



UNIVERSITAS INDONESIA

**EVALUASI FASILITAS PELAYANAN PENGISIAN PREMIUM
DI DEPOT PLUMPANG BERDASARKAN TEORI ANTRIAN**

SKRIPSI

FABIAN EKA KRISHNA

0606076324

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
DEPOK
JUNI 2010**



UNIVERSITAS INDONESIA

**EVALUASI FASILITAS PELAYANAN PENGISIAN PREMIUM
DI DEPOT PLUMPANG BERDASARKAN TEORI ANTRIAN**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana

FABIAN EKA KRISHNA

0606076324

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
KEKHUSUSAN TEKNIK KIMIA
DEPOK
JUNI 2010**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar

Nama : Fabian Eka Krishna
NPM : 0606076324

Tanda Tangan:

Tanggal :



HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :
Nama : Fabian Eka Krishna
NPM : 0606076324
Program Studi : Teknik Kimia
Judul Skripsi : EVALUASI FASILITAS PELAYANAN
PENGISIAN PREMIUM DI DEPOT
PLUMPANG BERDASARKAN TEORI
ANTRIAN

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Dr. Ir. Asep Handaya Saputra, M. Eng ()
Penguji : Ir. Dijan Supramono, MSc ()
Penguji : Ir. Praswasti PDK Wulan, MT ()

Ditetapkan di : Depok
Tanggal : 2 Juli 2010

KATA PENGANTAR

Puji syukur dalam keikhlasan dan kerendahan hati saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Departemen Teknik Kimia pada Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan skripsi ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

- (1) Dr. Ir. Widodo W. Purwanto, DEA selaku ketua Departemen Teknik Kimia FTUI
- (2) Dr. Ir. Asep Handaya Saputra, M. Eng, selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan skripsi ini;
- (3) Pihak Pertamina yang telah mengizinkan dan membantu saya dalam pelaksanaan penelitian di Depot Plumpang.
- (4) Orang tua dan keluarga saya yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral;
- (5) Seluruh dosen yang telah memenuhi 4 tahun saya dengan berbagai ilmu yang tak terhitung nilainya.
- (6) Seluruh karyawan dan laboran yang telah mendukung kegiatan akademik di Departemen Teknik Kimia.
- (7) Seluruh alumni dan adik kelas yang telah mengisi hari – hari saya di Teknik Kimia UI. Bahagia saya belajar dan bersama kalian.
- (8) Yosep Sulindra, teman diskusi penelitian saya, yang kerap kali memberikan saya inspirasi melalui opini – opini dan sanggahan – sanggahan bermutu mengenai isi penelitian ini;
- (9) Teman – teman satu bimbingan dengan Pak Asep, Nuriz dan Jukri yang telah membuat was – was karena *progress* skripsinya yang selalu mengejutkan sehingga menjadi pendorong bagi saya dalam menyelesaikan skripsi ini.

- (10) Seluruh teman riset grup EB yang akan berjuang bersama pada sidang tanggal 2 Juli 2010. Kehadiran kalian sungguh berarti.
- (11) Seluruh teman angkatan 2006 atas kebersamaannya selama 4 tahun. Suka duka yang telah kita alami bersama menjadi semacam senyum dalam hati saya. Tanpa terasa kita sebentar lagi akan mencapai ujung perjalanan ini, Terima kasih, tanpa kalian aku tak akan bisa melakukannya. Jangan lupa dengan 3 teman kita lagi. Mari kita bantu mereka sesudah ini.
- (12) Kamu yang tak akan kusebutkan namanya. Terima kasih karena sudah membuat hari – hari ini begitu berarti.
- (13) Seluruh teman, sahabat, dan handaitaulan yang tidak bisa saya sebutkan namanya, yang telah banyak membantu dan mendoakan saya dalam menyelesaikan seminar ini.

Akhir kata, saya berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan dan kecintaan ilmu.

Depok, 22 Juni 2010

Penulis

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Fabian Eka Krishna
NPM : 0606076324
Program Studi : Teknik Kimia
Departemen : Teknik Kimia
Fakultas : Teknik
Jenis karya : Skripsi

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*Non-exclusive Royalty - Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

EVALUASI FASILITAS PELAYANAN PENGISIAN PREMIUM DI DEPOT PLUMPANG BERDASARKAN TEORI ANTRIAN

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di
Pada tanggal
Yang menyatakan

ABSTRAK

Nama : Fabian Eka Krishna

Program Studi : Teknik Kimia

Judul : Evaluasi Fasilitas Pelayanan Pengisian Premium Di Depot
Plumpang Berdasarkan Teori Antrian

Depot Plumpang adalah salah satu fasilitas strategis yang melayani Jakarta dan kota sekitarnya dalam urusan pendistribusian Bahan Bakar Minyak, khususnya premium yang menjadi kebutuhan utama transportasi darat di Indonesia. Seiring dengan perkembangan zaman, Depot Plumpang dituntut untuk menjadi depot yang lebih efektif dan efisien. Kefektifan dan keefisienan Depot Plumpang bisa diukur dari keadaan antrian mobil tangkinya yang dipengaruhi jumlah dan kapasitas fasilitas pengisiannya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jumlah kebutuhan fasilitas pengisian premium dari tahun 2010 - 2025 berdasarkan keadaan antriannya. Dan dari penelitian ini diketahui bahwa 11 jalur pengisian cukup memenuhi kebutuhan distribusi premium Plumpang sampai tahun 2025.

Kata Kunci:

Depot Plumpang, premium, antrian, fasilitas pelayanan, mobil tangki

ABSTRACT

Name : Fabian Eka Krishna

Study Program: Undergraduate Bachelor of Chemical Engineering

Title : Evaluation of Premium Filling Facility in Plumpang Depo Based
on Queuing Theory

Plumpang Depot is one of strategic facilities that serve Jakarta and the surrounding cities in order to distribute fuel oil, especially the premium which became the main needs of land transportation in Indonesia. As time goes by, Plumpang depot is required to be a more effective and efficient. The Effectivity and Efficiency of Plumpang Depo can be measured from queue state of the tank car which are influenced by the number and capacity of the filling facility. This study aims to determine the amount of premium filling facilities needed from year 2010 - 2025 based on the queue state. And from this study it is found that 11 lines of premium filling facilities sufficient to meet the needs of Plumpang distribution until the year 2025.

Key Words:

Plumpang depo, premium, Queue, Service Facility, tank car.

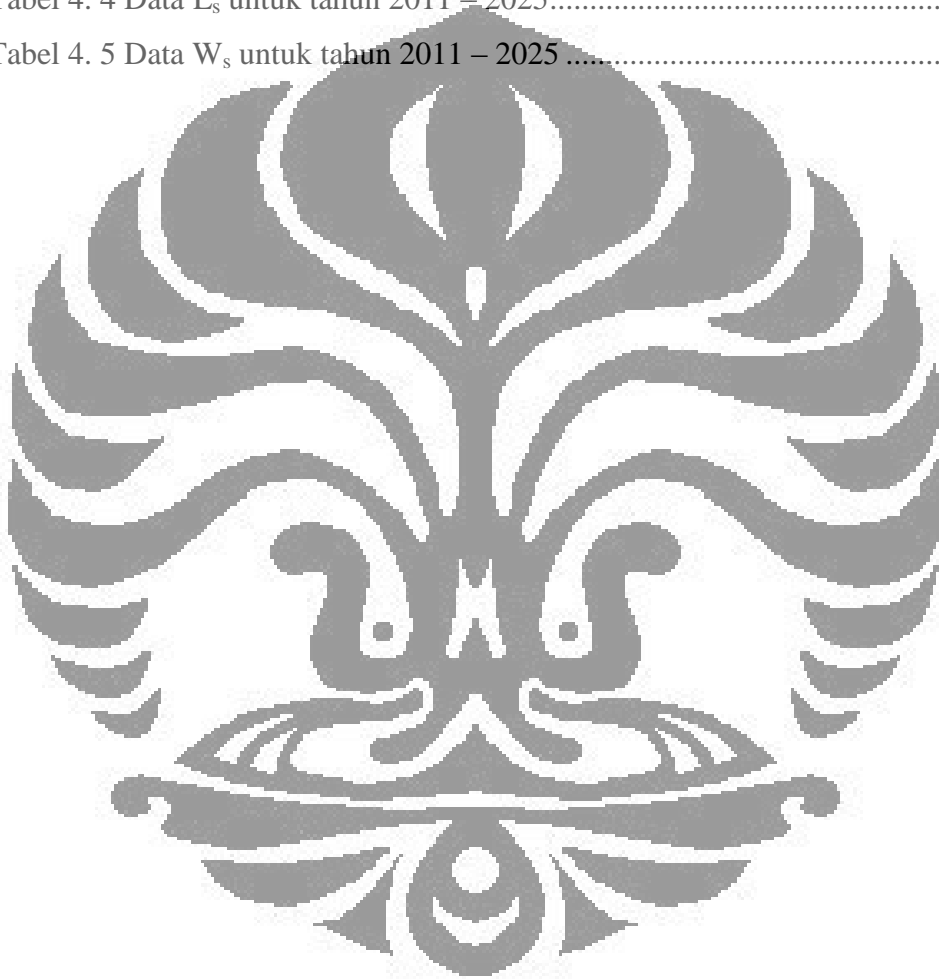
DAFTAR ISI

HALAMAN SAMBUNG.....	i
HALAMAN JUDUL.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH	vii
ABSTRAK.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR NOTASI.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Sistematika Penulisan	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Bensin/ Premium (Wikipedia, 2010) (BPH MIGAS, 2009).....	6
2.2 Sistem Distribusi Premium.....	7
2.3 Model Teori Antrian (Asep; Luke, 2005).....	8
2.3.1 Kedatangan Pelanggan.....	11
2.3.2 Distribusi Kedatangan (<i>Arrival Distribution</i>).....	11
2.3.3 Distribusi Waktu Layanan (<i>Service Time Distribution</i>).....	13
2.3.4 Keluar (<i>Exit</i>).....	13
2.3.5 Notasi Kendall.....	14
2.3.6 Model Antrian Jamak Pelayanan Jamak (M/M/c) : (GD /~ /~).....	14
2.3.7 Model Antrian Jamak Pelayanan Jamak Dengan Batasan Sistem (M/M/c) : (GD /N /~).....	15
2.4 Manajemen Rantai Suplai (<i>Supply Chain Management</i>) (Beal, 2007; Chima, 2007; Kwon, 2004).....	18
2.5 Proyeksi Kebutuhan Energi (Leonardo, 2008).....	19
2.6 Gambaran Umum Depot Plumpang.....	20
2.6.1 Fasilitas Operasional Utama	21
2.6.2 Kualitas Mutu.....	21
2.6.3 Proses Bisnis Distribusi BBM ke SPBU.....	21
2.6.4 Keselamatan, Kesehatan Kerja dan Lindungan Lingkungan/ K3LL ...	22
2.6.5 Corporate Social Responsibility.....	23
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	24
3.1 Studi Literatur	26
3.1.1 Teori Antrian.....	27
3.1.2 Metode Proyeksi	27
3.1.3 Studi Mengenai Depot Plumpang	27
3.2 Pengumpulan Data	27

3.2.1 Data Fasilitas Pengisian Depot Plumpang	27
3.2.2 Data Jenis mobil tangki	28
3.2.3 Data Jumlah kedatangan mobil tangki per hari	28
3.2.4 Data <i>throughput</i> premium Depot Plumpang	28
3.2.5 Data PDRB Jakarta	29
3.3 Pembuatan Formula Matematis Model Antrian	29
3.3.1 Model Antrian Jamak Pelayanan Jamak (M /M /c) : (GD /~ /~)	29
3.3.2 Model Antrian Jamak Pelayanan Jamak Dengan Batasan Sistem N ..	30
(M /M /c) : (GD /N /~)	30
3.4 Pengolahan Data	31
3.4.1 Data jumlah mobil tangki yang bisa dilayani sebuah jalur pengisian ..	32
3.4.2 Data jumlah rata – rata mobil tangki premium yang masuk ke Plumpang per hari untuk tahun 2010	32
3.4.3 Data jumlah rata – rata mobil tangki premium yang masuk ke Plumpang per hari untuk tahun 2011 – 2025	33
3.4.4 Simulasi Model Antrian	35
3.5 Analisis Pengolahan Data	36
3.5.1 Analisis Persentase Kenaikan Kebutuhan Mobil Tangki di Depot Plumpang	36
3.5.4 Analisis rata – rata mobil tangki dalam sistem dan jumlah rata – rata mobil tangki dalam antrian	37
3.5.5 Analisis waktu total rata – rata mobil tangki dalam sistem dan waktu rata – rata mobil tangki dalam antrian	37
3.5.6 Analisis Pembangunan Filling Point	38
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	39
4.1 Sistem Pengisian Premium Ke Mobil Tangki Di Depot Plumpang	39
4.2 Deskripsi Data	39
4.3 Proyeksi <i>Throughput</i> Premium Depot Plumpang Dengan Metode Laju pertumbuhan konsumsi	40
4.4 Simulasi Model Teori Antrian	43
4.4.1 Pembahasan Model	43
4.4.2 Input Model Simulasi	44
4.4.3 Hasil dan Analisis Simulasi Permodelan	47
4.5 Analisis Kesalahan	53
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	55
5.1 Kesimpulan	55
5.2 Saran	55
DAFTAR REFERENSI	56
LAMPIRAN	57

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Ciri Sistem Antrian	14
Tabel 4. 1 Perhitungan Elastisitas <i>Throughput</i> Premium Depot Plumpang tahun 2008 - 2009.....	41
Tabel 4. 2 Hasil Simulasi Teori Antrian Tahun 2010 untuk 8 dan 11 Jalur	48
Tabel 4. 3 Data λ_{eff} dan ρ pada tahun 2011 - 2025.....	51
Tabel 4. 4 Data L_s untuk tahun 2011 – 2025.....	52
Tabel 4. 5 Data W_s untuk tahun 2011 – 2025	52



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Skema Rantai Suplai BBM Secara Umum di Depot Plumpang.....	7
Gambar 2. 2 Komponen Sistem Antrian.....	9
Gambar 2. 3 Distribusi Eksponensial.....	12
Gambar 2. 4 Distribusi Poisson untuk $\lambda T=3$	13
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian secara umum.....	24
Gambar 3.2 Algoritma Penelitian.....	25
Gambar 4. 1 Mobil Tangki Ukuran 32 kL dengan 4 kompartemen.....	40
Gambar 4. 2 Grafik Proyeksi Kebutuhan Mobil Tangki Tahun 2010 - 2025	42



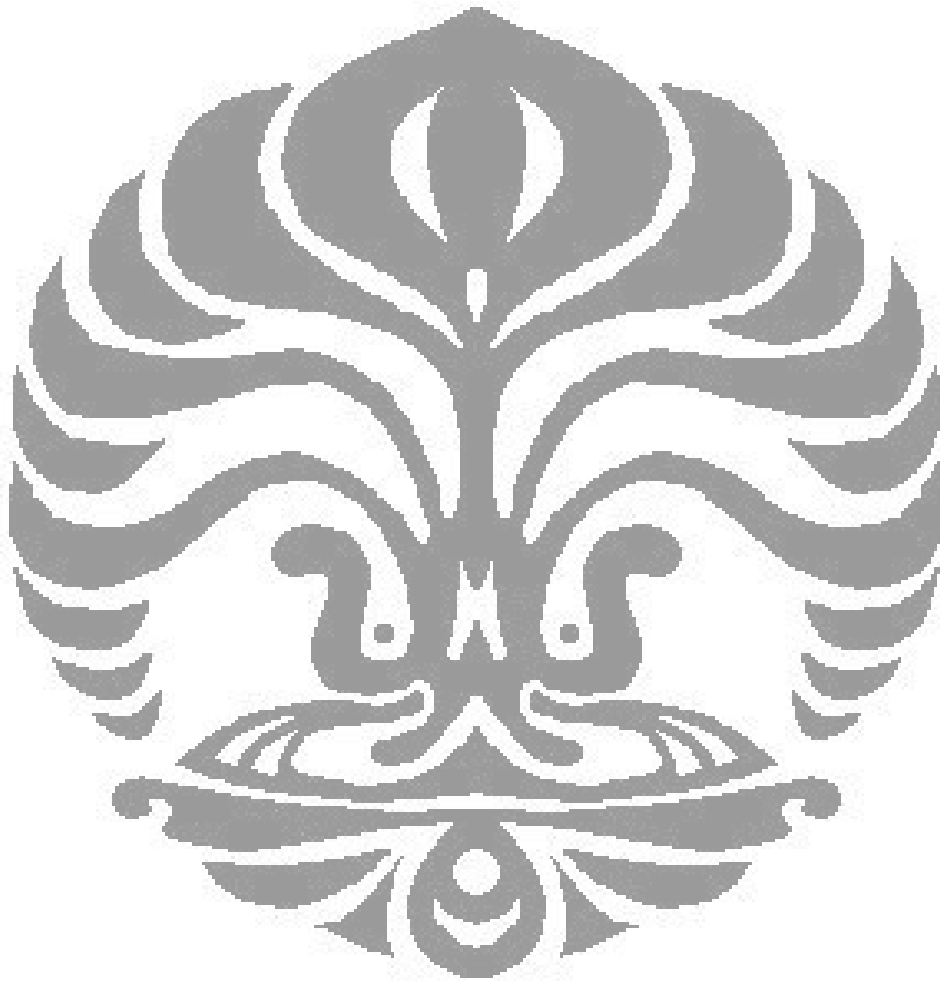
DAFTAR NOTASI

Terminologi dan notasi yang digunakan adalah sebagai berikut:

Keadaan sistem	: jumlah mobil tangki pada sistem antrian
Panjang antrian	: jumlah mobil tangki yang menunggu pelayanan
c	: jumlah pelayan pada sistem antrian
λ	: rata-rata jumlah kedatangan per satuan waktu
μ	: tingkat pelayanan rata-rata (ekspektasi jumlah unit yang dapat selesai dilayani per satuan waktu)
t	: waktu pelayanan
L	: jumlah rata-rata mobil tangki dalam sistem
L_q	: panjang rata-rata dari antrian
W	: waktu rata-rata yang dihabiskan mobil tangki dalam sistem
W_q	: waktu rata-rata yang dihabiskan mobil tangki dalam antrian
P	: faktor penggunaan (utilisasi) untuk fasilitas pelayanan, yaitu ekspektasi perbandingan dari waktu sibuk para pelayan
P_o	: persentase waktu <i>idle</i>
P_n	: kemungkinan bahwa tepat ada n pelanggan dalam sistem antrian

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Data hasil proyeksi perhitungan proyeksi Mobil tangki premium tahun 2010 - 2025	57
Lampiran 2: Hasil Simulasi Model Antrian untuk 8 jalur pengisian tahun 2010	57
Lampiran 3: Hasil Simulasi Model Antrian untuk 11 jalur pengisian tahu	58



BAB 1 PENDAHULUAN

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah dan sistematika penulisan penelitian “Evaluasi Fasilitas Pelayanan Pengisian Premium Di Depot Plumpang Berdasarkan Teori Antrian”.

1.1 Latar Belakang Masalah

Total Konsumsi BBM (Bahan Bakar Minyak) dan BBK (Bahan Bakar Khusus) bagi masyarakat konsumen khususnya di wilayah Jakarta, Bogor, Depok, Tangerang, dan Bekasi serta wilayah Jawa Barat khusus untuk BBK hampir mencapai 20% (Pertamina Depot Plumpang, 2010) dari total konsumsi nasional. Sampai saat ini, kebutuhan yang besar itu dapat terpenuhi dengan hadirnya fasilitas depot Pertamina Plumpang yang bertindak sebagai penanggung jawab kegiatan P3 (Penerimaan – Penimbunan – Penyaluran) BBM dan BBK untuk konsumsi di Jabodetabek dan Jawa Barat.

Depot Plumpang sendiri memiliki jargon “World Class Fuel Depot”, jargon ini tentunya tidak datang dengan sendirinya, melainkan berasal dari upaya keras Pertamina untuk melakukan transformasi internal. Dulu Pertamina merupakan perusahaan yang dicap negatif oleh berbagai pihak, namun kini dengan dasar itikad yang baik Pertamina telah mengambil langkah – langkah untuk mentransformasi keadaan internalnya sehingga kini amat layak dianggap sebagai perusahaan yang menuju kelas dunia. Hal ini antara lain tercermin dari diterapkannya standar internasional berupa ISO 9001 untuk bidang manajemen mutu, ISO 14001 untuk bidang manajemen lingkungan, dan OHSAS 18001 untuk sistem manajemen kesehatan dan keselamatan (Pertamina Depot Plumpang, 2010).

Salah satu Bahan Bakar Minyak vital yang disalurkan dari Depot Plumpang adalah premium yang menjadi primadona bahan bakar untuk kebanyakan alat transportasi di Jabodetabek dan Jawa Barat. Kebutuhan akan premium pun dari tahun ke tahun meningkat seiring dengan pertumbuhan ekonomi nasional sehingga ketersediaan dan distribusi bahan bakar ini perlu

diatur dan dipersiapkan sedemikian rupa sehingga tidak terjadi kelangkaan di masyarakat yang nantinya bisa berujung pada tersendatnya roda perekonomian dan menimbulkan berbagai dampak politis.

Depot Pertamina Plumpang pastinya memerlukan suatu sistem pengaturan yang jelas, terintegrasi, serta efektif untuk mengimbangi tanggung jawabnya yang begitu besar. Studi mengenai sistem tersebut menjadi vital dalam menilai kemampuan Depot Plumpang dalam mendistribusikan BBM dan BBK, khususnya premium. Sebuah parameter kuantitatif yang jelas dibutuhkan untuk menilai dan mengevaluasi keefektifan sistem tersebut.

Salah satu permasalahan yang dulu sering dihadapi oleh Depot Plumpang ketika masih memiliki cap negatif adalah panjangnya antrian mobil yang mengantri BBM di Depot tersebut. Jumlah mobil yang mengantri bahkan mencapai angka ribuan dan ini tergolong tidak efektif dan efisien karena boros sumber daya, biaya, dan waktu karena waktu antriannya yang begitu lama. Keefektifan sebuah antrian bisa diukur dengan teori antrian, oleh karena itu parameter – parameter dan kajian melalui teori antrian bisa menjadi alat ukur yang tepat dalam mengukur keefektifan sistem yang dijalankan Depot Plumpang sekarang ini.

Mengingat vitalnya peran Depot Plumpang dan transformasi yang telah dijalankan Pertamina di Depot Plumpang, maka dalam studi ini dilakukan penelitian tentang sistem antrian yang dipakai Plumpang untuk menyalurkan premium ke mobil – mobil tangki dan perhitungan parameter – parameter dari teori antrian untuk mengukur keefektifan antrian yang terjadi di Depot Plumpang setelah transformasi yang dilakukan dalam tubuh Pertamina. Hasil dari penelitian ini nantinya akan menjadi bahan evaluasi berjalannya sistem di Depot Plumpang dan bukti nyata transformasi di Depot Plumpang, sekaligus menjadi masukan untuk pengembangan sistem di Depot Plumpang.

1.2 Rumusan Masalah

Salah satu masalah yang dihadapi dalam pendistribusian premium adalah terjadinya antrian mobil-mobil tangki di terminal yang akan mempengaruhi proses distribusi ke SPBU - SPBU. Dengan melakukan simulasi antrian mobil tangki di

Depot berdasarkan sistem yang diterapkan di Depot Plumpang, dapat dilihat kesesuaian antara kapasitas dan performans sarana layanan distribusi premium yang sudah ada dengan kebutuhan SPBU - SPBU yang ada di Jakarta akan premium. Yang dimaksud dengan fasilitas pelayanan distribusi di sini adalah jumlah *filling point* di terminal BBM yang mendistribusikan premium dan jumlah mobil tangki untuk masing-masing jenis mobil. Simulasi ini dibuat menggunakan teori antrian.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah:

- Menghitung jumlah sarana distribusi, dalam hal ini mobil tangki dan jalur pengisian premium.
- Mengevaluasi ketahanan kondisi fasilitas distribusi (fasilitas pelayanan) yang ada saat ini terkait dengan peningkatan jumlah kendaraan mobil tangki dari tahun 2010 - 2025.

1.4 Batasan Masalah

Batasan-batasan yang dipakai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Data-data yang berkenaan dengan produksi premium di wilayah DKI Jakarta diambil dari berbagai literatur dan dari observasi langsung di Depo BBM Plumpang.
2. Asumsi – asumsi yang dipakai dalam penelitian ini antara lain:
 - Jenis mobil tangki premium yang masuk ke Depot Plumpang hanya jenis mobil tangki 16 kL.
 - Jenis jalur pengisian premium di Depot Plumpang dianggap hanya memiliki 2 *filling point* saja.
 - Pertumbuhan *throughput* premium Depot Plumpang dianggap konstan dari tahun ke tahun berdasarkan perhitungan metode laju pertumbuhan konsumsi.
 - Data PDRB yang digunakan dalam perhitungan laju pertumbuhan konsumsi adalah data PDRB Jakarta karena sebagian besar BBM dari Plumpang didistribusikan ke Jakarta.
 - Studi ini hanya mencakup pengiriman premium ke SPBU.

3. Model yang digunakan adalah model matematika yang dikembangkan dari teori antrian dan disimulasikan menggunakan piranti lunak.
4. Simulasi sistem distribusi Premium di Jabodetabek hanya dilakukan untuk distribusi dari terminal Depot Plumpang ke SPBU - SPBU menggunakan mobil tangki.
5. Model proyeksi yang digunakan adalah metode laju pertumbuhan konsumsi.

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan pada skripsi ini dibagi menjadi lima bab, yaitu:

BAB 1 : Pendahuluan

Berisi latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

BAB 2 : Tinjauan Pustaka

Berisi dasar teori yang berhubungan dengan penelitian ini yang meliputi: gambaran umum premium, sistem distribusi premium, model teori antrian, manajemen rantai suplai, formulasi model permintaan energi, dan gambaran umum Depot Plumpang

BAB 3 : Metodologi Penelitian

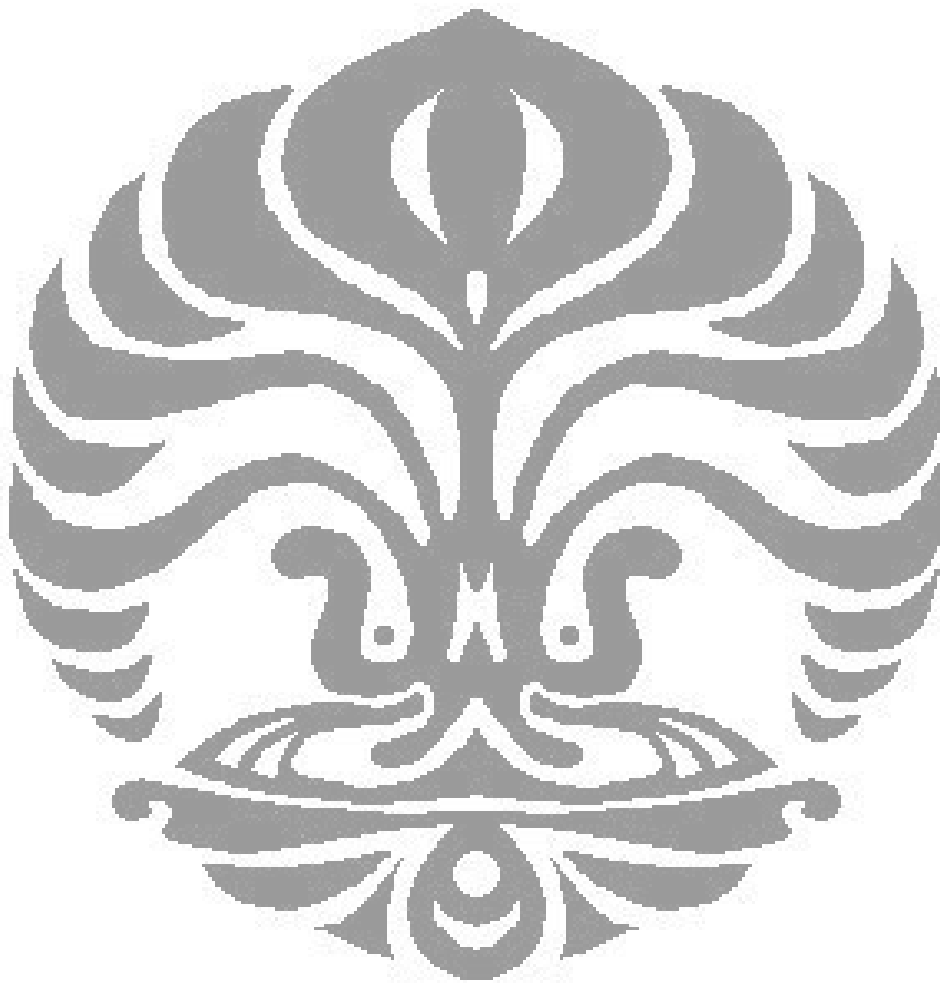
Berisi prosedur penelitian yang akan dilakukan untuk menentukan sarana pelayanan (*filling point*) pada depot SPBU untuk melayani pemasokan dari terminal ke SPBU yang meliputi langkah-langkah: studi literatur, pengumpulan data, pembuatan model antrian, pengolahan data, kemudian analisis hasil.

BAB 4 : Pengolahan Data dan Analisa Hasil

Berisi tentang penyajian dan pengolahan data yang diperoleh dari hasil penelitian yang kemudian akan dibahas untuk mendapatkan solusi terbaik.

BAB 5 : Kesimpulan dan Saran

Berisi tentang kesimpulan dan saran yang dikemukakan dari hasil analisis dan pemecahan masalah.



BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Bensin/ Premium (Wikipedia, 2010) (BPH MIGAS, 2009)

Bensin merupakan likuid campuran turunan minyak bumi yang khususnya digunakan sebagai bahan bakar pada mesin – mesin pembakaran internal. Bensin juga digunakan sebagai pelarut, terutama karena kemampuannya untuk melarutkan cat.

Bensin terdiri atas hidrokarbon alifatik yang didapatkan dari distilasi fraksional minyak yang ditingkatkan dengan iso-oktan atau hidrokarbon aromatik seperti toluene dan benzene untuk meningkatkan angka oktannya.

Bensin pada umumnya terdiri atas hidrokarbon dengan 4 – 12 atom karbon tiap molekulnya. Densitas spesifik dari premium berkisar antara 0.71 – 0.77, densitas yang lebih tinggi berarti memiliki volume aromatik yang lebih tinggi (0.026 lb/in^3 ; 719.7 kg/m^3 ; 6.073 lb/US gal ; 7.29 lb/imp gal)

Bensin bersifat lebih mudah menguap dibandingkan solar, bahan bakar jet, ataupun minyak tanah, bukan hanya karena bahan dasarnya, namun juga karena aditif yang ditambahkan. Kontrol akhir untuk penguapan biasanya didapatkan dengan pencampuran dengan butan.

Di Indonesia terdapat beberapa jenis bahan bakar jenis bensin yang memiliki nilai mutu pembakaran berbeda. Nilai mutu jenis BBM bensin ini dihitung berdasarkan nilai RON (Randon Octane Number). Berdasarkan RON tersebut maka BBM bensin dibedakan menjadi 3 jenis yaitu:

- **Premium (RON 88)** : Premium adalah bahan bakar minyak jenis distilat berwarna kekuningan yang jernih. Warna kuning tersebut akibat adanya zat pewarna tambahan (dye). Penggunaan premium pada umumnya adalah untuk bahan bakar kendaraan bermotor bermesin bensin, seperti : mobil, sepeda motor, motor tempel dan lain-lain. Bahan bakar ini sering juga disebut motor gasoline atau petrol. Rumus umum premium adalah C_8H_{18}

- **Pertamax (RON 92)** : ditujukan untuk kendaraan yang mempersyaratkan penggunaan bahan bakar beroktan tinggi dan tanpa timbal (unleaded). Pertamax juga direkomendasikan untuk kendaraan yang diproduksi diatas tahun 1990

terutama yang telah menggunakan teknologi setara dengan electronic fuel injection dan catalytic converters.

- **Pertamax Plus (RON 95)** : Jenis BBM ini telah memenuhi standar performance *International World Wide Fuel Charter* (WWFC). Ditujukan untuk kendaraan yang berteknologi mutakhir yang mempersyaratkan penggunaan bahan bakar beroktan tinggi dan ramah lingkungan. Pertamax Plus sangat direkomendasikan untuk kendaraan yang memiliki kompresi ratio > 10,5 dan juga yang menggunakan teknologi *Electronic Fuel Injection* (EFI), *Variable Valve Timing Intelligent* (VVTI), (VTI), *Turbochargers* dan *catalytic converters*.

Jenis premium yang menjadi objek penelitian ini adalah premium yang paling banyak digunakan di Indonesia, yaitu premium dengan angka oktan 88.

2.2 Sistem Distribusi Premium

Gambar 2.1 menunjukkan skema suplai dan distribusi umum Premium di depot Plumpang



Gambar 2. 1 Skema Rantai Suplai BBM Secara Umum di Depot Plumpang

(sumber: Pertamina Depot Plumpang, 2010)

Minyak yang berasal dari berbagai kilang di Indonesia dibawa ke Depot Plumpang menggunakan tanker, ada juga minyak yang langsung dikirim menggunakan jalur pipa dari Balongan. Jenis BBM yang diterima dari tanker

adalah Pertamina, Pertamina Plus, Premium, dan Solar. Sedangkan jenis BBM yang diterima dari jalur perpipaan adalah premium, solar, Pertamina, dan Pertamina Plus. Semua BBM tersebut ditampung di depot Plumpang untuk kemudian dikirim menggunakan mobil tangki menuju SPBU ataupun pihak – pihak lain yang memesan, seperti untuk TNI, POLRI, ataupun industri.

2.3 Model Teori Antrian (Asep; Luke, 2005)

Teori antrian adalah teori yang menyangkut studi matematis dari antrian-antrian atau baris-baris penunnguan. Teori antrian berkenaan dengan seluruh aspek dari situasi dimana pelanggan harus antri untuk mendapatkan suatu layanan. Situasi antrian yang umum diantaranya: para pembeli yang berdiri di depan counter di supermarket, pasien yang menunggu di klinik rawat jalan, pesawat yang menunggu lepas landas di bandara udara, mesin-mesin rusak yang menunggu untuk diperbaiki oleh petugas perbaikan mesin, orang yang mengantri beli LPG di agen LPG, pengiriman LPG oleh mobil agen LPG dari terminal ke SPBE, dan nasabah yang akan melakukan transaksi di bank.

Antrian terbentuk bilamana banyaknya pelanggan yang akan dilayani melebihi kapasitas layanan yang tersedia. Dalam banyak hal, penambahan jumlah layanan dapat dipenuhi untuk mengurangi antrian atau menghindari antrian yang terus membesar; namun demikian, biaya penambahan layanan dapat menyebabkan keuntungan berada di bawah taraf yang dapat diterima. Di pihak lain, antrian yang terlalu panjang dapat mengakibatkan kehilangan penjualan ataupun pelanggan. Permasalahan muncul karena: terlalu banyak permintaan (pelanggan terlalu lama menunggu) dan terlalu sedikit permintaan (terlalu banyak waktu luang atau menganggur).

Masalah yang dihadapi pihak manajemen adalah bagaimana menyeimbangkan biaya yang berkenaan dengan waktu tunggu terhadap biaya yang berkaitan dengan pencegahan atau penghindaran waktu tunggu guna memaksimalkan keuntungan. Analisis sistem antrian dapat menjawab permasalahan ini dengan kondisi yang agak umum.

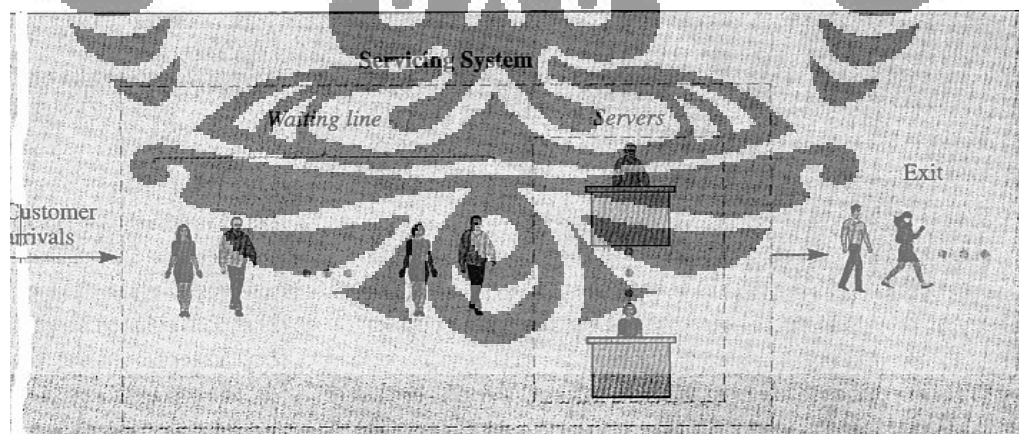
Fenomena menunggu adalah hasil langsung dari keacakan dalam operasi sarana pelayanan secara umum, kedatangan pelanggan dan waktu pelayanan tidak

diketahui sebelumnya karena jika bisa diketahui, pengoperasian sarana tersebut dapat dijadwalkan sedemikian rupa sehingga akan sepenuhnya menghilangkan keharusan untuk menunggu. Tujuan mempelajari pengoperasian sebuah sarana pelayanan dalam kondisi acak adalah untuk memperoleh beberapa karakteristik yang mengukur kinerja sistem yang sedang dipelajari.

Sistem antrian mencakup pelanggan yang datang dengan laju konstan atau bervariasi untuk mendapatkan layanan pada suatu fasilitas layanan. Jika pelanggan yang datang dapat memasuki fasilitas layanan, mereka dapat langsung dilayani. Jika pelanggan harus menunggu dilayani, mereka berpartisipasi atau membentuk antrian, dan akan berada dalam antrian hingga mereka dapat giliran untuk dilayani. Mereka akan dilayani dengan laju layanan yang konstan atau bervariasi dan akhirnya meninggalkan sistem. Sistem antrian mencakup baik antrian dan fasilitas layanannya.

Sistem antrian terdiri dari 3 komponen utama:

- (a) Sumber populasi dan cara pelanggan tiba di sistem
- (b) Sistem pelayanan
- (c) Kondisi pelanggan keluar sistem (kembali ke sumber populasi atau tidak), komponen tersebut dapat dilihat pada **Gambar 2.2**



Gambar 2. 2 Komponen Sistem Antrian

(sumber: Luke, 2005)

Faktor-faktor yang berhubungan dengan antrian meliputi:

- Panjang antrian (*length*)

Panjang antrian terdiri dari panjang antrian tak terhingga dan kapasitas terbatas. Panjang antrian yang tak terhingga (*infinite length*) merupakan

suatu jalur antrian yang sangat panjang (maksimum) berdasarkan pada kapasitas sistem pelayanan. Terminal, SPBE, dermaga dan tempat parkir mempunyai kapasitas antrian terbatas disebabkan oleh peraturan hukum atau karakteristik fisik tempat.

- Jumlah antrian (*number of lines*)

Terdiri dari jalur tunggal yang hanya satu jalur dan banyak jalur yang merupakan jalur-jalur tunggal yang membentuk antrian di dua atau lebih penyedia layanan.

- Disiplin antrian (*queue discipline*)

Disiplin antrian merupakan aturan prioritas atau kumpulan peraturan dalam penentuan pemberian layanan kepada pelanggan yang mengantri. Aturan yang dipilih akan mempengaruhi kinerja sistem secara menyeluruh.

Terdapat beberapa tipe sistem antrian, akan tetapi semua itu dapat diklasifikasikan kedalam ciri-ciri berikut:

a. Proses input atau kedatangan.

Proses ini mencakup banyaknya kedatangan pelanggan per satuan waktu, jumlah antrian yang dapat dibuat, maksimum panjang antrian, dan maksimum jumlah pelanggan potensial (yang menghendaki layanan).

b. Proses layanan

Proses ini mencakup sebaran waktu untuk melayani seorang pelanggan, banyaknya layanan yang tersedia, dan pengaturan layanan (paralel atau seri).

c. Disiplin antrian

Ini merupakan bentuk dimana pelanggan membentuk antrian: yang datang duluan dilayani duluan atau FIFO (*First In First Out*), yang datang terakhir dilayani duluan atau LIFO (*Last In First Out*), pemilihan secara acak, pemilihan berdasarkan prioritas, dan lain sebagainya. Aturan layanan yang paling umum adalah *first come, first served* (FCFS). Aturan ini diterima secara umum sebagai aturan yang paling adil, walaupun dalam prakteknya tidak adil bagi kedatangan yang membutuhkan waktu layanan singkat.

2.3.1 Kedatangan Pelanggan

Kedatangan di sistem layanan digambarkan dari populasi yang terhingga atau tidak terhingga (*finite or an infinite population*). Di sini kita hanya membahas populasi terhingga karena berhubungan dengan penelitian yang akan dilakukan. Perbedaan antara keduanya penting karena analisis berdasarkan pada alasan-alasan yang berbeda dan membutuhkan persamaan-persamaan yang berbeda untuk pemecahan masalah.

A. Populasi Terhingga

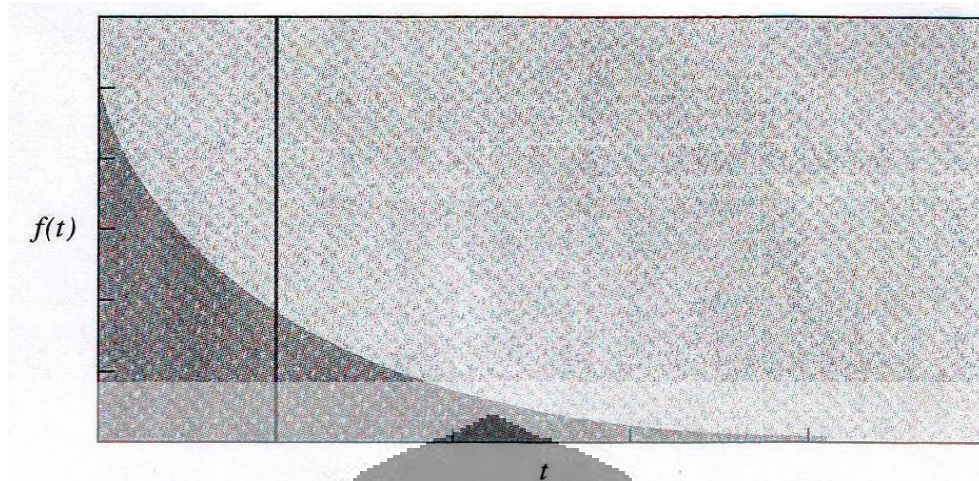
Suatu populasi yang terhingga merupakan jumlah pelanggan yang terbatas yang akan menggunakan layanan dan pada waktu tertentu, membentuk antrian. Alasan klasifikasi terhingga terjadi ketika seorang pelanggan meninggalkan posisinya sebagai anggota populasi (Contoh, satu mobil kosong dan membutuhkan layanan) jumlah pelanggan berkurang satu yang mengurangi probabilitas terjadinya layanan berikutnya. Sebaliknya, ketika pelanggan dilayani dan kembali ke kumpulan pelanggan, populasi meningkat dan probabilitas pelanggan membutuhkan layanan juga meningkat.

Sebagai contoh, terdapat 6 mobil LPG yang dilayani oleh satu *filling point*. Ketika satu mobil kosong, maka sumber populasi berkurang menjadi lima, dan kesempatan satu diantara lima mobil yang kosong dan membutuhkan layanan lebih kecil daripada 6 mobil beroperasi. Sebaliknya, ketika satu mobil dilayani dan kembali beroperasi, populasi mobil meningkat, kemudian menaikkan probabilitas dibutuhkan layanan berikutnya.

2.3.2 Distribusi Kedatangan (*Arrival Distribution*)

Formula antrian umumnya membutuhkan laju kedatangan atau jumlah pelanggan per periode waktu. Di dalam mempelajari kedatangan di fasilitas layanan, kita melihat dari dua sudut pandang:

Pertama, kita menganalisis waktu antara kedatangan jika waktu tersebut mengikuti distribusi statistik. Biasanya kita mengasumsikan bahwa waktu antara kedatangan terdistribusi secara eksponensial. Plot waktu antara kedatangan menghasilkan distribusi eksponensial yang ditunjukkan pada gambar 2.3.



Gambar 2.3 Distribusi Eksponensial

(sumber: Luke, 2005)

Fungsi probabilitas distribusi eksponensial:

$$f(t) = \lambda e^{-\lambda t} \quad (2.1)$$

dengan λ = jumlah rata-rata kedatangan per periode waktu

Luas area di bawah kurva pada gambar 2.3 merupakan penjumlahan persamaan pada daerah positif. Integral ini memungkinkan kita menghitung probabilitas kedatangan dalam waktu spesifik.

Kedua, kita dapat mengatur panjang waktu (T) dan menentukan berapa banyak kedatangan memasuki sistem dalam waktu T. Kita mengasumsikan bahwa jumlah kedatangan per satuan waktu terdistribusi Poisson. Distribusi tersebut dapat dilihat pada gambar 2.4.

Jika proses kedatangan secara acak, distribusi menjadi Poisson dengan formula:

$$P_T(n) = (\lambda T)^n e^{-\lambda T} / n! \quad (2.2)$$

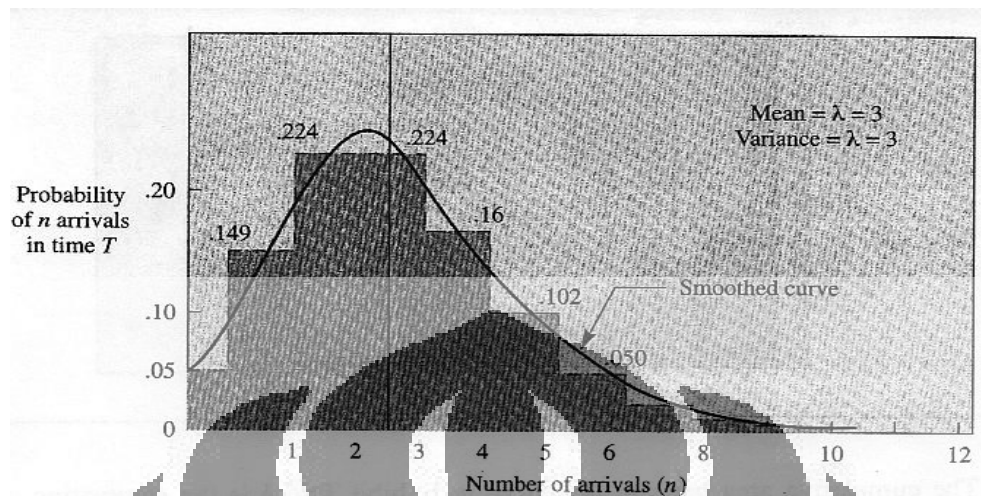
Persamaan 2.2 menunjukkan probabilitas n kedatangan dalam waktu T.

Sebagai contoh, jika laju rata-rata kedatangan pelanggan pada sistem adalah 3 per menit ($\lambda = 3$) dan kita ingin menentukan probabilitas kedatangan lima pelanggan dalam periode satu menit ($n = 5$, $T = 1$), kita memperoleh

$$P_1(5) = (3 \times 1)^5 e^{-3 \times 1} / 5! = 3^5 e^{-3} / 120 = 0,101$$

Jadi probabilitas kedatangan lima pelanggan dalam periode satu menit adalah 10,1%.

Nilai mean dan varians Poisson sama yaitu λ . Sementara mean eksponensial, $1/\lambda$ dan varians, $1/\lambda^2$.



Gambar 2. 4 Distribusi Poisson untuk $\lambda T=3$

(sumber: Luke, 2005)

2.3.3 Distribusi Waktu Layanan (*Service Time Distribution*)

Hal lain yang penting mengenai mobilitas antrian adalah waktu pelanggan berada di fasilitas layanan sejak dimulainya layanan. Umumnya formula antrian mendeskripsikan sebagai laju pelayanan (*service rate*) yaitu kapasitas sarana layanan per periode waktu (contoh 12 pelayanan per jam) dan bukan waktu layanan.

Ketika waktu layanan acak, dapat diperkirakan dengan distribusi eksponensial. Ketika penggunaan distribusi eksponensial sebagai perkiraan waktu layanan, kita akan gunakan μ sebagai jumlah rata-rata pelanggan yang dapat dilayani per periode waktu.

2.3.4 Keluar (*Exit*)

Ketika pelanggan dilayani, terdapat dua keluaran yang mungkin:

- Pelanggan mungkin kembali ke sumber populasi dan segera menjadi pesaing untuk mendapatkan pelayanan lagi atau
- Rendahnya probabilitas mendapatkan pelayanan lagi

Pada kasus pertama diilustrasikan dengan suatu mesin yang secara rutin diperbaiki dan kembali beroperasi tetapi mungkin rusak lagi; kasus kedua diilustrasikan oleh

suatu mesin yang telah perbaikan atau dimodifikasi dan mempunyai probabilitas diperbaiki lagi pada waktu yang akan datang rendah.

2.3.5 Notasi Kendall

Notasinya adalah $(a/b/c) : (d/e/f)$, dimana :

a = menunjukkan pola kedatangan

b = menunjukkan pola pelayanan

c = menyatakan jumlah fasilitas pelayanan yang ada

d = menandakan disiplin antrian

e = menyatakan kapasitas sistem

f = menyatakan sumber kedatangan dapat berupa tak terbatas maupun terbatas

Berikut diberikan tabel ciri sistem antrian.

Tabel 2. 1 Ciri Sistem Antrian

Ciri Antrian	Simbol	Arti
Waktu antar kedatangan Atau Waktu pelayanan	M	Markovian (Poisson) atau terdistribusi secara eksponensial
	D	Deterministik
	E_k	Distribusi Erlang atau gamma
	G	Distribusi yang lain
Disiplin antrian	FCFS	Pertama masuk, pertama keluar
	LCFS	Terakhir masuk, pertama keluar
	SIRO	Pelayanan dalam urutan acak
	PRI	Urutan prioritas
	GD	Disiplin umum (urutan khusus yang lain)

2.3.6 Model Antrian Jamak Pelayanan Jamak $(M/M/c) : (GD / \sim / \sim)$

Terdapat banyak situasi dimana terdapat lebih dari satu pelayanan tetapi hanya terdapat satu antrian. Sebagai contoh, antrian tunggal pada antrian depot untuk pelayanan oleh berbagai *filling point*. Ini adalah sistem antrian tunggal dengan pelayanan jamak digambarkan pada Gambar 3.2 yang lalu.

Model antrian ini dapat dipergunakan untuk seluruh masalah antrian yang memiliki karakter sebagai berikut:

- a. Terdapat antrian tunggal yang tak terbatas
- b. Jumlah kedatangan didistribusikan secara Poisson

- c. *Calling population* tak terbatas
- d. Disiplin antrian adalah pertama datang pertama yang dilayani
- e. Terdapat beberapa pelayanan, dan pelanggan yang terdepan pada antrian akan dilayani segera setelah terdapat pelayan/*filling point* yang kosong
- f. Semua *filling point*/pelayanan mempunyai tingkat pelayanan yang sama

Kita sekarang harus menggambarkan beberapa persamaan matematik untuk menganalisa model antrian tunggal dengan pelayanan jamak. Bila keenam karakter tersebut terpenuhi, maka dapat digunakan formula sebagai berikut:

- 2.. Probabilitas pada sistem dalam keadaan menganggur, yaitu tidak ada pelanggan berada pada sistem, P_0 diberikan oleh $\rho = \frac{\lambda}{\mu}$, seperti:

$$P_0 = \frac{1}{\sum_{i=0}^{c-1} \frac{\rho^i}{i!} + \frac{\rho^c}{c!(1-\frac{\rho}{c})}} \quad (2.3)$$

2. Probabilitas bahwa terdapat n pelanggan pada sistem, P_n diberikan oleh:

$$P_n = P_0 \times \frac{\rho^n}{n!} \text{ Untuk } 1 < n \leq c \quad (2.4)$$

$$P_n = P_0 \times \frac{\rho^n}{c!c^{n-c}} \text{ untuk } n > c \quad (2.5)$$

Terdapat dua ekspresi berbeda P_n untuk $n < c$, beberapa pelayanan menganggur dan sistem tidak digunakan sepenuhnya pada kapasitas pelayanan.

3. L_q adalah jumlah pelanggan yang diharapkan dalam antrian, sebagai berikut:

$$L_q = P_0 \times \frac{\rho^{c+1}}{(c-1)! \times (c-\rho)^2} \quad (2.6)$$

4. L adalah jumlah pelanggan yang diharapkan pada sistem, sebagai berikut:

$$L = L_q + \rho \quad (2.7)$$

5. W_q adalah waktu yang diharapkan untuk pelanggan berada dalam antrian dan oleh W , waktu yang diharapkan pelanggan berada pada sistem sebagai berikut:

$$W_q = \frac{L_q}{\lambda} \quad (2.8); \quad \text{dan} \quad W = \frac{L}{\lambda} \quad (2.9) \quad (\text{Amar, 2007})$$

2.3.7 Model Antrian Jamak Pelayanan Jamak Dengan Batasan Sistem (M /M /c) : (GD /N /~)

Pada model ini ada beberapa perubahan dalam input λ dan μ

$$\lambda = \begin{cases} \lambda, & 0 \leq n \leq N \\ 0, & n > N \end{cases}$$

$$\mu = \begin{cases} n\mu, & 0 \leq n \leq N \\ c\mu, & c \leq n \leq N \end{cases}$$

Parameter – parameter yang penting dan akan dibahas adalah: ρ , L_q , L_s , W_q , W_s , dan λ_{eff} . Berikut adalah urutan perhitungannya:

1. Probabilitas pada sistem dalam keadaan menganggur, yaitu tidak ada pelanggan berada pada sistem, P_0 diberikan oleh $\rho = \frac{\lambda}{\mu}$, yaitu:

$$P_0 = \begin{cases} \left[\sum_{n=0}^{c-1} \frac{\rho^n}{n!} + \frac{\rho^c (1 - (\frac{\rho}{c})^{N-c+1})}{c! (1 - \frac{\rho}{c})} \right]^{-1}, & \frac{\rho}{c} \neq 1 \\ \left[\sum_{n=0}^{c-1} \frac{\rho^n}{n!} + \frac{\rho^c}{c!} (N - c + 1) \right]^{-1}, & \frac{\rho}{c} = 1 \end{cases} \quad (2.10) \text{ \& } (2.11)$$

2. Probabilitas bahwa terdapat n pelanggan pada sistem, nilainya adalah:

$$P_n = \begin{cases} \frac{\rho^n}{n!} P_0, & 0 \leq n < c \\ \frac{\rho^n}{c! c^{n-c}} P_0, & c \leq n \leq N \end{cases} \quad (2.12) \text{ \& } (2.13)$$

3. Berikutnya, kita cari nilai L_q untuk kasus $\frac{\rho}{c} \neq 1$, dengan hasil sebagai berikut:

$$L_q = \frac{\rho^{c+1}}{(c-1)! (c-\rho)^2} \left\{ 1 - \left(\frac{\rho}{c}\right)^{N-c+1} - (N-c+1) \left(1 - \frac{\rho}{c}\right) \left(\frac{\rho}{c}\right)^{N+c} \right\} P_0 \quad (2.14)$$

untuk $\frac{\rho}{c} = 1$, L_q adalah:

$$L_q = \frac{\rho^c (N-c)(N-c+1)}{2c!} P_0, \quad \frac{\rho}{c} = 1 \quad (2.15)$$

4. Untuk menentukan W_q , kemudian W_s dan L_s , kita perlu untuk mendapatkan nilai dari λ_{eff} . Karena tidak ada pelanggan yang dapat masuk kedalam sistem begitu batasan N tercapai, kita dapatkan: $\lambda_{lost} = \lambda P_N$
 $\lambda_{eff} = \lambda - \lambda_{lost} = (1 - P_N)\lambda \quad (2.16)$

5. W_q adalah waktu yang diharapkan untuk pelanggan berada dalam antrian dan oleh W_s , waktu yang diharapkan pelanggan berada pada sistem didefinisikan sebagai berikut:

$$W_q = \frac{Lq}{\lambda} \quad (2.17); \quad \text{dan}$$

$$W_s = \frac{Ls}{\lambda} \quad (2.18) \quad (\text{Amar, 2007})$$

TORA. Pada model simulasi menggunakan *software* TORA, terdapat beberapa komponen sebagai berikut :

1. Program linear
2. Model transportasi
3. Model jaringan
4. Program integer
5. PERT-CPM (Model Penugasan)
6. Analisis antrian
7. Histogram/peramalan
8. Model persediaan

Fitur dari analisis antrian : - Standard Poisson queues

- Pollaczek-Khintchine (P-K) model

Di dalam fitur ini akan ditampilkan new problem yang akan digunakan untuk menggambarkan proses yang kita punya dan model data untuk melihat kondisi sistem sesungguhnya berdasarkan variabel-variabel yang telah ditentukan sebelumnya.

Untuk membuat model antrian dalam dalam TORA terdapat 5 komponen yang harus dimasukkan di dalam model Poisson, yaitu :

1. Lambda : rata-rata jumlah kedatangan per satuan waktu
2. Mu : rata-rata jumlah pelanggan yang dilayani per satuan waktu
3. Number server : jumlah server (pelayan)
4. System limit : tak terbatas maupun terbatas
5. Source limit : tak terbatas maupun terbatas

Ada 4 jenis modul di menu *output* ini :

1. View output of one scenario

2. Print output of one scenario
3. View measures of all scenarios
4. Print measures of all scenarios

2.4 Manajemen Rantai Suplai (Supply Chain Management) (Beal, 2007; Chima, 2007; Kwon, 2004)

Rantai suplai itu sendiri meliputi seluruh kegiatan yang berhubungan dengan aliran dan transformasi barang dari mulai bahan mentah sampai konsumen akhir dan segala aliran informasi yang terdapat di dalamnya. Dari sini, lahirlah sebuah sistem yang dikenal dengan manajemen rantai suplai (*supply chain management*, SCM) yaitu suatu bentuk koordinasi yang sistematis dan strategis dari fungsi-fungsi bisnis tradisional dan merupakan suatu taktik untuk dapat melampaui fungsi bisnis ini pada suatu perusahaan dan pada rantai suplai, dengan tujuan meningkatkan kinerja jangka panjang dari perusahaan secara individu dan rantai suplai secara keseluruhan. Manajemen rantai suplai adalah mengenai koordinasi aliran produk untuk mencapai keuntungan bagi perusahaan dalam rantai suplai dan untuk seluruh anggota rantai suplai secara keseluruhan.

Logistik sering dikonotasikan dengan rantai suplai yaitu suatu kumpulan kegiatan fungsional yang berulang melalui suatu jaringan dari mulai bahan mentah, kemudian dikonversi menjadi produk akhir, sampai memasukkan nilai pemakaian. Oleh karena itu, manajemen rantai suplai (SCM) juga banyak dikenal sebagai bisnis logistik. Sebelum ada SCM, pengontrolan secara manajerial hanya dilakukan sebatas saluran suplai fisik (*physical supply channel*) dan saluran distribusi fisik (*physical distribution channel*) yang kemudian keduanya diintegrasikan ke dalam SCM.

Berdasarkan hal ini, rantai suplai memiliki dua konsep dasar, yaitu pertama, proses perencanaan produksi dan pengendalian persediaan, dan kedua, proses distribusi logistik. Dua konsep dasar ini merupakan proses yang terintegrasi. Pada proses perencanaan produksi, hal yang harus dilakukan adalah menggambarkan desain dan manajemen keseluruhan proses manufaktur, sedangkan pada pengendalian persediaan adalah menggambarkan desain dan manajemen dari kebijakan penyimpanan dan prosedur untuk bahan mentah, barang setengah jadi, dan barang jadi. Untuk proses distribusi dan logistik hal

yang harus diperhatikan adalah bagaimana produk disalurkan dari gudang ke pengecer.

Logistik atau rantai suplai pada dasarnya adalah tentang menciptakan suatu nilai. Produk dan pelayanan tidak bernilai kecuali jika kedua hal ini diinginkan oleh pengguna dan berada pada waktu dan tempat yang tepat. Manajemen logistik atau manajemen rantai suplai yang baik akan melihat setiap kegiatan dalam rantai suplai sebagai upaya kontribusi untuk proses penambahan nilai. Dalam penerapannya, setiap rantai suplai memiliki kerangka kerja atau tahapan aliran.

Proses Rantai Suplai:

Supplier → Manufacturing Facility → Storage Facility → Transportation Vehicle → Distribution Centre → Retailer.

Logistik atau rantai suplai penting untuk menyusun strategi, yaitu untuk meningkatkan penjualan dan menurunkan biaya, meningkatkan nilai pemakaian, dan respon yang cepat kepada pelanggan. Tujuan dari bisnis logistik atau rantai suplai ini pada dasarnya adalah untuk mengembangkan perpaduan kegiatan logistik agar menghasilkan pengembalian investasi awal yang setinggi-tingginya dan secepat-cepatnya.

Kerja dari manajemen rantai suplai itu sendiri secara umum terbagi menjadi 3 bagian, yaitu perencanaan, pengorganisasian, dan pengontrolan untuk mencapai tujuan bersama yang telah ditetapkan. Di dalam perencanaan akan diputuskan tujuan yang ingin dicapai, di dalam pengorganisasian dilakukan pengumpulan dan penempatan sumber daya untuk mencapai tujuan yang telah ditetapkan, dan di dalam pengontrolan dilakukan pengukuran kinerja perusahaan dan pengambilan tindakan jika terdapat kegiatan yang tidak sesuai dengan tujuan yang telah ditetapkan. Dalam manajemen rantai suplai, perencanaan mengikuti segitiga keputusan utama yang berdasarkan lokasi, ketersediaan, dan transportasi dengan pelayanan pelanggan sebagai suatu hasil dari keputusan ini.

2.5 Proyeksi Kebutuhan Energi (Leonardo, 2008)

Estimasi permintaan energi merupakan elemen penting dalam perencanaan energi, baik sektoral, regional, nasional, maupun global untuk jenis energi tertentu

seperti BBM. Kebutuhan Premium di DKI Jakarta diproyeksikan berdasarkan data historis dengan menggunakan perkiraan elastisitas kebutuhan energi terhadap Produk Domestik Bruto dengan asumsi elastisitas permintaan besarnya sama pada saat tahun proyeksi. Model ini disebut sebagai model permintaan energi berdasarkan laju pertumbuhan konsumsi. Untuk memperkirakan proyeksi kebutuhan PREMIUM hanya diperlukan data konsumsi PREMIUM dan data PDB atau PDRB.

Dengan pendekatan model pertumbuhan konsumsi dapat diperkirakan kebutuhan energi final pada kurun waktu tertentu yang diperhitungkan berdasarkan persamaan 2.4.

$$D_n = D_{n-1} + (D_{n-1} \times \Delta PDRB / PDRB_{rata-rata} \times \text{elastisitas}) \quad (2.19)$$

dengan: D = permintaan Premium

$PDRB$ = Produk Domestik Regional Bruto menurut wilayah

elastisitas = $\Delta D / D_{rata-rata} \cdot \Delta PDRB / PDRB_{rata-rata}$

2.6 Gambaran Umum Depot Plumpang

Depot Plumpang sebagai bagian dari instalasi *Jakarta Group*. Melalui sistem otomatis, Depot Plumpang menyalurkan bahan bakar minyak (BBM) dan bahan bakar khusus (BBK) bagi masyarakat konsumen khususnya di wilayah Jakarta, Bogor, Depok, Tangerang, dan Bekasi serta wilayah Jawa Barat Khusus untuk BBK, yang jumlah konsumsinya hampir mencapai 20% dari total konsumsi nasional.

Produk Depot Plumpang adalah: premium, biopremium, Pertamina, Bio Pertamina, Pertamina Plus, dan Biosolar.

Depot Plumpang dibangun pada tahun 1972 diatas lahan seluas 48.352 hektar dan beroperasi sejak tahun 1974. Kini telah beroperasi dengan sistem otomasi secara menyeluruh melayani masyarakat konsumen di wilayah JABODETABEK dan Jawa Barat dengan rata – rata penyaluran 17.000.000 liter per hari

Depot Plumpang menerapkan standar layanan world class depot dalam melakukan kegiatan penerimaan, penimbunan, dan penyaluran bahan bakar minyak/ BBM dan Bahan Bakar Khusus/ BBK.

Kegiatan operasional Depot Plumpang dilakukan dengan menerapkan sistem *full otomation* yakni pengisian BBM dari tangki depot ke mobil tangki secara otomatis dan terkontrol dari ruang pengendali (*control room*).

Target layanan World Class Depot Plumpang adalah meningkatkan kualitas operasional secara excellent melalui pengendalian *losses, distribution cost, customers satisfaction*, dan optimalisasi SDM.

2.6.1 Fasilitas Operasional Utama

Untuk mendukung sistem otomasi Depot Plumpang memiliki:

- 22 tangki-vertical BBM berkapasitas 265.970.000 liter.
- 2 buah tangki vertical interface/ feed berkapasitas 2.240.000 liter.
- 82 titik filling point BBM/ BBK mobil tangki

Sistem keamanan Depot Plumpang meliputi *interlocking manifold, interlocking jalur pipa tangki timbun, sequencing penerimaan, sequencing penjualan*, dan *shutdown system*.

2.6.2 Kualitas Mutu

Pengawasan mutu terhadap produk – produk Pertamina dilakukan melalui: Pengawasan Tangker, melakukan pengecekan segel tangki kargo, memasang segel sea valve, dan mengambil sampel untuk uji mutu ke laboratorium. Pengawasan laboratorium bertugas menerbitkan laporan tes dan mengirimkan hasilnya ke pelanggan serta bagian pengawasan penyaluran, serta melakukan pengambilan sampel produk BBM dari tangki timbun untuk diuji di laboratorium

Depot Plumpang juga telah memperoleh sertifikasi baik di bidang manajemen ISO 9001, manajemen lingkungan ISO 14001, dan sistem manajemen kesehatan dan keselamatan OHSAS 18001.

2.6.3 Proses Bisnis Distribusi BBM ke SPBU

Dalam Proses Pengiriman BBM, Depot Plumpang memiliki standar dalam pelaksanaan bisnisnya. Berikut adalah proses Bisnis Distribusi BBM ke SPBU:

1. Pelanggan melakukan transaksi pembelian ke bank dan mendapatkan nomor SO (*Sales Order*), selain pelanggan juga diwajibkan mengirim

SMS untuk permintaan pengiriman BBM untuk esok hari yang akan masuk ke sistem MS2 (Sistem administrasi Depot Plumpang).

2. Sistem MYSAP Pertamina (sistem yang mengatur jadwal tugas mobil tangki beserta krunya dalam pengiriman BBM di Depot Plumpang) menerbitkan *Delivery Order* secara otomatis dari kantor Pusat Pertamina di Kramat
3. Patra Niaga akan menerima permintaan pengiriman BBM (MS2) melalui sms dan juga menerima *Delivery order* dari Pertamina Kramat.
4. Data delivery order diambil oleh sistem TAS (sistem pengisian BBM secara otomatis ke mobil – mobil tangki) Depot untuk proses pengisian.
5. Proses pengisian mobil tangki dilakukan di depot dan sesudahnya masuk ke proses pencetakan invoice/ faktur pajak di keuangan depot.
6. Mobil tangki yang sudah siap melakukan pengiriman BBM sesuai *Delivery Order* kemudian invoice/ faktur pajak dikirim ke SPBU bersangkutan jika diminta.
7. SPBU menerima BBM sesuai surat jalan dan menerima invoice/ faktur pajak.

2.6.4 Keselamatan, Kesehatan Kerja dan Lingkungan/ K3LL

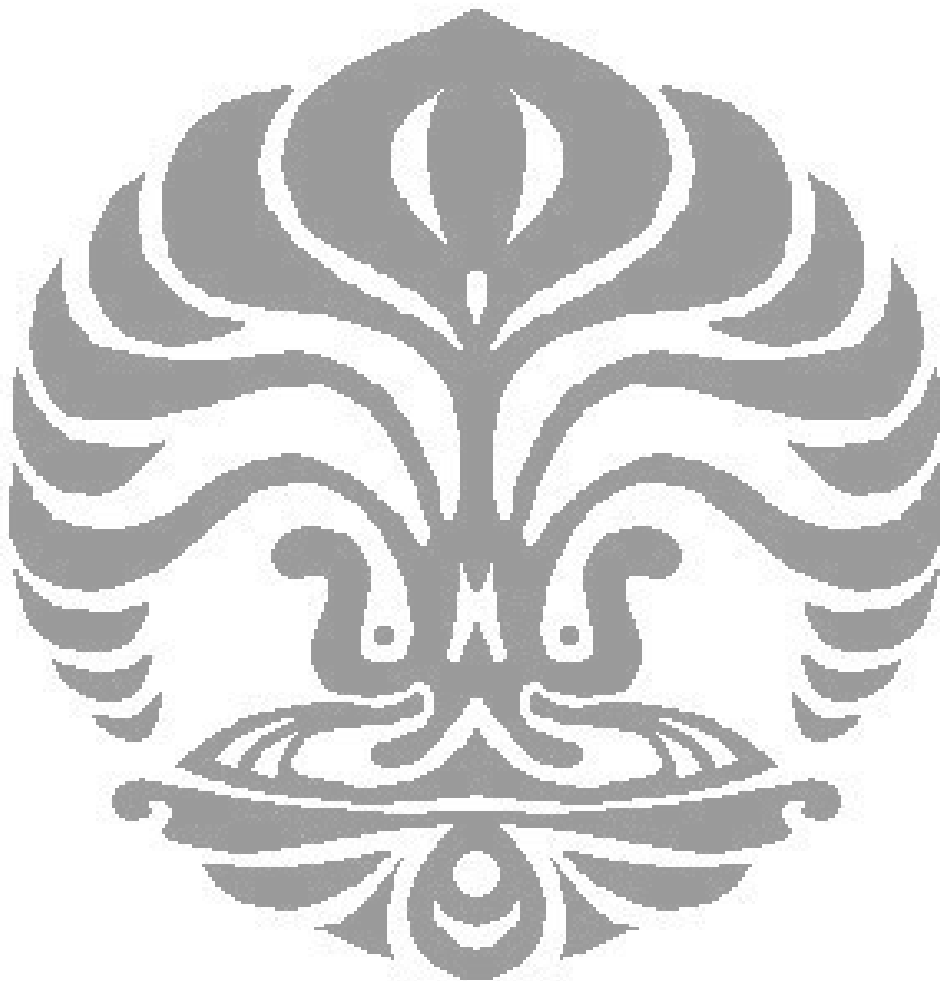
Depot Plumpang adalah salah satu fasilitas Pertamina yang menangani material yang mudah terbakar dan beresiko tinggi terhadap bahaya lingkungan keselamatan kesehatan kerja. Langkah – langkah keselamatan yang ditetapkan harus ditaati oleh semua pihak untuk menghindari kejadian yang tidak diinginkan.

Setiap manajemen lini maupun pekerja serta mitra kerja disemua kegiatan dibawah PT Pertamina (Persero) bertanggung jawab untuk melaksanakan dan mentaati kebijakan keselamatan, kesehatan kerja dan lingkungan yang berkomitmen untuk mencapai tujuan nihil kecelakaan/ *zero accident*.

Sistem penanggulangan kebakaran di Plumpang: *Water Protection System, Foam Protection system, fire extinguisher, emergency procedure, Call point and Smart Phone System, dan security system.*

2.6.5 Corporate Social Responsibility

Sebagai wujud kepedulian sosial terhadap masyarakat sekitar, Depot Plumpang Pertamina melakukan peningkatan kualitas pendidikan melalui pembangunan rehabilitasi sekolah dan program kesehatan melalui Pertamina SEHATI (Sehat Anak Tercinta dan Ibu), Mobil gigi cloino, dan pengobatan gratis bagi masyarakat disekitar kecamatan Koja.



BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Dalam penelitian ini akan digunakan rangkaian tahapan umum sebagai berikut:

1. Studi Literatur

Studi Literatur adalah tinjauan – tinjauan atau studi terhadap data – data dan juga materi – materi yang dibutuhkan dalam penelitian ini. Pada tahapan ini antara lain dipelajari mengenai gambaran umum premium, sistem distribusi premium, model teori antrian, manajemen rantai suplai, formulasi model permintaan energi, dan gambaran umum Depot Plumpang. Kemudian, dipelajari hal-hal yang menunjang pembuatan simulasi model matematis dengan menggunakan perangkat lunak.

2. Pengumpulan Data

Untuk mendukung penelitian ini diperlukan pengambilan data primer (dari Depo Plumpang sendiri), data literatur, dan melalui wawancara langsung dengan subjek yang diperlukan.

3. Pembuatan Formula Matematis Teori Antrian

Formula matematis dikembangkan menurut Jenis Teori Antrian yang sesuai dengan keadaan di Depo Plumpang. Formula matematis ini dikembangkan dengan tujuan mendapatkan parameter – parameter teori antrian berdasarkan data – data yang didapatkan.

4. Pengolahan Data

Dalam pengolahan data, data – data yang sudah dikumpulkan diolah sehingga bisa menjadi input bagi model simulasi. Salah satu data untuk simulasi model sendiri berasal dari hasil proyeksi kebutuhan mobil tangki pada tahun proyeksi oleh karena itu sebelum mensimulasikan model, proyeksi harus dijalankan terlebih dahulu. Model matematis yang telah dikembangkan kemudian disimulasikan dengan berbagai kondisi yang telah diskenariokan. Piranti lunak TORA digunakan dalam simulasi

permodelan karena jenis teori antrian yang ada di TORA sesuai dengan jenis teori antrian yang digunakan dalam penelitian ini dan pemakaian piranti lunak ini juga bertujuan untuk mempercepat perhitungan.

5. Analisis Hasil

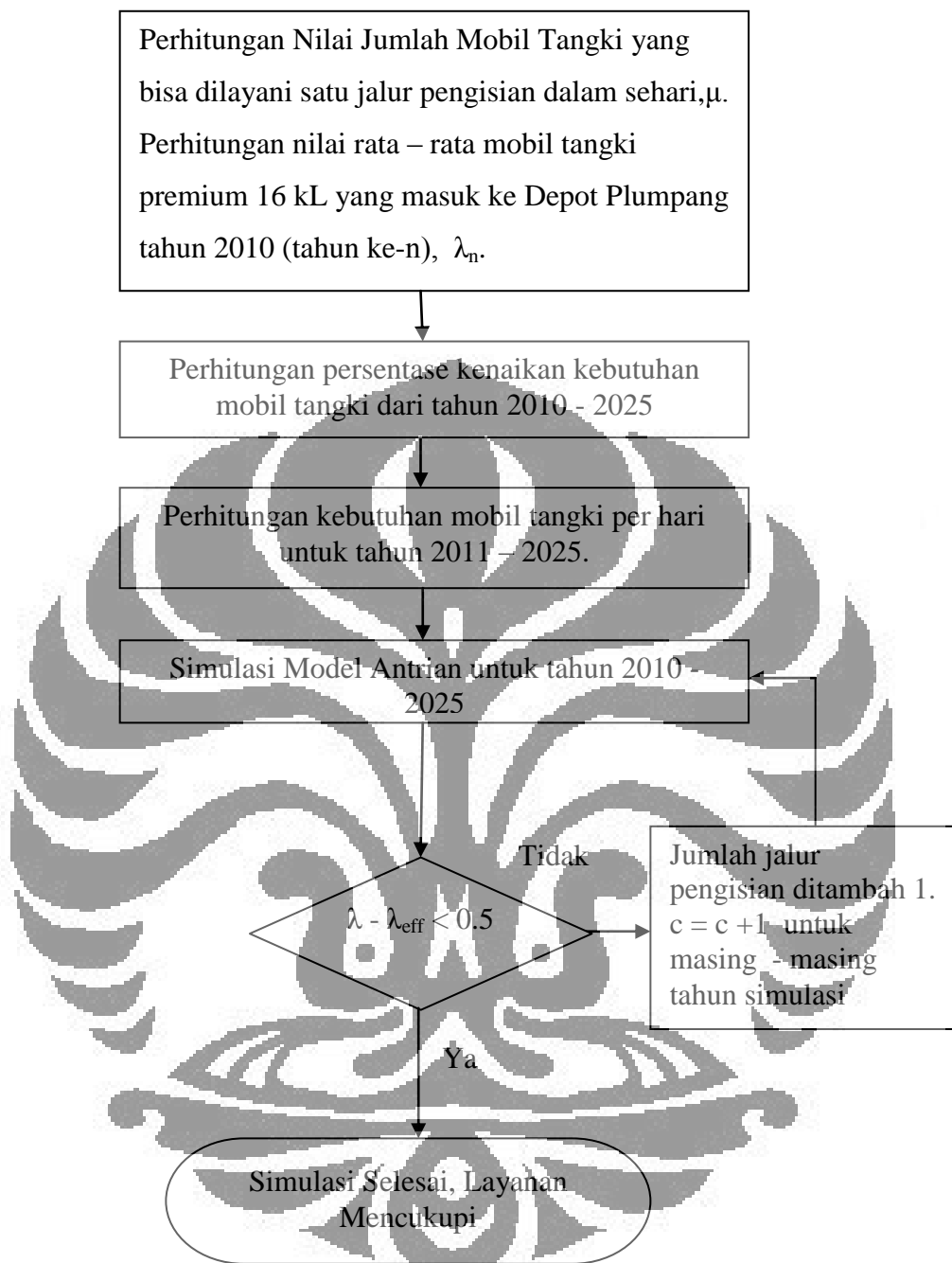
Analisis Hasil dilakukan setelah semua data – data untuk penelitian diolah dengan metode yang telah ditentukan. Analisis dari hasil penelitian tersebut akan menjadi dasar dalam pengambilan keputusan dan juga penentuan kebijakan di Depo Plumpang di masa – masa mendatang.

Secara Sistematis, Gambar 3.1 Menampilkan tahapan umum dari Penelitian ini



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian secara umum

Diagram penelitian diatas adalah diagram penelitian secara umum, sedangkan metode penelitiannya akan ditampilkan pada Gambar 3.2 yang merupakan inti dalam penelitian ini.



Gambar 3.2. Diagram Alir Metode Penelitian

3.1 Studi Literatur

Pada tahap studi literatur ini akan dilakukan studi materi – materi yang berkaitan dengan penelitian ini. Adapun materi – materi yang menjadi tonggak penelitian ini adalah sebagai berikut:

3.1.1 Teori Antrian

Teori antrian adalah Teori utama yang digunakan dalam penelitian ini. Teori ini bisa memprediksikan keadaan antrian pada suatu sistem dengan memperhatikan jumlah kedatangan dan waktu pelayanan ke sistem tersebut. Dari parameter – parameter yang dihitung dengan teori antrian dapat diprediksikan ketahanan fasilitas pelayanan pengisian premium Depot Plumpang

3.1.2 Metode Proyeksi

Metode proyeksi merupakan metode yang akan dipakai dalam perkiraan *throughput* premium di Depot Plumpang. Persentase kenaikan *throughput* dianggap sama dengan persentase kenaikan kebutuhan akan mobil tangki. Adapun metode yang akan dipakai adalah metode dari model laju pertumbuhan konsumsi yaitu metode elastisitas yang menggunakan permintaan terhadap pendapatan. Metode elastisitas akan dibahas pada Bab tinjauan pustaka.

3.1.3 Studi Mengenai Depot Plumpang

Studi mengenai Depot Plumpang adalah literatur yang berhubungan dengan segala sesuatu yang berkaitan dengan Depot Plumpang. Secara lebih spesifik, studi ini mencakup informasi umum, fasilitas operasional, proses bisnis, produk, dan sistem K3LL (Keselamatan, Kesehatan Kerja dan Lindungan Lingkungan/ K3LL) di Depot Plumpang

3.2 Pengumpulan Data

Pengumpulan data diperlukan untuk terlaksananya penelitian ini. Data – data yang diperlukan dapat diperoleh melalui studi literatur, survei, wawancara, dan juga dengan pengolahan data yang sudah ada. Berikut adalah data – data yang diperlukan:

3.2.1 Data Fasilitas Pengisian Depot Plumpang

Untuk simulasi model, data – data yang dibutuhkan dari Depot Plumpang antara lain: data jumlah fasilitas pengisian, data waktu pelayanan, dan data waktu operasi depot. Data jumlah dan waktu pelayanan fasilitas pengisian dibutuhkan

karena mengindikasikan kemampuan dari fasilitas pelayanan tersebut, sedangkan data waktu operasi dibutuhkan untuk mengetahui jumlah mobil tangki yang dapat dilayani sepanjang waktu operasi tersebut. Data ini bisa didapatkan melalui survei langsung ke Depot Plumpang dan ke area pengisian.

3.2.2 Data Jenis mobil tangki

Jenis mobil tangki yang masuk ke sistem pengisian Depot Plumpang akan memengaruhi waktu pelayanan fasilitas pelayanan. Mobil tangki dengan kapasitas yang lebih besar akan memiliki waktu pelayanan yang lebih besar. Data ini bisa didapat dari survei langsung di Depot Plumpang.

3.2.3 Data Jumlah kedatangan mobil tangki per hari

Jumlah kedatangan mobil per hari akan merepresentasikan beban kerja yang akan ditanggung oleh suatu fasilitas pelayanan dan akan memengaruhi panjang antrian pada Depot tersebut. Data jumlah mobil tangki yang dibutuhkan sebagai input dalam model penelitian ini adalah data kedatangan mobil tangki harian dari tahun 2010 – 2025. Untuk data kedatangan mobil tangki tahun 2010 diambil dari data kedatangan mobil tangki selama kurang lebih 4 bulan karena data 4 bulan ini dianggap bisa merepresentasikan kedatangan mobil tangki pada tahun 2010. Data ini bisa didapat dari pihak terkait di Depot Plumpang. Sedangkan data kedatangan harian mobil tangki dari tahun 2011 – 2025 didapatkan dari hasil proyeksi kebutuhan mobil tangki berdasarkan metode laju pertumbuhan konsumsi.

3.2.4 Data *throughput* premium Depot Plumpang

Data *throughput* premium depot plumpang akan menjadi acuan data kebutuhan mobil tangki di Depot Plumpang. Data ini kemudian akan diproyeksikan sampai akhir tahun proyeksi dan persentase kenaikan *throughput*nya akan digunakan sebagai presentase kenaikan mobil tangki sehingga bisa didapatkan jumlah mobil tangki pada tahun – tahun kedepan. Jumlah mobil tangki ini akan menjadi data masukkan dalam model antrian. Data ini bisa didapatkan dari pihak terkait Pertamina.

3.2.5 Data PDRB Jakarta

Data PDRB Jakarta akan menjadi salah satu data masukkan dalam metode proyeksi laju pertumbuhan konsumsi dengan asumsi bahwa sebagian besar dari premium yang disalurkan depot Plumpang digunakan untuk konsumsi daerah Jakarta. Melalui metode laju pertumbuhan konsumsi, data ini akan menjadi acuan presentase kenaikan *throughput* di Depot Plumpang karena kebutuhan akan premium dianggap bertambah seiring bertambahnya kemampuan ekonomi masyarakat. Data ini bisa didapatkan melalui website Biro Pusat Statistik.

3.3 Pembuatan Formula Matematis Model Antrian

Secara sederhana bisa diduga bahwa sistem Pelayanan di Depot Plumpang memiliki lebih dari satu fasilitas pelayanan untuk melayani ratusan mobil tangki yang datang tiap harinya. Oleh karena itu teori antrian yang memiliki kedekatan dengan kondisi di depot Plumpang adalah teori antrian dengan notasi: (M/M/c) : (GD/~/~) dan (M/ M/ c) : (GD/ N/ ∞). Jenis teori antrian yang dipakai akan dibahas pada bab berikutnya.

Berikut adalah formula matematis untuk masing – masing model antrian:

3.3.1 Model Antrian Jamak Pelayanan Jamak (M/M/c) : (GD/~/~)

Pada model ini, parameter – parameter yang penting dan akan dibahas adalah: jumlah jalur pengisian minimal (ρ) yang dihitung dengan membagi jumlah kedatangan mobil tangki per hari (λ) dengan jumlah jalur pengisian yang tersedia (c), jumlah rata – rata mobil tangki yang berada dalam antrian dalam satu hari (L_q), jumlah rata – rata mobil yang berada dalam sistem dalam satu hari (L_s), rata – rata waktu mobil tangki berada dalam sistem (W_s), dan rata – rata waktu mobil tangki berada dalam antrian (W_q). Berikut adalah urutan perhitungannya:

1. Probabilitas pada sistem dalam keadaan menganggur, yaitu tidak ada pelanggan berada pada sistem, P_0 diberikan oleh $\rho = \frac{\lambda}{\mu}$, yaitu:

$$P_0 = \frac{1}{\sum_{i=0}^{c-1} \frac{\rho^i}{i!} + \frac{\rho^c}{c!(1-\frac{\rho}{c})}} \quad (3.1)$$

2. Probabilitas bahwa terdapat n pelanggan pada sistem, nilainya adalah:

$$P_n = P_0 \times \frac{\rho^n}{n!} \text{ untuk } 1 < n \leq c \quad (3.2)$$

$$P_n = P_0 \times \frac{\rho^n}{c!c^{n-c}} \text{ untuk } n > c \quad (3.3)$$

Terdapat dua ekspresi berbeda P_n untuk $n < c$, beberapa pelayanan mengganggu dan sistem tidak digunakan sepenuhnya pada kapasitas pelayanan.

3. L_q adalah jumlah pelanggan yang diharapkan dalam antrian, sebagai berikut:

$$L_q = P_0 \times \frac{\rho^{c+1}}{(c-1)! \times (c-\rho)^2} \quad (3.4)$$

4. L_s adalah jumlah pelanggan yang diharapkan pada sistem, sebagai berikut

$$L_s = L_q + \rho \quad (3.5)$$

5. W_q adalah waktu yang diharapkan untuk pelanggan berada dalam antrian dan oleh W_s , waktu yang diharapkan pelanggan berada pada sistem didefinisikan sebagai berikut:

$$W_q = \frac{L_q}{\lambda}; \quad (3.6) \quad \text{dan}$$

$$W_s = \frac{L_s}{\lambda} \quad (3.7)$$

3.3.2 Model Antrian Jamak Pelayanan Jamak Dengan Batasan Sistem N (M/M/c) : (GD/N/∞)

Pada model ini ada beberapa perubahan dalam input λ dan μ

$$\lambda = \begin{cases} \lambda, & 0 \leq n \leq N \\ 0, & n > N \end{cases}$$

$$\mu = \begin{cases} n\mu, & 0 \leq n \leq c \\ c\mu, & c \leq n \leq N \end{cases}$$

Parameter – parameter yang penting dan akan dibahas adalah: ρ , L_q , L_s , W_q , W_s , dan λ_{eff} . Berikut adalah urutan perhitungannya:

1. Probabilitas pada sistem dalam keadaan mengganggu, yaitu tidak ada pelanggan berada pada sistem, P_0 diberikan oleh $\rho = \frac{\lambda}{\mu}$, yaitu:

$$P_0 = \begin{cases} \left[\sum_{n=0}^{c-1} \frac{\rho^n}{n!} + \frac{\rho^c \left(1 - \left(\frac{\rho}{c}\right)^{N-c+1}\right)}{c! \left(1 - \frac{\rho}{c}\right)} \right]^{-1}, & \frac{\rho}{c} \neq 1 \\ \left[\sum_{n=0}^{c-1} \frac{\rho^n}{n!} + \frac{\rho^c}{c!} (N - c + 1) \right]^{-1}, & \frac{\rho}{c} = 1 \end{cases} \quad (3.8) \text{ \& } (3.9)$$

2. Probabilitas bahwa terdapat n pelanggan pada sistem, nilainya adalah:

$$P_n = \begin{cases} \frac{\rho^n}{n!} P_0, & 0 \leq n < c \\ \frac{\rho^n}{c!c^{n-c}} P_0, & c \leq n \leq N \end{cases} \quad (3.10) \text{ \& } (3.11)$$

3. Berikutnya, kita cari nilai L_q untuk kasus $\frac{\rho}{c} \neq 1$, dengan hasil sebagai berikut:

$$L_q = \frac{\rho^{c+1}}{(c-1)!(c-\rho)^2} \left\{ 1 - \left(\frac{\rho}{c}\right)^{N-c+1} - (N-c+1) \left(1 - \frac{\rho}{c}\right) \left(\frac{\rho}{c}\right)^{N-c} \right\} P_0 \quad (3.12)$$

untuk $\frac{\rho}{c} = 1$, L_q adalah:

$$L_q = \frac{\rho^c(N-c)(N-c+1)}{2c!} P_0, \quad \frac{\rho}{c} = 1 \quad (3.13)$$

4. Untuk menentukan W_q , kemudian W_s dan L_s , kita perlu untuk mendapatkan nilai dari λ_{eff} . Karena tidak ada pelanggan yang dapat masuk kedalam sistem begitu batasan N tercapai, kita dapatkan: $\lambda_{lost} = \lambda P_N$

$$\lambda_{eff} = \lambda - \lambda_{lost} = (1 - P_N)\lambda \quad (3.14)$$

5. W_q adalah waktu yang diharapkan untuk pelanggan berada dalam antrian dan oleh W_s , waktu yang diharapkan pelanggan berada pada sistem didefinisikan sebagai berikut:

$$W_q = \frac{L_q}{\lambda_{eff}}; \quad (3.15) \quad \text{dan}$$

$$W_s = \frac{L_s}{\lambda_{eff}} \quad (3.16)$$

3.4 Pengolahan Data

Pengolahan data mengacu pada Gambar 3.2 yang menunjukkan urutan – urutan proses pengolahan data yang juga menjadi metode dalam penelitian ini. Pengolahan data dimulai dengan mencari nilai λ (jumlah mobil tangki yang masuk ke sistem pengisian dalam sehari), nilai μ (jumlah mobil tangki yang bisa

dilayani satu jalur pengisian dalam sehari), perhitungan presentase kenaikan mobil tangki, dan jumlah mobil tangki untuk tahun – tahun kedepan (2010 – 2025), kemudian data – data tersebut disimulasikan dengan model antrian yang telah dipilih. Hasil simulasi teori antrian tersebut akan dicek dengan parameter $\lambda - \lambda_{lost}$. Bila $\lambda - \lambda_{lost}$ lebih kecil dari 0.5 berarti simulasi bisa dilanjutkan untuk tahun – tahun berikutnya, sedangkan bila nilai $\lambda - \lambda_{lost} \geq 0.5$ yang akan dilakukan adalah menambah jumlah jalur pengisian sebanyak satu kemudian mengulangi simulasi model antrian pada tahun proyeksi tersebut dengan jumlah jalur pengisian yang sudah bertambah. Simulasi selesai ketika simulasi sudah dijalankan dari tahun 2010 – 2025 dan fasilitas pelayanannya sudah mencukupi. Penjelasan lebih terperinci mengenai urutan – urutan proses pengolahan data dapat dibaca di bagian bawah ini:

3.4.1 Data jumlah mobil tangki yang bisa dilayani sebuah jalur pengisian

Data ini didapatkan dengan membagi waktu operasi depot dengan waktu pelayanan satu buah fasilitas pelayanan. Data Mu ini bisa didapatkan dengan survei langsung ke Depot Plumpang.

3.4.2 Data jumlah rata – rata mobil tangki premium yang masuk ke Plumpang per hari untuk tahun 2010

Dalam penelitian ini, lambda (λ) adalah jumlah rata – rata mobil tangki premium yang masuk ke Plumpang dalam sehari.

1. Mencari nilai rata – rata penggunaan mobil tangki harian selama kurang lebih 4 bulan karena data 4 bulan dianggap bisa merepresentasikan rata – rata kedatangan dalam setahun. Dari studi mengenai Depot Plumpang diketahui bahwa ada 4 jenis mobil tangki yang masuk untuk melakukan pengiriman premium, yaitu data mobil tangki 16 kL, 24 kL, 32 kL, dan 40 kL. Oleh karena itu perlu didapatkan data kedatangan harian keempat jenis mobil tangki tersebut selama kurang lebih 4 bulan. Data mobil tangki ini bisa didapatkan dari pihak terkait di Depot Plumpang.
2. Mengekivalenkan kapasitas semua mobil tangki menjadi 16 kL sehingga nantinya jumlah mobil tangki yang tidak berkapasitas 16 kL (24 kL, 32 kL, dan 40 kL) direpresentasikan dalam jumlah mobil tangki 16 kL.

Jumlah mobil tangki 24 kL akan identik dengan 1.5 mobil tangki 16 kL, mobil tangki 32 kL akan identik dengan 2 mobil tangki 16 kL, dan mobil tangki 40 kL akan identik dengan 2.5 mobil tangki 16 kL. Perhitungannya adalah sebagai berikut:

$$MT_{(16-16)} = MT_{(16)} \quad (3.17)$$

$$MT_{(24-16)} = 1.5 \times MT_{(24)}, \quad (3.18)$$

$$MT_{(32-16)} = 2 \times MT_{(32)}, \quad (3.19)$$

$$MT_{(40-16)} = 2.5 \times MT_{(40)}. \quad (3.20)$$

Keterangan:

- $MT_{(16-16)}$ = Jumlah mobil tangki 16 ton terkonversi menjadi 16 ton.
- $MT_{(24-16)}$ = Jumlah mobil tangki 24 ton terkonversi menjadi 16 ton.
- $MT_{(32-16)}$ = Jumlah mobil tangki 32 ton terkonversi menjadi 16 ton.
- $MT_{(40-16)}$ = Jumlah mobil tangki 40 ton terkonversi menjadi 16 ton.
- $MT_{(24)}$ = Jumlah mobil tangki 24 ton.
- $MT_{(32)}$ = Jumlah mobil tangki 32 ton.
- $MT_{(40)}$ = Jumlah mobil tangki 40 ton.

Jumlah Mobil tangki 24, 32, dan 40 kL semuanya dikonversikan dalam jumlah mobil tangki 16 kL karena hanya satu data lambda yang bisa dimasukkan dalam model simulasi yang dipakai dalam penelitian ini sehingga pendekatan inilah yang dipakai untuk menghadapi keterbatasan dari model yang digunakan.

3. Menjumlahkan jumlah mobil tangki 16 kL dengan jumlah mobil tangki 24 kL, 32 kL, dan 40 kL yang telah dikonversikan.

$$\lambda_{(16)} = MT_{(16-16)} + MT_{(24-16)} + MT_{(32-16)} + MT_{(40-16)}. \quad (3.21)$$

3.4.3 Data jumlah rata – rata mobil tangki premium yang masuk ke Plumpang per hari untuk tahun 2011 – 2025

Data lambda untuk tahun 2011 – 2025 didapatkan berdasarkan persentase kenaikan jumlah mobil tangki dengan menganggap persentase kenaikan jumlah mobil tangki akan sama dengan persentase kenaikan *throughput* mobil tangki di Depot Plumpang. Untuk itu pertama – tama kita perlu terlebih dahulu memproyeksikan *throughput* di Depot Plumpang dari tahun 2011 – 2025

menggunakan metode laju pertumbuhan konsumsi, sesudah itu barulah nilai λ tahun 2011 – 2025 bisa dihitung menggunakan persentase kenaikan *throughput*/ mobil tangki yang didapat melalui metode proyeksi laju pertumbuhan konsumsi.

- Model Proyeksi Berdasarkan Laju Pertumbuhan Konsumsi

Metode proyeksi kuantitatif menggunakan data historis yang telah ada. Metode yang akan dipergunakan adalah metode dari model laju pertumbuhan konsumsi yaitu metode elastisitas, yang menggunakan elastisitas permintaan terhadap pendapatan.

Persamaan untuk menentukan nilai elastisitas adalah sebagai berikut:

$$\text{elastisitas } s = \frac{D_n - D_{n-1}}{\text{Rata-rata}(D_n, D_{n-1})} : \frac{\text{PDRB}_n - \text{PDRB}_{n-1}}{\text{Rata-rata}(\text{PDRB}_n, \text{PDRB}_{n-1})} \quad (3.22)$$

Dimana

D = *Throughput* premium di Depot Plumpang

PDRB = PDRB kota Jakarta

Perkembangan *throughput* premium di depot yang melayani suatu kota tertentu memiliki trend yang sama dengan perkembangan PDRB di kota tersebut sehingga dari data – data *throughput* premium yang didapat pada tahun – tahun sebelumnya akan ditentukan proyeksi *throughput* premium di Depot Plumpang sampai dengan tahun 2025 dengan menggunakan rumus diatas.

Dari hasil elastisitas yang diperoleh, harus ditentukan nilai elastisitas yang dapat dijadikan acuan untuk menghitung pertumbuhan *throughput* premium sampai dengan tahun yang telah ditentukan. Untuk perhitungan proyeksi digunakan kenaikan PDRB perkapita dibagi dengan rata – rata PDRB perkapita. Nilai tersebut akan konstan.

$$\frac{\Delta \text{PDRB}}{\text{Rata-rata}(\text{PDRB}_n, \text{PDRB}_{n-1})} = \text{konstan} \quad (3.23)$$

Diasumsikan bahwa pertumbuhan ekonomi dan situasi ekonomi lain pada saat tahun proyeksi cenderung tetap. Dari persamaan (3.23), dapat dicari nilai delta permintaan dibagi dengan rata – rata permintaan, yaitu:

$$\frac{\Delta D}{\text{Rata-rata}(D_n, D_{n-1})} = \frac{\Delta \text{PDRB}}{\text{Rata-rata}(\text{PDRB}_n, \text{PDRB}_{n-1})} \times \text{elastisitas} \quad (3.24)$$

Nilai $\frac{\Delta D}{\text{Rata-rata}(D_n, D_{n-1})}$ dari perhitungan diatas akan menjadi laju pertumbuhan *throughput* Premium Depot Plumpang dari tahun 2011 sampai dengan tahun 2025.

- Kedatangan Mobil Tangki per hari untuk tahun proyeksi 2011 - 2025

Dengan menganggap laju pertumbuhan *throughput* premium Depot Plumpang sama dengan laju pertumbuhan jumlah mobil tangki premium yang mengisi di depot Plumpang, maka untuk menghitung jumlah mobil tangki pada tahun proyeksi 2011 – 2025 dapat digunakan persamaan dibawah ini:

$$\lambda_n = \left(\lambda_{n-1} + \lambda_{n-1} \times \frac{\Delta \text{PDRB}}{\text{Rata-rata}(\text{PDRB}_n, \text{PDRB}_{n-1})} \times \text{elastisitas} \right) \quad (3.25)$$

3.4.4 Simulasi Model Antrian

Setelah semua data – data yang diperlukan untuk simulasi sudah siap (data jumlah kedatangan mobil tangki per hari dan data total mobil tangki yang bisa dilayani fasilitas pengisian setiap hari), serta semua kondisi antrian sudah ditentukan (jenis distribusi kedatangan, jenis distribusi pelayanan, jumlah fasilitas pelayanan (dalam hal ini jumlah jalur pengisian), jenis antrian, batasan sistem, dan sumber kedatangan), barulah simulasi berdasarkan formula matematis yang telah dijelaskan pada subbab 3.3 siap dilaksanakan.

Parameter yang hendak dicari nilainya adalah: Jumlah kedatangan mobil tangki efisien per hari (λ_{eff}), jumlah jalur pengisian minimal (ρ) yang dihitung dengan membagi jumlah kedatangan mobil tangki per hari (λ) dengan jumlah mobil tangki yang bisa dilayani sebuah jalur pengisian sehari (μ), jumlah rata – rata mobil yang berada dalam sistem dalam satu hari (L_s), jumlah rata – rata mobil yang berada dalam antrian dalam satu hari (L_q) rata – rata waktu mobil tangki berada dalam sistem (W_s), dan rata – rata waktu mobil tangki berada dalam antrian (W_q).

Parameter yang akan dicari adalah parameter teori antrian untuk tahun 2010 – 2025. Khusus untuk tahun 2010, selain menghitung parameter teori antrian untuk model antrian dengan jumlah jalur pengisian sesuai keadaan nyata di depot Plumpang juga akan dihitung teori antrian dengan jumlah jalur pengisian minimal yang berasal dari pembagian total kedatangan mobil tangki per hari dengan

jumlah mobil tangki yang bisa dilayani sebuah jalur pengisian sehari atau yang dikenal sebagai ρ . Hal ini dilakukan untuk melihat perbedaan parameter antrian antara kedua kondisi tersebut dan melihat keefektifan jumlah jalur pengisian yang dipakai Pertamina sekarang. Bila perbedaan parameter antrian antara kedua keadaan tersebut pada tahun 2010 ternyata tidak begitu jauh, maka simulasi untuk tahun 2011 – 2025 juga akan dilakukan 2 kali yaitu simulasi untuk jumlah jalur pengisian yang sesuai dengan yang ada di Plumpang dan simulasi untuk model dengan jumlah jalur pengisian berdasarkan perhitungan ρ .

Untuk mempermudah perhitungan digunakanlah perangkat lunak gratis TORA yang didesain untuk menjalankan berbagai jenis model antrian termasuk dua model yang salah satunya akan dipilih untuk mensimulasikan keadaan antrian di depot Plumpang. Penjelasan singkat mengenai TORA bisa dibaca di bab 2

3.5 Analisis Pengolahan Data

Data – data yang sudah didapatkan kemudian akan dianalisis dalam kaitannya dengan tujuan dari penelitian ini. Berikut adalah hal – hal yang perlu dianalisis dalam penelitian ini:

3.5.1 Analisis Persentase Kenaikan Kebutuhan Mobil Tangki di Depot Plumpang

Melalui proyeksi laju pertumbuhan konsumsi akan didapatkan data pertumbuhan kebutuhan mobil tangki di depot Plumpang berdasarkan pertumbuhan *throughput* premium Depot Plumpang dan data ini akan dianalisis berkaitan dengan besar kecilnya nilai pertumbuhan tersebut.

3.5.2 Analisis jumlah efisien kedatangan mobil tangki per hari (λ_{eff})

Nilai $\lambda_{\text{eff}} = \lambda$ pada model (M/M/c) : (GD/~/~) sehingga tidak perlu dianalisis. Sedangkan pada model (M/M/c) : (GD/~/~), nilai $\lambda_{\text{eff}} = \lambda - \lambda_{\text{lost}}$. λ_{lost} adalah jumlah mobil tangki yang tidak jadi masuk kedalam sistem karena sistem sudah penuh dan dalam kasus ini dianggap sebagai mobil yang perlu menunggu cukup lama diluar sistem sebelum bisa bergabung dengan sistem. Analisis ini akan membahas besar nilai λ_{eff} pada kasus ini dan artinya kedalam model antrian yang merepresentasikan keadaan depot Plumpang.

3.5.3 Analisis nilai perbandingan antara jumlah kedatangan mobil tangki per hari dengan jumlah jalur pengisian

Pada Model Antrian Tunggal Pelayanan Jamak ($M/M/c$) : $(GD/\sim/\sim)$, nilai ρ harus lebih kecil sama dengan nilai μ dikalikan dengan nilai c karena bila nilai ρ lebih besar berarti fasilitas yang ada tidak mampu untuk menangani semua mobil tangki yang datang. Oleh karena itu pada model $(M/M/c)$: $(GD/\sim/\sim)$, jumlah fasilitas pengisian akan ditambah agar fasilitas tersebut dapat melayani semua mobil tangki yang datang.

Model Antrian Tunggal Pelayanan Jamak Dengan Batasan Sistem ($M/M/c$) : $(GD/N/\sim)$ tidak perlu memenuhi kondisi seperti diatas, yang berbeda pada model ini adalah meskipun nilai ρ lebih besar daripada μ dikali c , model ini akan tetap jalan. Namun akan ada perubahan pada nilai λ_{eff} -nya. Perubahan nilai λ_{eff} dan alasan model tetap berjalan akan dibahas pada analisis ini.

3.5.4 Analisis rata – rata mobil tangki dalam sistem dan jumlah rata – rata mobil tangki dalam antrian

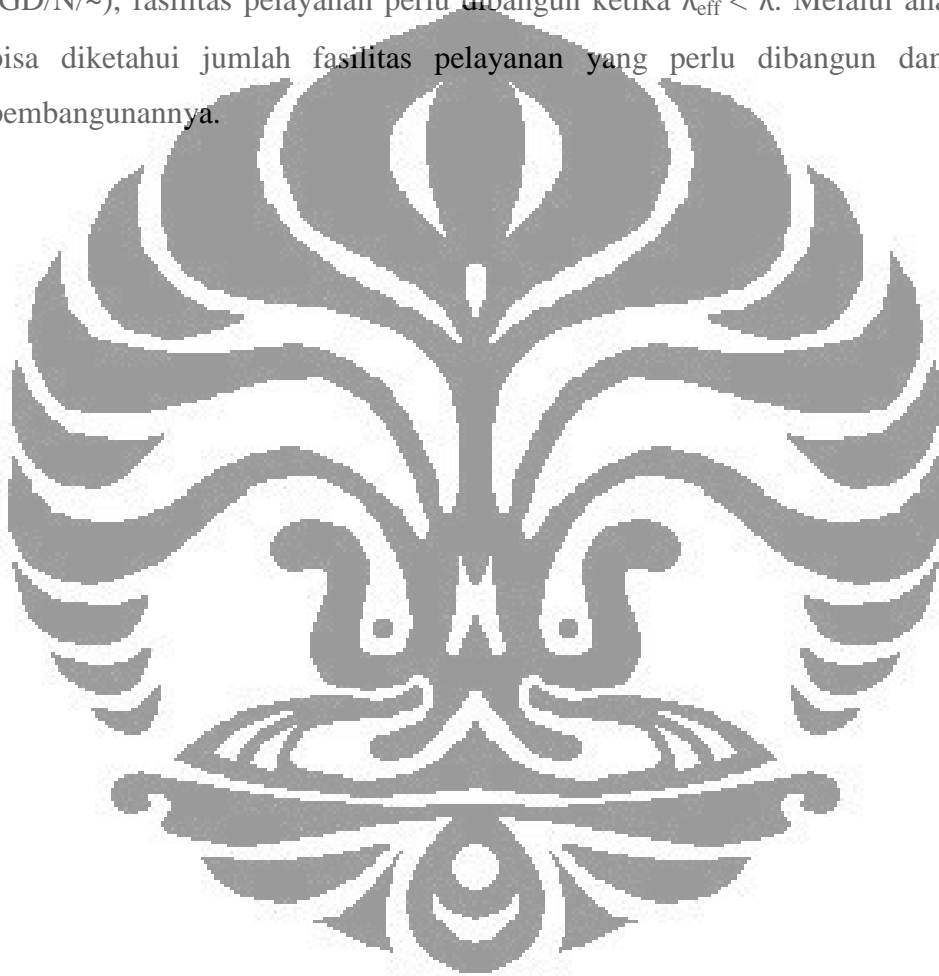
L_s (jumlah rata – rata mobil tangki dalam sistem) dan L_q (jumlah rata – rata mobil tangki dalam antrian) merupakan salah satu parameter penting dalam penelitian ini. Melalui kedua parameter ini bisa diketahui bilamana jumlah rata – rata mobil tangki dalam sistem ataupun antrian terlalu banyak atau terlalu sedikit. Bila sudah terlalu banyak, itu merupakan pertanda perlu dilakukan penambahan fasilitas. Sedangkan untuk model Antrian Tunggal Pelayanan Jamak Dengan Batasan Sistem ($M/M/c$) : $(GD/N/\sim)$ bisa dilihat bilamana L_s mendekati N atau tidak. Bila L_s mendekati N berarti sistem sudah hampir mencapai batasan maksimalnya.

3.5.5 Analisis waktu total rata – rata mobil tangki dalam sistem dan waktu rata – rata mobil tangki dalam antrian

W_s (Waktu total rata – rata mobil tangki dalam sistem) dan W_q (waktu rata – rata mobil tangki dalam antrian) adalah dua parameter penting dalam teori antrian. Depot Plumpang melayani ratusan mobil tangki oleh karena itu perbedaan waktu tunggu dalam sistem ataupun dalam antrian. Data ini akan dianalisis untuk dilihat waktu antrian dan waktu dalam sistem mobil tangki dari periode 2010 – 2025.

3.5.6 Analisis Pembangunan Filling Point

Pembangunan Filling point akan dilakukan apabila jumlah fasilitas pelayanan tidak lagi sanggup melayani mobil tangki yang datang ke Depot Plumpang. Dalam kasus Model Antrian Tunggal Pelayanan Jamak (M/M/c) : (GD/~/~), filling point perlu dibangun ketika $\lambda > \mu.c$. Sedangkan pada kasus Model Antrian Tunggal Pelayanan Jamak Dengan Batasan Sistem (M/M/c) : (GD/N/~), fasilitas pelayanan perlu dibangun ketika $\lambda_{\text{eff}} < \lambda$. Melalui analisis ini bisa diketahui jumlah fasilitas pelayanan yang perlu dibangun dan waktu pembangunannya.



BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Simulasi dalam penelitian ini berfungsi untuk mendapatkan parameter – parameter teori antrian sehingga dengan parameter – parameter tersebut bisa diambil keputusan – keputusan yang terbaik menyangkut fasilitas pelayanan pengisian premium di Depot Plumpang. Simulasi dapat merepresentasikan keadaan dalam suatu sistem dengan pendekatan – pendekatan tertentu. Pada akhir bab ini akan dibahas usulan perbaikan sistem antrian pada kasus ini

4.1 Sistem Pengisian Premium Ke Mobil Tangki Di Depot Plumpang

Bila pesanan premium dari SPBU sudah terbit LO-nya, dan sistem sudah siap menerima mobil tangki (jumlah mobil dalam sistem < 33), LO tersebut akan segera dicetak dan diberikan kepada supir yang bersangkutan. Kru dan mobil tangki kemudian masuk menuju *Get in* (pintu masuk area pengisian) menggunakan *e-button*. Di *Get in* ini, kru mobil tangki akan mendapatkan smobil penentuan filling point. Kemudian kru tangki akan melakukan proses pengisian pada filling point sesuai smobil. Berikutnya kru akan melakukan penyegelan tangki dan akan mendapatkan cetakkan surat jalan sebelum keluar dari area pengisian. Terakhir, kru akan membawa premium tersebut ke SPBU yang memesan.

4.2 Deskripsi Data

Sebelum masuk ke proyeksi dan dan simulasi pertama – tama perlu dikumpulkan terlebih dahulu data – data yang diperlukan dalam penelitian ini, antara lain: jumlah mobil tangki yang dilayani, waktu pelayanan jalur pengisian, waktu operasi depot, jenis ukuran mobil tangki, dan sistem antrian pada pengisian premium ke mobil tangki. Data ini digunakan untuk mengidentifikasi distribusi kedatangan dan pelayanan pada sistem.

Adapun data primer dari objek yang diteliti adalah sebagai berikut:

1. Depot Plumpang menerapkan sistem otomatis untuk menunjang predikatnya sebagai *World Class Depot*.

2. Jenis mobil tangki yang digunakan ada 4 jenis. yaitu: mobil tangki 16 kL, 24 kL, 32 kL, dan 40 kL. Masing – masing mobil tangki memiliki kompartemen 8 kL sehingga mobil tangki 16 kL akan memiliki 2 kompartemen 8 kL, mobil tangki 24 kL memiliki 3 kompartemen 8 kL, dan seterusnya sampai mobil tangki 40 kL yang memiliki 5 kompartemen 8 kL. Semua mobil tangki ini dikirimkan ke SPBU yang memesan. Gambar 4.1 menampilkan contoh mobil tangki berukuran 32 kL.



Gambar 4. 1 Mobil Tangki Ukuran 32 kL dengan 4 kompartemen
(sumber: Pertamina Depot Plumpang, 2010)

3. Depot Plumpang menyalurkan BBM ke konsumen di wilayah Jakarta, Bogor, Depok, Tangerang, dan Bekasi.
4. Pertamina memiliki sistem MYSAP, MS2, dan TAS untuk menunjang pendistribusiannya sehingga bisa berjalan lancar dan cepat sebagaimana yang telah dijelaskan secara singkat di tinjauan pustaka.

4.3 Proyeksi *Throughput* Premium Depot Plumpang Dengan Metode Laju pertumbuhan konsumsi

Proyeksi *Throughput* premium Depot Plumpang dilakukan menggunakan metode laju pertumbuhan konsumsi. Model proyeksi yang digunakan dalam studi ini adalah model proyeksi laju pertumbuhan konsumsi yaitu membuat proyeksi berdasarkan Produk Domestik Regional Bruto (PDRB). Hasil dari perhitungan metode ini adalah persen kenaikan *throughput* premium depot Plumpang yang diasumsikan konstan dari tahun 2010 sampai tahun proyeksi yang ditentukan (2025). Data persen kenaikan *throughput* premium akan dianggap sama dengan

data persen kenaikan mobil tangki yang dibutuhkan dalam mengetahui jumlah mobil tangki yang dibutuhkan dari tahun ke tahun karena dengan meningkatnya kebutuhan premium pastinya dibutuhkan tambahan mobil antrian bila sistem antrian yang digunakan tetap dari tahun ke tahun

Throughput premium Depot Plumpang diasumsikan terus meningkat seiring dengan meningkatnya PDRB. Metode yang digunakan untuk memproyeksikan *throughput* premium Depot Plumpang adalah metode laju pertumbuhan konsumsi dengan menggunakan elastisitas.

Persamaan yang digunakan untuk mendapatkan nilai elastisitas adalah persamaan yang disebut dengan rumus nilai tengah yang dapat dilihat pada persamaan 3.22. Adapun data hasil perhitungannya adalah sebagai berikut

Tabel 4.1 Perhitungan Elastisitas *Throughput* Premium Depot Plumpang tahun 2008 - 2009

Tahun	D premium (kL)	$\Delta D / D_{rata-rata}$	PDRB (miliar rupiah)	$\Delta PDRB / PDRB_{rata-rata}$	Elastisitas
2007			566.449		
2008	3390860		677.445	0.1413	
2009	3416876	0.0076	785.26	0.1474	0.0518
rata-rata	3403868		731.3525	0.1444	0.0518

Dari hasil perhitungan elastisitas yang diperoleh, nilai elastisitas yang dapat dijadikan acuan untuk menghitung pertumbuhan *throughput* premium sampai dengan tahun yang telah ditentukan harus ditentukan terlebih dahulu. Untuk perhitungan proyeksi digunakan kenaikan PDRB perkapita dibagi dengan rata – rata PDRB perkapita. Nilai tersebut akan konstan, yaitu 0.147. Nilai ini didapatkan dari nilai rata – rata tahun 2008 – 2009.

$$\frac{\Delta PDRB}{Rata-rata(PDRB_n, PDRB_{n-1})} = 0.147$$

Diasumsikan bahwa pertumbuhan ekonomi dan situasi ekonomi lain pada saat tahun proyeksi cenderung tetap. Dari persamaan 4.1, dapat dicari nilai delta permintaan dibagi dengan rata – rata permintaan, yaitu:

$$\frac{\Delta D}{Rata-rata(D_n, D_{n-1})} = \frac{\Delta PDRB}{Rata-rata(PDRB_n, PDRB_{n-1})} \times \text{elastisitas} \quad (4.1)$$

Sehingga didapatkan nilai untuk setiap tahunnya yaitu sebagai berikut:

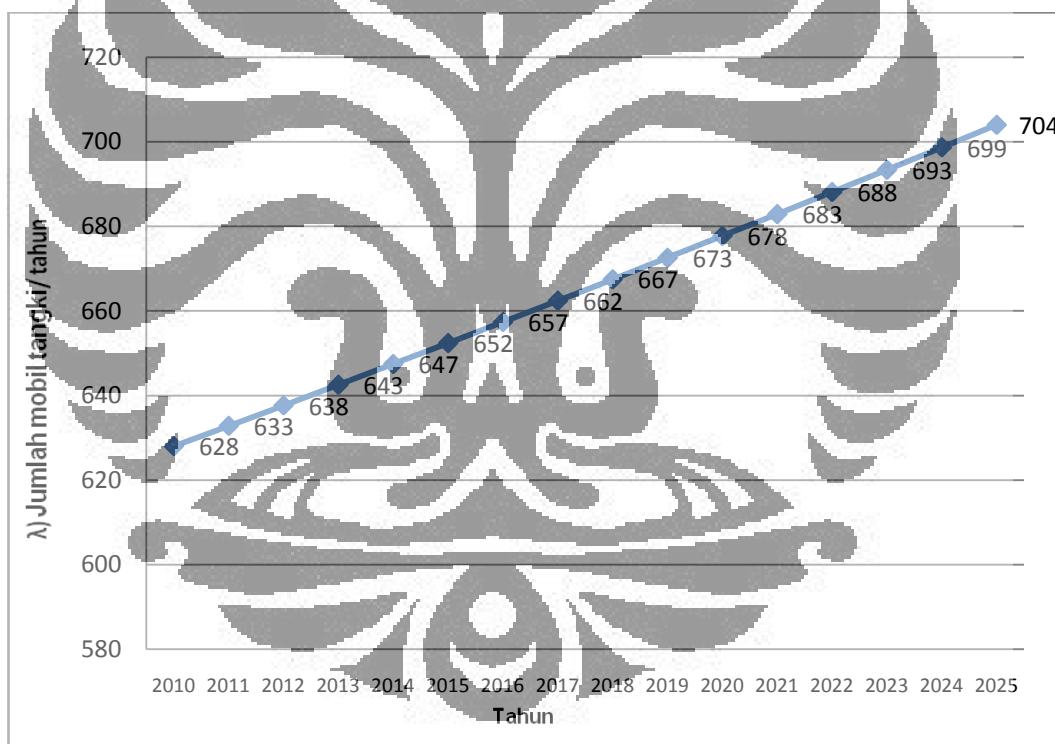
$$\frac{\Delta D}{Rata - rata(D_n, D_{n-1})} = 0.147 \times 0.0518 = 0.0076$$

Untuk mendapatkan proyeksi kebutuhan mobil tangki dari tahun 2011 sampai dengan tahun 2025 digunakan persamaan dibawah ini:

$$\lambda_n = \left(\lambda_{n-1} + \lambda_{n-1} \times \frac{\Delta PDRB}{Rata-rata(PDRB_n, PDRB_{n-1})} \times \text{elastisitas} \right) \quad (4.2)$$

Hasil lengkap proyeksi perhitungan proyeksi Mobil tangki premium dapat dilihat pada Lampiran 1.

Dari hasil perhitungan diatas dapat dikatakan bahwa elastisitas rata – rata sebesar 0.0518 berarti bahwa dalam setiap kenaikan PDRB sebesar 1% akan terjadi kenaikan kebutuhan mobil tangki premium dan *throughput* premium sebesar 0.0518%. Grafik yang menunjukkan proyeksi kebutuhan mobil tangki sampai dengan tahun 2025 dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 4. 2 Grafik Proyeksi Kebutuhan Mobil Tangki Tahun 2010 - 2025

Data – data tersebut menunjukkan proyeksi kebutuhan mobil tangki untuk BBM jenis premium dari tahun 2010 sampai dengan tahun 2025. Data – data ini nantinya akan menjadi input bagi simulasi model antrian untuk menghitung berbagai parameter teori antrian. Data kebutuhan mobil tangki tahun 2010

didapatkan dari pengolahan data dari lapangan yang akan dijelaskan pada bagian berikutnya.

Proyeksi laju pertumbuhan konsumsi dalam penelitian ini hanya menggunakan data tahun 2008 dan 2009 saja dikarenakan keterbatasan data *throughput* dari depot Plumpang.

4.4 Simulasi Model Teori Antrian

4.4.1 Pembahasan Model

Model Teori Antrian yang dipakai dalam Penelitian ini adalah Model Antrian Tunggal Pelayanan Jamak Dengan Batasan Sistem dengan Notasi $(M/M/c) : (GD/N/\infty)$, $c \leq N$. Model inilah yang paling tepat dalam merepresentasikan keadaan antrian mobil tangki di Depot Plumpang. Model ini menggunakan distribusi kedatangan Markovian (M), distribusi waktu servis Markovian (M), jumlah fasilitas pelayanan sebanyak c (C), disiplin antrian *General Discipline* (GD), jumlah maksimal mobil tangki di sistem sejumlah N (N), dan jumlah sumber kedatangan infinite (∞).

Distribusi kedatangan Markovian (Poisson) dipilih karena jenis distribusi ini adalah jenis distribusi yang cocok untuk sistem yang memiliki karakteristik *steady state*, yang dicapai setelah sistem beroperasi untuk periode waktu yang cukup lama. Selain itu distribusi Poisson dipilih sebagai distribusi kedatangan karena merupakan jenis distribusi yang dipakai ketika kedatangan terjadi dengan karakteristik acak dan tidak ada cara untuk memprediksi kedatangan pelanggan dalam sistem, sebagaimana yang terjadi di Depot Plumpang. Untuk distribusi pelayanannya, jenis distribusi kedatangan juga Markovian (yang ekuivalen dengan jenis distribusi eksponensial negatif) karena bila kedatangan pada fasilitas pelayanan selama periode spesifik terjadi menurut distribusi Poisson, maka distribusi waktu pelayanannya harus mengikuti distribusi eksponensial negatif (yang dalam model ini menggunakan lambang M). Jumlah server paralel di depot Plumpang direpresentasikan dengan lambang c karena pelayanan pengisian premium di Depot Plumpang terdiri atas lebih dari satu sarana pengisian. Jenis disiplin antrian yang dipakai adalah GD (*General Discipline*) karena merupakan disiplin antrian yang bisa merepresentasikan disiplin antrian apapun (FCFS,

LCFS, ataupun SIRO). Jumlah maksimal mobil tangki yang bisa masuk dalam sistem adalah sebanyak N buah karena sistem di Depot Plumpang membatasi jumlah mobil tangki yang bisa masuk ke area pengisian (sistem). Dan jumlah sumber kedatangannya adalah tak terbatas karena sumber kedatangan tersebut merepresentasikan jumlah SPBU yang dilayani Depot Plumpang dan karena jumlahnya yang besar bisa dianggap sebagai tak terbatas.

Secara spesifik, notasi model untuk Plumpang adalah: $(M/ M/ 11) : (GD/ 33/ \infty)$. Nilai c untuk keadaan Depot Plumpang adalah 11 sesuai dengan jumlah jalur pengisian premium di Depot Plumpang, sedangkan nilai 33 merepresentasikan jumlah mobil tangki maksimal yang diperbolehkan masuk pada satu periode waktu tertentu, bila satu mobil tangki sudah keluar dari sistem, barulah mobil tangki berikutnya bisa masuk.

4.4.2 Input Model Simulasi

Selain mendefinisikan keadaan sistemnya, data input simulasi juga perlu ditentukan untuk menjalankan simulasi model ini. Data yang diperlukan dalam model ini adalah:

1. λ (lambda) = rata – rata jumlah kedatangan mobil tangki setiap hari,
2. μ (mu) = rata – rata jumlah mobil tangki yang bisa dilayani satu jalur pengisian setiap hari.

Baik data Lambda maupun data Mu diambil dari data langsung di lapangan yang kemudian diolah agar data tersebut bisa memenuhi model teori antrian.

- Berikut adalah perhitungan Data Lambda untuk masukkan model simulai:
2. Data nilai rata – rata penggunaan mobil tangki harian yang didapatkan adalah dari tanggal 1 Januari 2010 – 28 April 2010. Data mobil tangki tidak dapat dipublikasikan dalam penelitian ini untuk menjaga kerahasiaan sarana prasarana Pertamina.
 3. Kapasitas semua mobil tangki diekivalenkan menjadi 16 kL sehingga nantinya jumlah mobil tangki yang tidak berkapasitas 16 kL (24 kL, 32 kL, dan 40 kL) direpresentasikan dalam jumlah mobil tangki 16 kL. Jumlah mobil tangki 24 kL menjadi identik dengan 1.5 mobil tangki 16 kL, mobil tangki 32 kL identik

dengan 2 mobil tangki 16 kL, dan mobil tangki 40 kL akan identik dengan 2.5 mobil tangki 16 kL. Perhitungannya adalah sebagai berikut:

$$MT_{(16-16)} = MT_{(16)} \quad (4.3)$$

$$MT_{(24-16)} = 1.5 \times MT_{(24)}, \quad (4.4)$$

$$MT_{(32-16)} = 2 \times MT_{(32)}, \quad (4.5)$$

$$MT_{(40-16)} = 2.5 \times MT_{(40)}. \quad (4.6)$$

Keterangan:

- $MT_{(16-16)}$ = Jumlah mobil tangki 16 ton terkonversi menjadi 16 ton.
- $MT_{(24-16)}$ = Jumlah mobil tangki 24 ton terkonversi menjadi 16 ton.
- $MT_{(32-16)}$ = Jumlah mobil tangki 32 ton terkonversi menjadi 16 ton.
- $MT_{(40-16)}$ = Jumlah mobil tangki 40 ton terkonversi menjadi 16 ton.
- $MT_{(24)}$ = Jumlah mobil tangki 24 ton.
- $MT_{(32)}$ = Jumlah mobil tangki 32 ton.
- $MT_{(40)}$ = Jumlah mobil tangki 40 ton.

Jumlah Mobil tangki 24, 32, dan 40 kL semuanya dikonversikan dalam jumlah mobil tangki 16 kL karena hanya satu data lambda yang bisa dimasukkan dalam model simulasi yang dipakai dalam penelitian ini sehingga pendekatan inilah yang dipakai untuk menghadapi keterbatasan dari model yang digunakan.

Berikut adalah perhitungan dan hasil dari konversinya

$$MT_{(16-16)} = MT_{(16-16)} = 181 \text{ mobil tangki}$$

$$MT_{(24-16)} = 1.5 \times 158 = 237 \text{ mobil}$$

$$MT_{(32-16)} = 2 \times 95 = 190 \text{ mobil tangki}$$

$$MT_{(40-16)} = 2.5 \times 8 = 20 \text{ mobil tangki}$$

4. Menjumlahkan jumlah mobil tangki 16 kL dengan jumlah mobil tangki 24 kL, 32 kL, dan 40 kL yang telah dikonversikan.

$$\lambda_{(16)} = MT_{(16-16)} + MT_{(24-16)} + MT_{(32-16)} + MT_{(40-16)}. \quad (4.7)$$

$$\lambda_{(16)} = 181 + 237 + 190 + 20 = 628 \text{ mobil tangki}$$

Sehingga didapatkan $\lambda_{(16)} = 628$ mobil tangki

- Perhitungan Data Mu (jumlah mobil tangki yang dapat dilayani satu server dalam satu periode waktu)

Data Mu merepresentasikan jumlah mobil tangki yang dapat dilayani satu server dalam satu periode waktu (satu hari). Rumusan untuk menghitung data Mu adalah sebagai berikut:

$$\mu = \frac{23 \text{ jam/hari} \times 60 \frac{\text{menit}}{\text{jam}}}{t} \quad (4.8)$$

keterangan:

μ = jumlah mobil tangki yang dilayani per hari.

t = waktu pelayanan satu mobil tangki (menit/ mobil).

23 jam dalam persamaan 4.4 ini merepresentasikan keadaan pengisian di Depot Plumpang yang berjalan selama 23 jam sehari, antara pukul 23.00 – 24.00, Depot Plumpang rutin menghentikan kegiatan pengisian premium BBM untuk melakukan penghitungan stok di Depot.

Yang didefinisikan sebagai t disini adalah jumlah waktu yang dibutuhkan bagi mobil tangki untuk membuka – menutup kunci kompartemen mobil tangki, diisi dengan premium, dan menjalankan mobil sampai keluar dari sistem. Waktu untuk membuka dan menutup kunci kompartemen mobil tangki di lapangan masing - masing kurang lebih 2,5 menit (menurut catatan langsung di lapangan), kemudian waktu pengisian premium ke mobil tangki 16 kL kurang lebih 10 menit (dengan laju alir *Filling point* adalah 1000 L/ menit), dan terakhir: waktu yang dibutuhkan mobil tangki untuk keluar dari sistem adalah kurang lebih 5 menit.

Meskipun laju alirnya adalah 1000 L/ menit, waktu pengisiannya bukan 8 menit, melainkan 10 menit karena laju alir tidak konstan 1000 L/ menit dari awal sampai akhir pengisian. Pada awal pengisian biasanya laju alir bergerak dari nilai 0 sampai stabil di 1000 L dan bila sudah mendekati akhir, laju alirnya akan menurun sampai angka 0 Liter. Waktu 10 menit ini sendiri didapatkan dari pengecekan langsung di lapangan dan juga diklarifikasi dengan pernyataan supir - supir mobil tangki di Depot Plumpang. Dari pernyataan – pernyataan diatas bisa disimpulkan:

$$t_{\text{(total)}} = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 \quad (4.9)$$

keterangan:

t_1 = waktu mobil berjalan ke fasilitas pelayanan = 1 menit

t_2 = waktu membuka saluran *loading* kompartemen mobil tangki = 2.5 menit/ mobil

t_3 = waktu pengisian premium = 10 menit/ mobil

t_4 = waktu menutup dan menyegel saluran *loading* kompartemen mobil tangki = 2.5 menit/ mobil

$t_{(total)}$ = 1 menit/ mobil + 2.5 menit/mobil + 10 menit/ mobil + 2.5 menit/ mobil = 16 menit/ mobil.

$$\mu = \frac{23 \text{ jam/hari} \times 60 \frac{\text{menit}}{\text{jam}}}{16 \text{ menit/mobil}} = 86.25 \text{ mobil/ hari}$$

Dari Perhitungan, kita dapatkan bahwa nilai μ adalah 86.25 mobil/ hari, namun karena nilai μ dalam kasus ini sebaiknya berupa integer, dilakukan pembulatan ke bawah menjadi 86.

4.4.3 Hasil dan Analisis Simulasi Permodelan

Hasil dan Analisis Simulasi Permodelan untuk tahun 2010

Seluruh parameter dari teori antrian akan dianalisis pada bagian ini dan untuk mempermudah analisis parameter teori antrian dari model dengan total jalur pengisian 11 jalur, hasil simulasi ini akan dibandingkan dengan parameter teori antrian dari model dengan 8 jalur pengisian. Model teori antrian dengan 8 jalur pengisian dipilih sebagai pembanding karena secara sederhana, jumlah jalur pengisian yang diperlukan bisa dihitung dengan membagi jumlah kedatangan mobil tangki per hari dengan jumlah mobil tangki yang bisa dilayani sebuah jalur pengisian per hari dan nilainya adalah $= 628 : 86 = 7.302$. Karena nilai jalur pengisian adalah integer, nilai ini dibulatkan keatas menjadi 8 karena bila dibulatkan kebawah berarti jumlah jalur pengisiannya tidak akan mampu melayani seluruh mobil tangki yang datang.

Nilai – nilai yang akan dianalisis adalah: Jumlah kedatangan mobil tangki efisien per hari (λ_{eff}), jumlah jalur pengisian minimal (ρ) yang dihitung dengan membagi jumlah kedatangan mobil tangki per hari (λ) dengan jumlah mobil tangki yang bisa dilayani sebuah jalur pengisian sehari (μ), jumlah rata – rata mobil yang berada dalam sistem dalam satu hari (L_s), rata – rata waktu mobil tangki

berada dalam sistem (W_s), dan rata – rata waktu mobil tangki berada dalam antrian (W_q).

Dari Tabel 4.2 bisa dilihat bahwa nilai efisien jumlah kedatangan mobil tangki harian per hari (λ_{eff}) pada model dengan 11 jalur adalah 628 yang menandakan semua mobil tangki terlayani dengan baik tanpa ada mobil tangki yang keluar dari sistem karena sistem sudah penuh (dalam sistem terdapat 33 mobil tangki), sedangkan pada model dengan 8 jalur, nilai (λ_{eff}) adalah 616.895 yang secara teoritis berarti sekitar 11.103 mobil tangki meninggalkan area pengisian karena sistem sudah berada dalam keadaan penuh (sudah mencapai batas kapasitas maksimum sistem). Walaupun teori mengatakan bahwa ada sekitar 11.103 ~ 11 mobil tangki yang akan meninggalkan area pengisian sebelum masuk kedalam sistem karena sistem sudah penuh, pada kenyataannya hal tersebut tidak akan terjadi karena mobil tangki tidak memiliki pilihan lain selain mengisi premiumnya di Depot Plumpang. Yang terjadi adalah rata – rata sekitar 11 mobil tangki di depot Plumpang akan menunggu lebih lama dibanding mobil tangki lainnya karena sistem sudah terisi penuh.

Untuk nilai perbandingan antara kedatangan mobil tangki per hari (λ) dan jumlah mobil tangki yang bisa dilayani sebuah jalur pengisian setiap hari (μ) atau yang dikenal dengan nama (ρ) antara model dengan 11 jalur dan 8 jalur adalah sama yaitu 7.302. Berarti, baik model dengan 11 jalur pengisian, maupun 8 jalur pengisian sudah memenuhi batasan minimal jalur pengisian yang dibutuhkan berdasarkan parameter ini. Pada Tabel 4.2, jalur pengisian dilambangkan dengan c.

Tabel 4. 2 Hasil Simulasi Teori Antrian Tahun 2010 untuk 8 dan 11 Jalur

Tahun	Input Model			Output Model				
	C	λ	μ	λ_{eff}	ρ	Ls	Ws (menit)	Wq (menit)
2010	11	628	86	628	7.302	7.603	16.712	0.662
	8	628	86	616.8984	7.302	11.228	25.116	9.067

Rata - rata mobil tangki yang berada pada model dengan 11 jalur pengisian berjumlah 7.603, sedangkan pada model dengan 8 jalur pengisian jumlah mobil tangkinya ada 11.228. Berarti pada model dengan 11 jalur pengisian sebanyak 7 – 8 mobil tangki secara umum akan berada dalam sistem untuk diisi premium

sehingga ada 3 – 4 jalur pengisian yang tidak terpakai secara rutin. Sedangkan pada model dengan 8 jalur pengisian, jumlah rata – rata mobil yang berada dalam sistem adalah 11.228 yang berarti secara umum ada 11 – 12 mobil tangki berada dalam sistem, 8 – 9 sedang mengisi sedang, 2 – 3 mobil mengantri dibelakangnya. Angka – angka ini menunjukkan bahwa antrian yang terbentuk pada model dengan 11 jalur pengisian lebih baik karena jumlah antriannya lebih kecil. Hal ini akan semakin dikuatkan dengan analisis waktu rata – rata sebuah mobil tangki berada dalam sistem dibawah ini.

Perbedaan dramatis terletak pada waktu rata – rata mobil tangki berada dalam sistem (W_s) dan waktu rata – rata mobil tangki berada dalam antrian (W_q). Pada model dengan 11 jalur pengisian, waktu rata – rata mobil tangki berada dalam sistem adalah 16.712 menit, sedangkan pada model dengan 8 jalur pengisian, waktunya adalah 25.116 menit. Terjadi peningkatan dramatik sebesar 8.404 menit. Peningkatan sebanyak 8.404 menit ini tergolong peningkatan yang besar, mengingat ada 628 mobil tangki yang perlu dilayani dengan hanya 8 jalur pengisian pada model dengan 8 jalur. Andaikan jumlah mobil tangki yang dilayani setiap jalur pengisian jumlahnya sama, yaitu 78 – 79 mobil tangki (628 dibagi 8 adalah 78.5) berarti perbedaan waktu total antara sistem sistem dengan 11 jalur pengisian dan 8 jalur pengisian untuk masing – masing jalurnya adalah 78 dikalikan 8.404 menit atau setara dengan 655.5 menit atau kurang lebih 10.93 ~ 11 jam. Perbedaan waktu total sebuah jalur pengisian yang sistemnya memiliki 8 jalur pengisian dan 11 jalur pengisian adalah 11 jam dan ini bukanlah angka yang kecil. Hal yang sama juga terlihat pada perbedaan rata – rata waktu antrian mobil tangki yang masuk kedalam sistem dengan 11 jalur dan 8 jalur. Rata – rata waktu antrian sebuah mobil tangki pada sistem dengan 11 jalur adalah 0.663 menit, sedangkan pada sistem dengan 8 jalur nilainya adalah 9.067 menit. Selisihnya adalah 8.404 menit, hal ini berarti perbedaan waktu tunggu mobil tangki dalam sistem berasal dari rata – rata waktu tunggu mobil tangki dalam antrian.

Hasil Lengkap Simulasi Antrian model antrian dengan jalur pengisian sebanyak 8 jalur untuk tahun 2010 dan 11 jalur untuk tahun 2010 – 2025 bisa di lihat pada bagian Lampiran 2 dan 3.

- Hasil dan Analisis Simulasi Permodelan untuk tahun 2011 – 2025

Dari analisis tahun 2010 bisa dilihat bahwa pemakaian 11 jalur jauh lebih efektif dibandingkan pemakaian 8 jalur oleh karena itu analisis parameter antrian dari tahun 2011 – 2025 tidak akan membandingkan keadaan antara penggunaan 11 jalur dan 8 jalur, melainkan hanya melihat *trend* nilai dari parameter antrian dari tahun 2011 - 2025 untuk model 11 jalur yang merepresentasikan keadaan nyata di plumpang. Selain itu, rata – rata waktu mobil tangki berada dalam sistem pada model dengan 8 jalur pada tahun 2010 sudah tergolong tinggi, tentunya nilai ini akan terus meningkat seiring dengan bertambahnya jumlah mobil tangki yang datang ke depot Plumpang sehingga tidak tepat untuk menganalisis keadaan dengan 8 jalur pengisian yang sudah terbukti tidak efektif di analisis tahun 2010.

Data yang akan dianalisis adalah *trend* dari tahun 2011 sampai 2025 untuk nilai kedatangan efisien mobil tangki yang datang per hari (λ_{eff}), perbandingan antara jumlah kedatangan mobil tangki per hari dan jumlah mobil tangki yang bisa dilayani satu fasilitas pengisian per hari atau yang dikenal dengan sebutan rho (ρ), rata – rata mobil tangki yang berada dalam sistem (L_s), dan waktu rata – rata mobil tangki berada dalam sistem (W_s). Berikut adalah analisisnya

o Analisis *Trend* Data λ_{eff} dan ρ untuk tahun 2011 – 2025

Hasil pengolahan data untuk nilai λ_{eff} dan ρ pada tahun 2011 – 2025 ditunjukkan pada Tabel 4.3

Nilai λ_{eff} pada Tabel 4.3 semuanya mendekati nilai λ dan dari tahun 2011 – 2025 keduanya memiliki selisih kurang dari 0.08 dan karena nilainya yang kecil bisa dianggap bahwa tidak ada mobil tangki yang meninggalkan sistem karena sistem sudah penuh. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan 11 jalur pengisian di Depot Plumpang sampai tahun 2025 masih memadai. Hal ini diperkuat dengan perhitungan ρ yang sampai pada tahun 2025 menunjukkan hanya memerlukan 8.186 ~ 9 jalur pengisian.

o Analisis *Trend* Data L_s untuk tahun 2011 – 2025

Pada tahun 2011, jumlah mobil tangki yang berada dalam sistem adalah 7.682, berarti secara umum 7 – 8 mobil tangki yang mengisi di jalur pengisian, sedangkan 3 – 4 jalur pengisian akan kosong. Sedangkan pada tahun 2025

nilainya akan menjadi 8.976, yang berarti secara umum akan ada 8 – 9 mobil tangki yang mengisi di jalur pengisian, sedangkan 2 – 3 jalur pengisian akan kosong dan bisa menjadi cadangan. Hal ini menandakan bahwa penggunaan 11 jalur pengisian sudah tepat dari segi efeknya terhadap jumlah mobil tangki yang akan berada dalam sistem.

Tabel 4. 3 Data λ_{eff} dan ρ pada tahun 2011 - 2025

Tahun	Input Model			Output Model	
	Λ	μ	C	Λ_{eff}	ρ
2011	633	86	11	632.995	7.36047
2012	638	86	11	637.994	7.4186
2013	643	86	11	642.993	7.47674
2014	647	86	11	646.991	7.52326
2015	652	86	11	651.989	7.5814
2016	657	86	11	656.987	7.63953
2017	662	86	11	661.984	7.69767
2018	667	86	11	666.981	7.75581
2019	673	86	11	672.976	7.82558
2020	678	86	11	677.971	7.88372
2021	683	86	11	682.965	7.94186
2022	688	86	11	687.958	8
2023	693	86	11	692.949	8.05814
2024	699	86	11	698.9328	8.12791
2025	704	86	11	703.926	8.18605

Nilai L_s dari tahun 2011 sampai dengan tahun 2025 ditunjukkan dengan Tabel 4.4 di halaman selanjutnya

- o Analisis *Trend* Data waktu rata – rata yang diluangkan sebuah mobil tangki dalam sistem (W_s) untuk tahun 2011 – 2025

Jumlah waktu rata – rata yang diluangkan sebuah mobil tangki dalam sistem adalah parameter penting yang dihitung dengan membagi total jumlah mobil tangki yang berada dalam sistem dengan (L_s) dengan jumlah efisien kedatangan mobil tangki per hari (λ_{eff}).

Tabel 4.5 menunjukkan bahwa pada tahun 2011, waktu total sebuah mobil tangki berada dalam sistem adalah 16.753 menit, sedangkan pada tahun 17.595 menit. Terjadi kenaikan sebesar 0.842 menit atau kurang dari satu menit dari antara tahun 2011 sampai dengan tahun 2025. Hal ini menandakan bahwa desain

Depot Plumpang untuk pengisian premium sudah bisa memenuhi kebutuhan sampai tahun 2025.

Tabel 4. 4 Data L_s untuk tahun 2011 – 2025

Tahun	Input Model			Output Model
	λ	M	c	L_s
2011	633	86	11	7.682
2012	638	86	11	7.762
2013	643	86	11	7.843
2014	647	86	11	7.909
2015	652	86	11	7.993
2016	657	86	11	8.078
2017	662	86	11	8.165
2018	667	86	11	8.254
2019	673	86	11	8.363
2020	678	86	11	8.456
2021	683	86	11	8.551
2022	688	86	11	8.649
2023	693	86	11	8.748
2024	699	86	11	8.871
2025	704	86	11	8.976

Tabel 4. 5 Data W_s untuk tahun 2011 – 2025

Tahun	Input Model			Output Model
	λ	M	c	W_s (menit)
2011	633	86	11	16.753
2012	638	86	11	16.795
2013	643	86	11	16.836
2014	647	86	11	16.864
2015	652	86	11	16.919
2016	657	86	11	16.974
2017	662	86	11	17.015
2018	667	86	11	17.084
2019	673	86	11	17.153
2020	678	86	11	17.209
2021	683	86	11	17.278
2022	688	86	11	17.347
2023	693	86	11	17.416
2024	699	86	11	17.512
2025	704	86	11	17.595

Hasil Lengkap Simulasi Antrian model antrian dengan jalur pengisian sebanyak 11 jalur untuk tahun 2010 – 2025 bisa di lihat pada bagian Lampiran 3

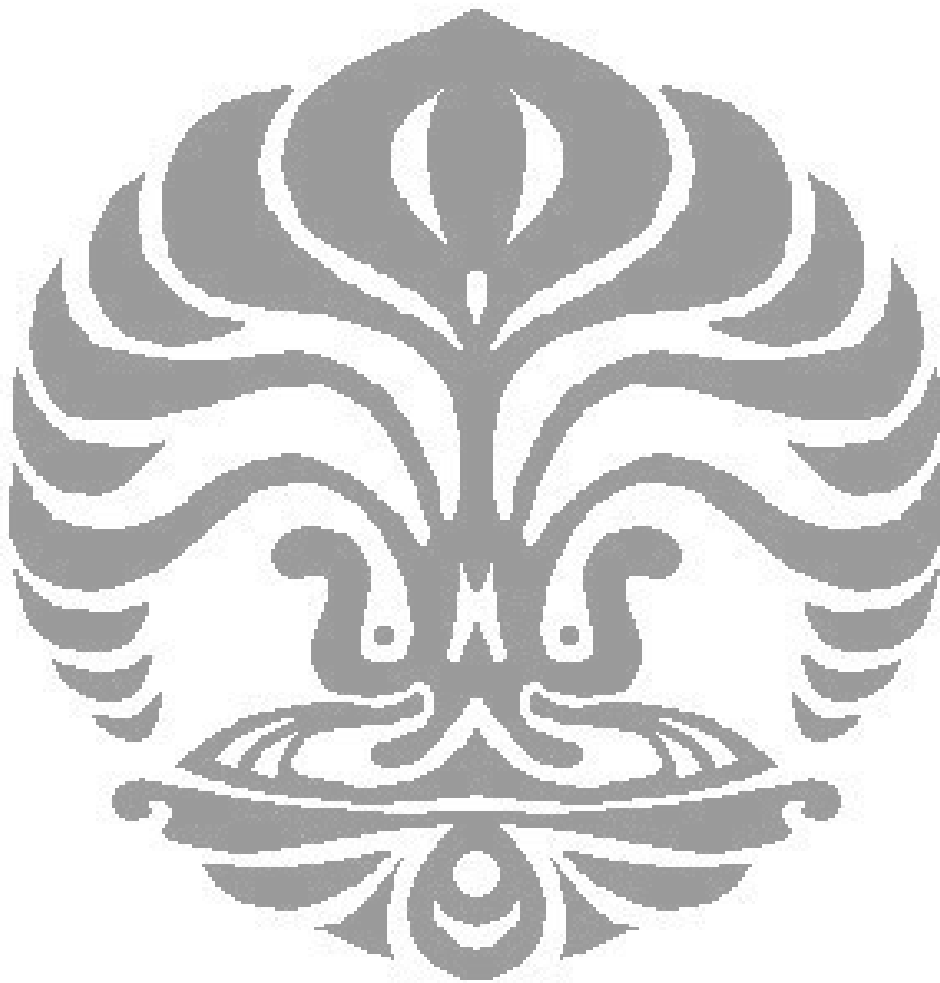
4.5 Analisis Kesalahan

Simulasi model antrian yang disajikan dalam penelitian ini memberikan hasil berupa informasi tentang keadaan antrian di depot Plumpang, lambda efisien, utilitas fasilitas pelayanan, jumlah mobil tangki dalam antrian, jumlah mobil tangki dalam sistem, waktu rata – rata total mobil dalam sistem, dan waktu rata – rata mobil dalam antrian dengan asumsi rata-rata kedatangan dan waktu pelayanan terdistribusi secara acak.

Untuk menghitung parameter – parameter tersebut dilakukan pendekatan – pendekatan dalam mendefinisikan kondisi sistem dan masukkan data simulasi itu sendiri. Namun tentunya pendekatan – pendekatan tersebut ada yang berbeda dengan kondisi aslinya sehingga menghasilkan error ataupun kesalahan. Berikut adalah beberapa pendekatan yang diambil yang menyebabkan penyimpangan dalam hasil penelitian ini:

1. Input data Lambda dalam penelitian ini adalah jumlah mobil tangki 16 kL, 24 kL, 32 kL, dan 40 kL yang kesemuanya diekivalenkan menjadi 16 kL. Hal ini berbeda dari keadaan nyata dimana input kedalam sistem bukan hanya mobil tangki 16 kL, melainkan juga mobil tangki 24 kL, 32 kL, dan 40 kL. Hal ini dilakukan karena sistem yang menunjang keadaan input yang bervariasi belum diketahui oleh penulis.
2. Pengisian premium di depot Plumpang menggunakan 24 *filling point* dalam 11 jalur. Diantara 11 jalur tersebut terdapat 9 jalur dengan masing – masing 2 *filling point* dan 2 jalur dengan masing – masing 3 *filling point*. Biasanya Jalur dengan 3 *filling point* digunakan untuk mobil tangki 32 dan 40 kL, namun karena semua mobil tangki yang masuk diasumsikan adalah mobil tangki 16 kL berarti 2 jalur ini tidak beroperasi maksimal karena satu *filling point* dari masing – masing jalur tidak terpakai.

3. Hasil proyeksi laju pertumbuhan konsumsi menggunakan asumsi pertumbuhan ekonomi konstan dari tahun ke tahun, padahal dalam kenyataannya pasti ada fluktuasi pertumbuhan ekonomi.



BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Total jumlah mobil tangki yang masuk ke Depot Plumpang untuk pengisian pada tahun 2010 ekuivalen dengan 628 mobil tangki 16 kL dengan kenaikan kebutuhan sebanyak 5 mobil tangki setiap tahunnya dari tahun 2010 – 2025.
2. Dengan asumsi hanya mobil tangki 16 kL yang dipakai di depot Plumpang, jumlah jalur pengisian yang dibutuhkan untuk pengisian premium di depot Plumpang dari tahun 2010 – 2025 adalah sebanyak 11 jalur pengisian yang masing – masing terdiri atas 2 *filling point*.
3. Dari hitungan model antrian, nilai λ_{lost} (jumlah mobil tangki yang meninggalkan sistem karena sistem berada dalam keadaan penuh) dari tahun 2010 – 2025 semuanya dibawah 0.08 yang akan dibulatkan kebawah sehingga nilainya bisa dianggap menjadi 0. Bilai nilai $\lambda_{lost} \geq 0.5$ berarti akan terjadi pembulatan keatas yang berarti ada 1 mobil tangki yang keluar. Sedangkan nilai L_s (jumlah rata – rata mobil tangki) pada sistem dari tahun 2010 – 2025 semuanya dibawah 9. Berarti dari 11 jalur, 9 jalur sudah terisi, sedangkan 2 jalur masih kosong. Bila nilai L_s menyentuh angka 11 berarti semua jalur pengisian selalu dalam keadaan terisi. Hal ini mengindikasikan bahwa sistem fasilitas pengisian yang ada sekarang efektif bekerja sampai tahun 2025.
4. Dari segi waktu pelayanan, satu buah mobil tangki cukup berada dalam sistem selama kurang dari 17.6 menit dari tahun 2010 – 2025. Hal ini menandakan bahwa sistem pengisian dan antrian di Pertamina dengan menggunakan 11 jalur sudah berjalan efektif.

5.2 Saran

Untuk membuat pelayanan pengisian premium di Plumpang bekerja dengan lebih efektif, Plumpang bisa menggunakan filling point dengan laju alir yang lebih tinggi sehingga waktu pelayanannya lebih cepat.

DAFTAR REFERENSI

- Anonim. (2010, Juni 21). Premium. Juni 21, 2010. <http://id.wikipedia.org/wiki/Bensin>.
- Anonim. (2010, Juni 21). Bensin. Juni 21, 2010. http://www.bphmigas.go.id/p/bphmigaspages/bbm/jenis_bbm.html.
- Anonim. (2010, Juni 11). pdrb jakarta tahun 2009. Juni 11, 2010. http://jakarta.bps.go.id/BRS/PDRB/PDRB_0904.pdf.
- Anonim. (2010, Juni 11). pdrb jakarta tahun 2008. Juni 11, 2010. http://jakarta.bps.go.id/BRS/PDRB/PDRB_0903.pdf.
- Anonim. Juli 2009. *Sekilas PT Pertamina (Persero) Area Jawa Bagian Barat Instalasi Jakarta Group*. Jakarta: PT Pertamina (Persero).
- Administrasi Depot FP Premium Plumpang. 2010. *Laporan Bulanan Depot FP Premium Plumpang Januari - April 2010*. Jakarta: PT Pertamina (Persero).
- Handy A, Taha. (2003). *Operations Research: An Introduction* (7th ed.). Prentice Hall Inc.
- Leonardo, Erick (2008, Juni). *Studi Proyeksi Kebutuhan dan Infrasmobiltur PREMIUM Dalam Rangka Konversi Minyak Tanah di Kota Depok*. Skripsi Teknik Kimia FTUI.
- Rachman, Amar. (2007). *Modul 12 - Teori Antrian*. Depok: Teknik Industri FTUI.
- Saputra, Asep Handaya. *Laporan Akhir Optimalisasi Pengembangan Infrasmobiltur Penyediaan dan Pendistribusian BBM*. Depok: Teknik Kimia FTUI.
- Universitas Indonesia Reference Library 2009*.

LAMPIRAN

Lampiran 1: Data hasil proyeksi perhitungan proyeksi Mobil tangki premium tahun 2010 – 2025

tahun	lambda
2010	628
2011	633
2012	638
2013	643
2014	647
2015	652
2016	657
2017	662
2018	667
2019	673
2020	678
2021	683
2022	688
2023	693
2024	699
2025	704

Lampiran 2: Hasil Simulasi Model Antrian untuk 8 jalur pengisian tahun 2010

Tahun	Input Model			Output Model					
	λ	M	c	λ_{eff}	ρ	Ls	Lq	Ws (menit)	Wq (menit)
2010	628	86	8	616.898	7.302	11.228	4.055	25.116	9.067

Lampiran 3: Hasil Simulasi Model Antrian untuk 11 jalur pengisian tahu
2010 - 2025

Tahun	Input Model			Output Model					
	λ	μ	c	λ_{eff}	ρ	Ls	Lq	Ws (menit)	Wq (menit)
2010	628	86	11	628	7.302	7.603	0.301	16.712	0.662
2011	633	86	11	632.995	7.360	7.682	0.321	16.753	0.704
2012	638	86	11	637.994	7.419	7.762	0.343	16.795	0.745
2013	643	86	11	642.993	7.477	7.843	0.366	16.836	0.787
2014	647	86	11	646.991	7.523	7.909	0.386	16.864	0.828
2015	652	86	11	651.989	7.581	7.993	0.412	16.919	0.869
2016	657	86	11	656.987	7.639	8.078	0.439	16.974	0.925
2017	662	86	11	661.984	7.698	8.165	0.468	17.015	0.979
2018	667	86	11	666.981	7.756	8.254	0.499	17.084	1.035
2019	673	86	11	672.976	7.826	8.363	0.538	17.153	1.104
2020	678	86	11	677.971	7.884	8.456	0.573	17.209	1.173
2021	683	86	11	682.965	7.942	8.551	0.609	17.278	1.228
2022	688	86	11	687.958	8	8.649	0.649	17.347	1.297
2023	693	86	11	692.949	8.058	8.748	0.691	17.416	1.38
2024	699	86	11	698.933	8.128	8.871	0.744	17.512	1.463
2025	704	86	11	703.926	8.186	8.976	0.791	17.595	1.546