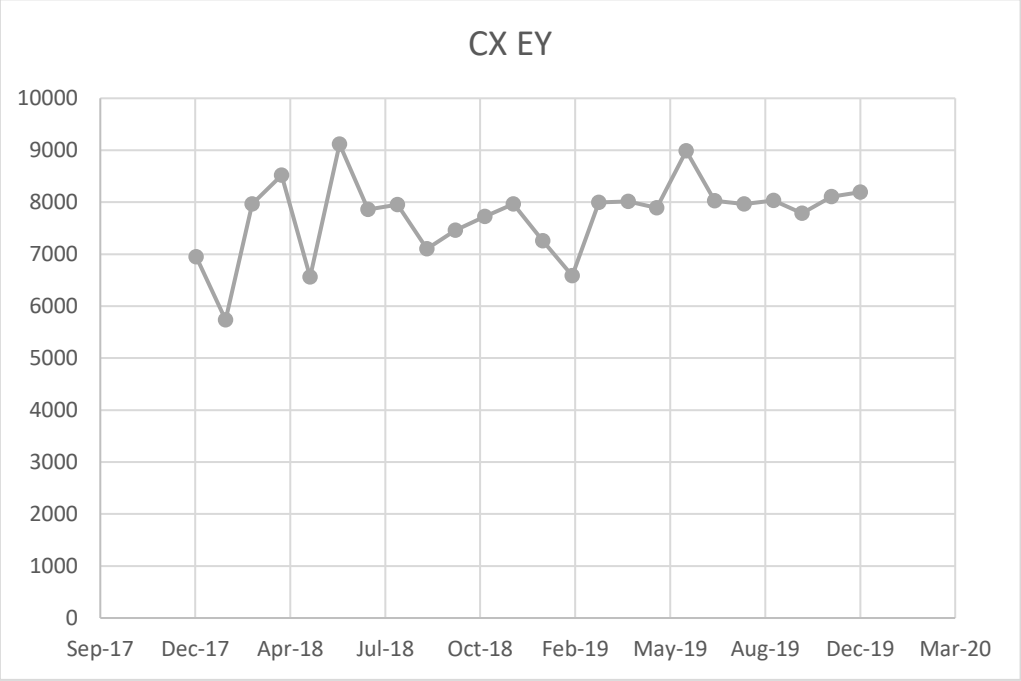
Grafik Data Penumpang 2018 – 2019 pada Citilink



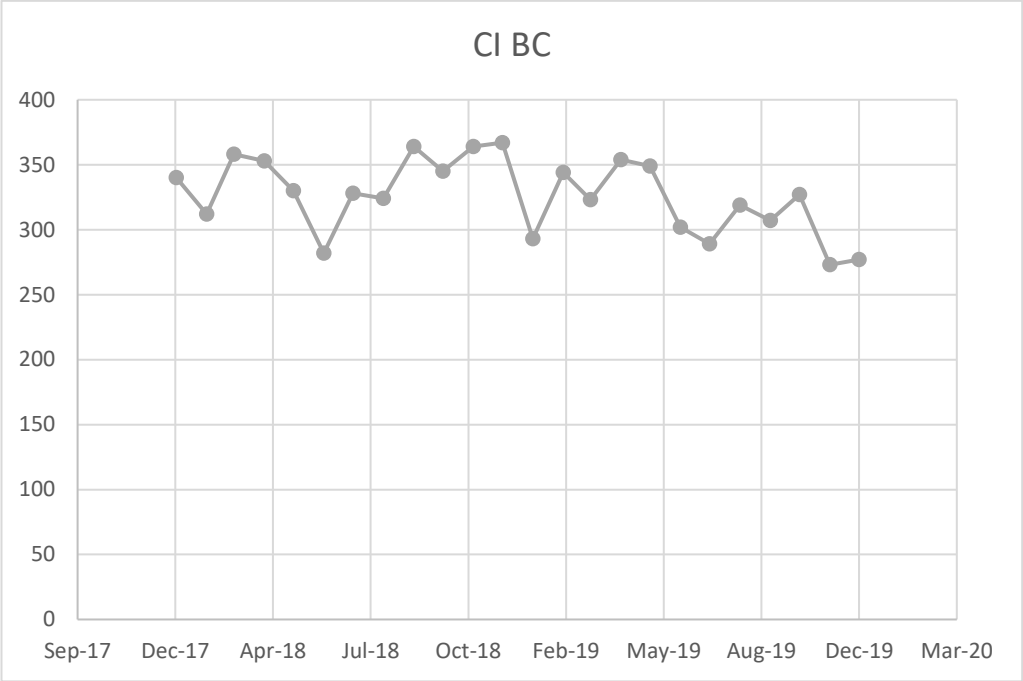
Grafik Data Penumpang 2018 – 2019 pada Catay Pasific kelas Bisnis



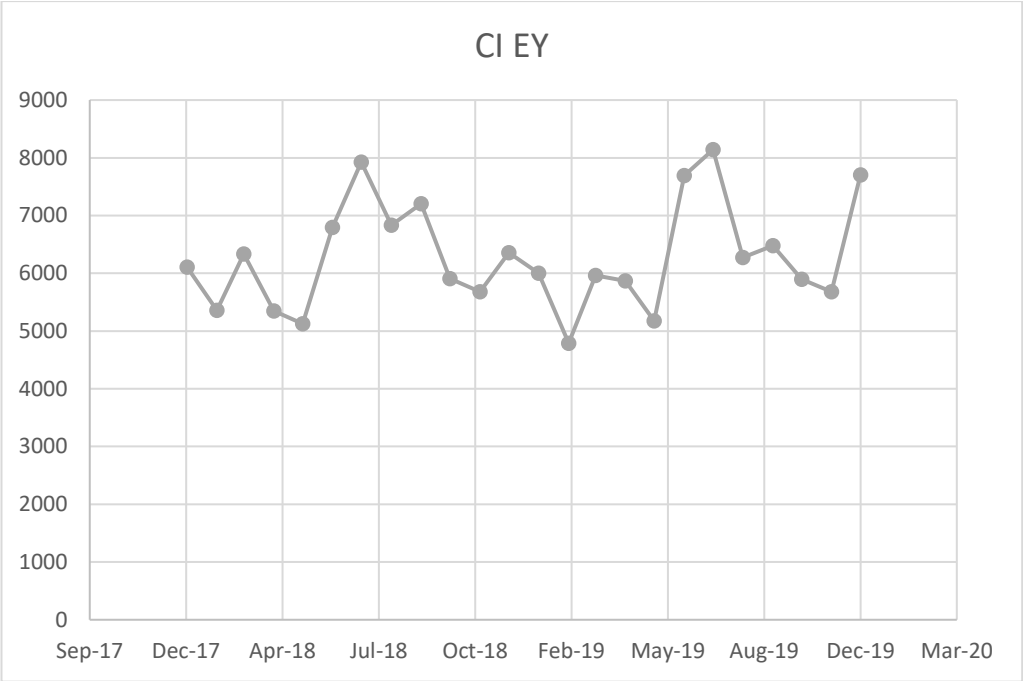
Grafik Data Penumpang 2018 – 2019 pada Catay Pasific kelas Ekonomi



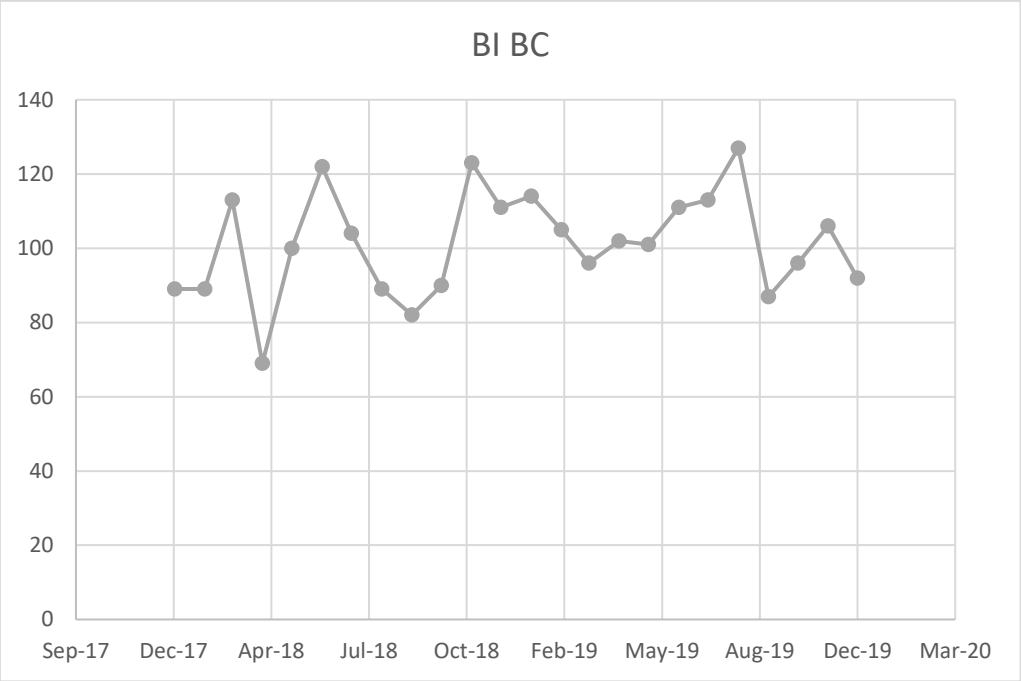
Grafik Data Penumpang 2018 – 2019 pada China Airlines kelas Bisnis



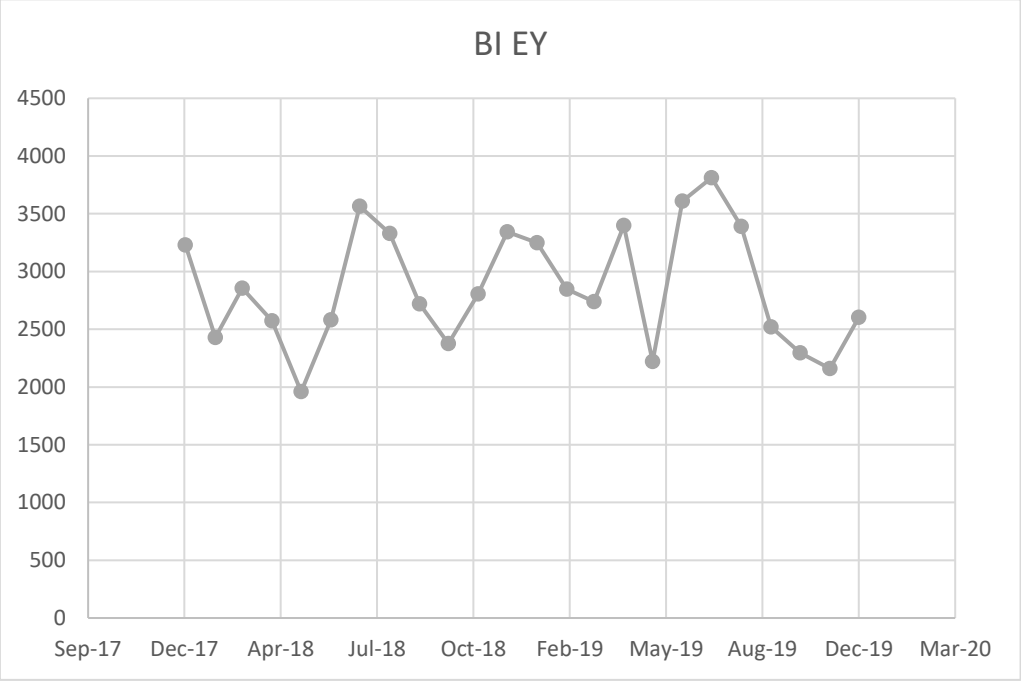
Grafik Data Penumpang 2018 – 2019 pada China Airlines kelas Ekonomi



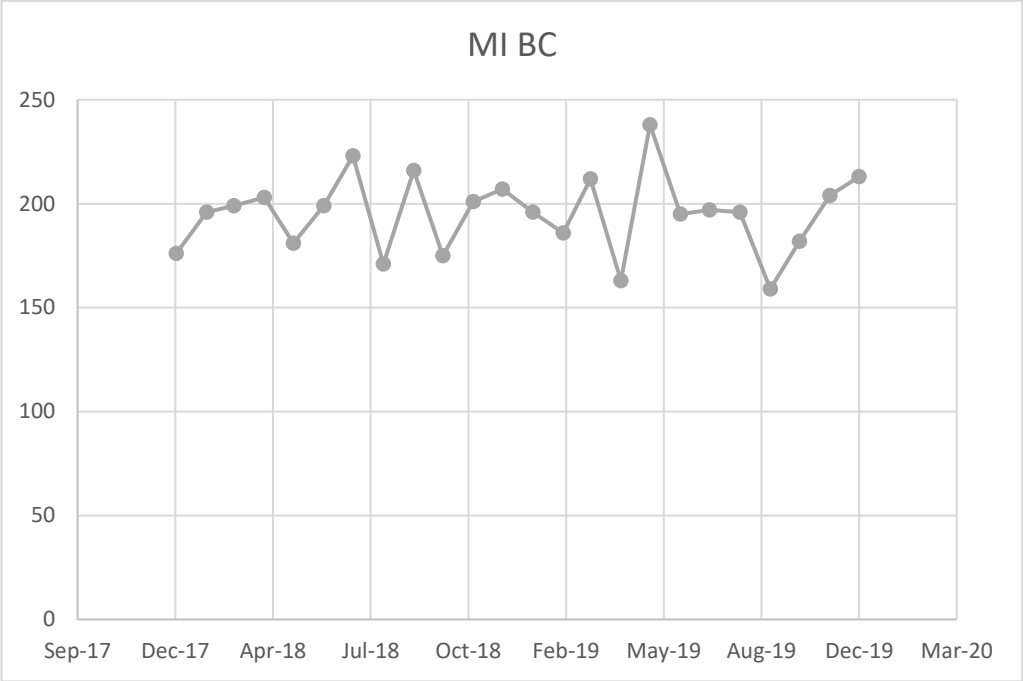
Grafik Data Penumpang 2018 – 2019 pada Brunei Airline kelas Bisnis



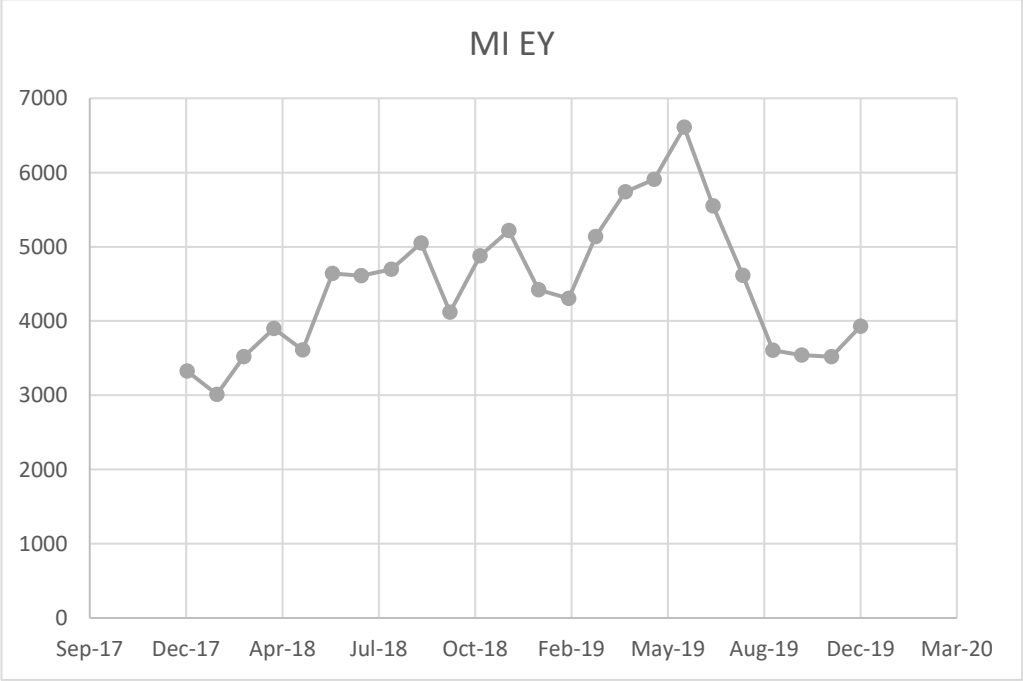
Grafik Data Penumpang 2018 – 2019 pada Brunei Airline kelas Ekonomi



Grafik Data Penumpang 2018 – 2019 pada Silk Air pada Kelas Bisnis



Grafik Data Penumpang 2018 – 2019 pada Silk Air pada Kelas Ekonomi



Lampiran 5. Rekap Data Perbandingan Service Level Sesudah

Rekap Data Service level Sesudah Optimasi pada Kelas Bisnis

Maskapai	Kelas Bisnis						
	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat	Sabtu	Minggu
Garuda	90,9%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
Citilink							
Brunei	80,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
Silk Air	85,7%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
Cathay	94,4%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
China	93,3%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
Average	88,9%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Rekap Data Service level Sesudah Optimasi pada Kelas Ekonomi

Maskapai	Kelas Ekonomi						
	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat	Sabtu	Minggu
Garuda	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
Citilink	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
Brunei	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
Silk Air	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
Cathay	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
China	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
Average	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

BIODATA PENULIS

Penulis dilahirkan di Kota Surabaya, 9 oktober 1995. Penulis telah menempuh pendidikan formal antara lain SDN Klampis Ngasem I Surabaya, SMPN 30 Surabaya, SMAS Trimurti Surabaya dan terahkir lulus sebagai mahasiswa di Departemen Teknik Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember pada tahun 2018. Setelah menyandang gelar Sarjana Teknik, penulis masih aktif dalam project dosen dan project pemerintah kota hingga ahkirnya pada bulan Mei 2019 penulis mulai bekerja di PT Aerofood Indonesia dan terahkir di PT Samator Gas Indonesia. Selama berkarir, penulis pernah berkecimpung di bidang pemerintah kota, organisasi, penelitian, pemasaran, perencanaan, industri FMCG dan Human Capital. Sambil berkarir, penulis saat ini juga berstatus sebagai mahasiswa pascasarjana dengan program studi Magister Manajemen Teknologi ITS dengan bidang konsentrasi Manajemen Rantai Pasok. Penulis memiliki cita cita sebagai dosen suatu saat nanti. Untuk segala masukan dan saran penulis dapat dihubungi melalui email adityaputrarahardjo@gmail.com.