

MENGOLAH DATA ANTRIAN MENGUNAKAN BERBAGAI MACAM SOFTWARE

Analisis data antrian dalam statistika merupakan upaya untuk mencari 5 Performansi Antrian. Lima performansi antrian yaitu Panjang Sistem Antrian (Ls), Panjang Antrian (Lq), Lama Menunggu dalam Antrian (Wq), Lama Waktu Menunggu dalam Sistem Antrian (Ls) dan Utilitas(ρ). Untuk melakukan komputasi dari lima performansi antrian tersedia banyak software. Dalam buku ini dibahas sepuluh (6) software yang dapat digunakan untuk melakukan proses komputasi antrian, ke enam software tersebut adalah *R*, *Arena*, *ProModel*, *Minitab*, *Extendsim Pro*, dan *Anylogic*. Dalam performansinya mengolah data antrian masing masing software mempunyai kelebihan dan kekurangan tertentu. Dari semua software di atas, *Arena* merupakan software yang paling lengkap fitur fitur dan menu untuk analisis antrian. Software *R* walaupun tidak lengkap akan tetapi software *R* ini bersifat *opensource* dan mudah untuk didapat.



PT Insan Cendekia Mandiri Group
Perumahan Gardena Malsa 2 Blok F03,
Koto Baru, Kec. Kubung, Solok
Email : PTbic@gmail.com
Website : www.insancendekiamandiri.co.id



IKAPI
IKATAN PENDIDIK INDONESIA



Mengolah Data Antrian Menggunakan Berbagai Macam Software

Gumgum Darmawan, dkk.

MENGOLAH DATA ANTRIAN MENGUNAKAN BERBAGAI MACAM SOFTWARE

Gumgum Darmawan, Rahmalisa Aulia Fatharani,
Alifia Hani Nabilah, Warosatul Anbiya,
Hanifati Ajrina Rahim, Sephia Devi Cantika

Mengolah Data Antrian Menggunakan Berbagai Macam Software

UU No. 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta

Fungsi dan Sifat Hak Cipta Pasal 4

Hak Cipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 3 huruf a merupakan hak eksklusif yang terdiri atas hak moral dan hak ekonomi.

Pembatasan Pelindungan Pasal 26

Ketentuan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 23, Pasal 24, dan Pasal 25 tidak berlaku terhadap:

- i. penggunaan kutipan singkat Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait untuk pelaporan peristiwa aktual yang ditujukan hanya untuk keperluan penyediaan informasi aktual;
- ii. penggandaan Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait hanya untuk kepentingan penelitian ilmu pengetahuan;
- iii. penggandaan Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait hanya untuk keperluan pengajaran, kecuali pertunjukan dan fonogram yang telah dilakukan pengumuman sebagai bahan ajar; dan
- iv. penggunaan untuk kepentingan pendidikan dan pengembangan ilmu pengetahuan yang memungkinkan suatu Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait dapat digunakan tanpa izin Pelaku Pertunjukan, Produser Fonogram, atau Lembaga Penyiaran.

Sanksi Pelanggaran Pasal 113

1. Setiap orang yang dengan tanpa hak melakukan pelanggaran hak ekonomi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf i untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 1 (satu) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp100.000.000 (seratus juta rupiah).
2. Setiap orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf c, huruf d, huruf f, dan/atau huruf h untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 3 (tiga) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).

Mengolah Data Antrian Menggunakan Berbagai Macam Software

Gumgum Darmawan, Rahmalisa Aulia Fatharani,
Alifia Hani Nabilah, Warosatul Anbiya,
Hanifati Ajrina Rahim, Sephia Devi Cantika



PT Insan Cendekia
Mandiri Group

Mengolah Data Antrian Menggunakan Berbagai Macam Software

Gumgum Darmawan, dkk.

Editor:
Tiya Arika Marlin

Desainer:
Mifta Ardila

Sumber Gambar Cover:
Freepik.com

Penata Letak:
Tiya Arika Marlin

Proofreader:
Tim ICM

Ukuran:
x, 174 hlm., 15,5x23 cm

ISBN:
978-623-348-746-7

Cetakan Pertama:
Mei 2022

Hak Cipta 2022, **Gumgum Darmawan, dkk.**

Isi di luar tanggung jawab penerbitan dan percetakan

Hak Cipta dilindungi undang-undang.
Dilarang keras menerjemahkan, memfotokopi, atau
memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini
tanpa izin tertulis dari penerbit.

Anggota IKAPI: 020/SBA/20

PENERBIT INSAN CENDEKIA MANDIRI
(Grup Penerbitan PT INSAN CENDEKIA MANDIRI)

Perumahan Gardena Maisa, Blok F03, Nagari Koto Baru,
Kecamatan Kubung, Kabupaten Solok
Provinsi Sumatra Barat – Indonesia 27361
HP/WA: 0813-7272-5118
Website: www.insancendekiamandiri.co.id
www.insancendekiamandiri.com
E-mail: insancendekiamandirigroup@gmail.com

Daftar Isi

Prakata	ix
----------------------	----

01. ANALISIS DATA ANTRIAN JARINGAN MENGUNAKAN SOFTWARE R

A. Pendahuluan	1
B. Instalasi Software R dan Menjalankan Paket Antrian	3
C. Contoh Analisis Antrian Menggunakan Software R	9
D. Macro Software R	10
E. Kelebihan dan Kelemahan <i>Package Queueing</i> Software R	14

02. ANALISIS DAN SIMULASI ANTRIAN DENGAN MENGUNAKAN SOFTWARE ARENA

A. Pendahuluan	17
B. Pengunduhan Software ARENA	18
C. Istilah pada Software ARENA	19
D. Window pada Software ARENA	21
E. Modul pada Software ARENA	21
F. Input <i>Analyzer</i>	28
G. Contoh Kasus	28
H. Data	30
I. Hasil dan Pembahasan	30

J. Kesimpulan Analisis dan Simulasi Antrian	43
---	----

03. ANALISIS SISTEM ANTRIAN DAN SIMULASI DENGAN MENGGUNAKAN SOFTWARE PROMODEL

A. Pendahuluan	47
B. Instalasi Software	48
C. Elemen-Elemen ProModel	51
D. Langkah Langkah Simulasi ProModel	59
E. Contoh Kasus dan Analisis Sistem Antrian	60
F. Kesimpulan Hasil Analisis Sistem Antrian	74
G. Kesimpulan Software ProModel	75

04. ANALISIS DAN DATA SIMUALSI SISTEM ANTRIAN MENGGUNAKAN SOFTWARE EXTENDSIM PRO

A. Pengenalan Software Extendsim Pro	79
B. Instalasi Software Extendsim Pro	80
C. Tampilan Utama Softawre Extendsim Pro	83
D. Komponen dalam Sistem	84
E. Tipe Model	88
F. Statistic	88
G. Model Bawaan Extendsim Pro	89
H. Membuat Model Baru	92
I. Model dengan Raw Data	97
J. Kelebihan Software Extendsim Pro	102
K. Kekurangan Software Extendsim Pro	104

05. ANALISIS SISTEM ANTRIAN DENGAN MENGGUNAKAN SOFTWARE MINITAB

A. Pendahuluan	107
B. Instalasi Software	108

C. Bagian-Bagian Software Minitab	111
D. Cara Input Data	115
E. Contoh Aplikasi	115
F. Kesimpulan	125
G. Kelebihan dan Kekurangan Software	126

06. ANALISIS DATA DAN SIMULAS SISTEM ANTRIAN MENGUNAKAN SOFTWARE ANYLOGIC

A. Pendahuluan	129
B. Menginstal dan Menjalankan Software AnyLogic	135
C. Simulasi Sistem Antrian Keluar Parkir Mobil	138
D. Pengumpulan Data	140
E. Pengolahan Data	140
F. Hasil dan Pembahasan	155
G. Kesimpulan	156
H. Saran	158

Lampiran	161
-----------------------	-----

Tentang Penulis	169
------------------------------	-----

Prakata

Seraya mengucapkan syukur alhamdulillah buku ini dapat terselesaikan. Penulis menyadari sepenuhnya masih banyak kekurangan dalam isi buku ini, sehingga kritik yang membangun sangat diharapkan oleh penulis, semoga buku ini yang berjudul **“Mengolah Data Antrian Menggunakan Berbagai Macam Software (Buku Satu)”** dapat menjadi suatu rujukan yang berguna bagi mahasiswa, dosen peneliti.

Bandung, Maret 2022

Penulis

01.

Analisis Data Antrian Jaringan Menggunakan Software R

Gungum Darmawan

A. Pendahuluan

R adalah bahasa dan lingkungan untuk komputasi statistik dan grafik. Nama R sendiri diambil dari inisial dua orang pengagasnya yaitu Ross Ihaka (NewZealand) dan Robert Gentleman (Canada).

R menyediakan berbagai macam statistik (pemodelan linier dan nonlinier, uji statistik klasik, analisis deret waktu, klasifikasi, pengelompokan, dan teknik grafis, dan sangat dapat dikembangkan. R merupakan software open source yang dapat diunduh di website resmi R [1].

Pada BAB 1, akan dibahas cara-cara download dan install software R dan package queueing. Untuk aplikasinya dibahas tentang antrian jaringan lengkap dengan macro R secara detail untuk simulasi data antrian.

Antrian jaringan merupakan sekelompok workstation di mana pelanggan/pendatang dapat berpindah dari satu workstation ke workstation lebih dari satu kali. Workstation

merupakan sarana pelayanan yang berada pada sistem antrian jaringan di mana pada sistem antrian jaringan terdapat lebih dari satu workstasion. Antrian jaringan (*queueing network*) telah banyak dikaji oleh para peneliti seperti Jackson, J.R. [7], mengkaji karakteristik dari antrian jaringan, Kelly [8] yang mengkaji karakteristik konsumen/pendatang pada antrian jaringan. Lemoine [10] yang mengkaji keseimbangan pada suatu antrian jaringan, Perros [11] yang mengkaji *blocking system* pada sistem antrian jaringan.

Salah satu jenis antrian jaringan yang menarik dikaji adalah Antrian Jaringan Jackson di mana setiap workstasion mempunyai pelayanan tunggal dengan konsumen dapat berpindah dari workstasion satu ke workstasion lainnya dapat lebih dari satu kali. Antrian Jaringan Jackson berdasarkan sumber kedatangan konsumen terbagi menjadi dua yaitu Antrian Jaringan Jackson terbuka (*Open Jackson Networks*) dan Antrian Jaringan Jackson tertutup (*Closed Jackson Networks*). Antrian Jaringan Jackson terbuka (*Open Jackson Networks*) pendatang/konsumen berdatangan dari luar dan dalam sistem itu sendiri, sedangkan Antrian Jaringan Jackson tertutup (*Closed Jackson Networks*), konsumen/pendatang berpindah dari workstasion ke workstasion lainnya hanya di dalam sistem itu sendiri.

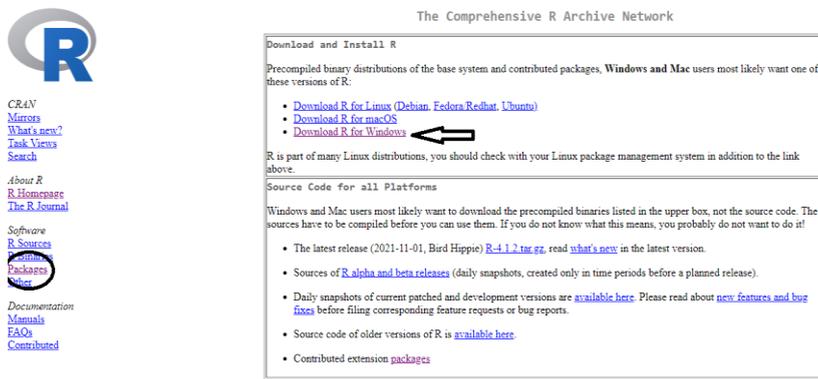
Antrian Jaringan Jackson terbuka (*Open Jackson Networks*) telah banyak dikaji seperti Burke [3], mengkaji tiga workstasion dengan workstasion pertama dan ketiga mempunyai pelayanan tunggal dan pelayanan kedua mempunyai pelayanan multipel, Simon dan Foley [12], yang mengkaji tiga workstasion dengan pelayanan tunggal. Antrian Jaringan Jackson tertutup (*Closed Jackson Networks*) telah dikaji oleh Buzen [4] dan Bruell dan Balbo [2] yang membuat algoritma komputasi dari Antrian Jaringan Jackson tertutup (*Closed Jackson Networks*) dan Derry

[5], mengaplikasikan Jaringan Jackson delapan workstation untuk data riil di Dufan. Pada Kulkarni [8] dan Gumgum [6] ketertarikan pengunjung diasumsikan sama, padahal pada kenyataannya Menurut Survaey yang dilakukan Derry [5], ketertarikan pengunjung terhadap wahana berbeda, untuk itu pada penelitian ini akan dikaji Antrian Jaringan Jackson Terbuka (*Open Jackson Networks*) dengan multi server yang mengacu pada Kulkarni [8] dan Gumgum [6] dengan peluang transisi yang berbeda. Sistem terdiri atas enam (6) buah workstation dengan pelayanan lebih dari satu.

B. Instalasi Software R dan Menjalankan Paket Antrian

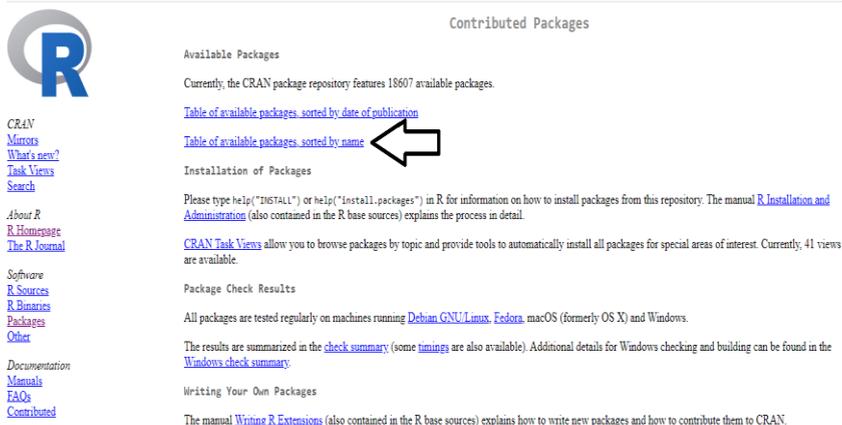
Instalasi Software R relatif sederhana karena tidak membutuhkan password atau ID number, *security key*, dsb. seperti biasa ada pada software-software yang berbayar. Begitu juga untuk menjalankan paket-paketnya, termasuk paket antrian cukup download install dan aktivasi di software R.

Langkah pertama masuk ke website r-project.org. Website ini merupakan tempat download paket R dan ribuan paket-paket yang tersedia untuk analisis. Tampilannya dapat dilihat pada Gambar 1.1. di bawah ini, linknya ditunjukkan oleh tanda panah hitam ke kanan.



Gambar 1.1. Website r-project.org

Langkah kedua download paket queueing di menu *packages*, lihat Gambar 1.1. (tanda lingkaran hitam). Setelah click menu *packages* akan muncul link tabel packages (lihat Gambar 2).



Gambar 1.2. Menu Packages

Langkah ke tiga seperti tampak pada Gambar 1.2. Memunculkan link untuk memilih urutan package. Yang paling atas urutan package berdasarkan tanggal *update*-nya sedangkan urutan kedua urutan package berdasarkan alfabetik dari initial nama package. Penulis menyarankan memilih yang kedua, pilihan ini lebih mudah karena nama dari package yang dituju sudah diketahui, yaitu Package Queueing. Untuk memilih urutan package berdasarkan urutan initial dari nama package dipilih seperti ditunjukkan oleh panah ke kiri.



CRAN
[Mirrors](#)
[What's new?](#)
[Task Views](#)
[Search](#)

About R
[R Homepage](#)
[The R Journal](#)

Software
[R Sources](#)
[R Binaries](#)
[Packages](#)
[Other](#)

Documentation
[Manuals](#)
[FAQs](#)

Available CRAN Packages By Name

ABCDEFGHIJKLMN**Q**OPSTUVWXYZ



[A3](#)
[aaSEA](#)
[AATools](#)
[ABACUS](#)
[abbreviate](#)
[abbyyR](#)
[abc](#)
[abc.data](#)
[ABC.RAP](#)
[abcADM](#)
[ABCanalysis](#)
[abcdeFBA](#)
[ABCoptim](#)
[ABCp2](#)
[abcrf](#)
[abcrlda](#)
[abctools](#)

Accurate, Adaptable, and Accessible Error Metrics for Predictive Models
 Amino Acid Substitution Effect Analyser
 Reliability and Scoring Routines for the Approach-Avoidance Task
 Apps Based Activities for Communicating and Understanding Statistics
 Readable String Abbreviation
 Access to Abbyy Optical Character Recognition (OCR) API
 Tools for Approximate Bayesian Computation (ABC)
 Data Only: Tools for Approximate Bayesian Computation (ABC)
 Array Based CpG Region Analysis Pipeline
 Fit Accumulated Damage Models and Estimate Reliability using ABC
 Computed ABC Analysis
 ABCDE_FBA: A-Biologist-Can-Do-Everything-of-Flux-Balance-Analysis-with-this-package
 Implementation of Artificial Bee Colony (ABC) Optimization
 Approximate Bayesian Computational Model for Estimating P2
 Approximate Bayesian Computation via Random Forests
 Asymptotically Bias-Corrected Regularized Linear Discriminant Analysis
 Tools for ABC Analyses

Gambar 1.3. List Inisial Package

Langkah keempat adalah milih huruf “Q” yang terletak dalam rentetan alfabet, tampak panah kekanan dan bulatan untuk huruf Q.



CRAN
[Mirrors](#)
[What's new?](#)
[Task Views](#)
[Search](#)

About R
[R Homepage](#)
[The R Journal](#)

Software
[R Sources](#)
[R Binaries](#)
[Packages](#)
[Other](#)

[QuantTools](#)
[QuantumOps](#)
[quarks](#)
[quantant](#)

[Quartet](#)
[quarto](#)
[QuasiSeq](#)
[QuClu](#)
[queryparser](#)
[qs](#)

[Queueing](#)
[queueing](#)
[quhomology](#)
[quickblock](#)
[quickerstats](#)
[quickmapr](#)
[quickmatch](#)

Enhanced Quantitative Trading Modelling
 Performs Common Linear Algebra Operations Used in Quantum Computing and Implements Quantum Algorithms
 Simple Methods for Calculating Value at Risk and Expected Shortfall
 Interaction Prediction Between Groundwater and Quarry Extension Using Discrete Choice Models and Artificial Neural Networks
 Comparison of Phylogenetic Trees Using Quartet and Split Measures
 R Interface to 'Quarto' Markdown Publishing System
 Analyzing RNA Sequencing Count Tables Using Quasi-Likelihood
 Quantile-Based Clustering Algorithms
 Translate SQL Queries into R Expressions
 Prepare Questionnaire Data for Analysis
 Functions to Make Surveys Processing Easier
 Computationally Efficient Queue Simulation
 Analysis of Queueing Networks and Models
 Calculation of Homology of Quandles, Racks, Biquandles and Biracks
 Quick Threshold Blocking
 An R Client for the USDA NASS Quick Stats API
 Quickly Map and Explore Spatial Data
 Quick Generalized Full Matching

Gambar 1.4. List Nama Nama Package

Langkah kelima (Gambar 1.4) adalah milih “Queueing” yang terletak dalam rentetan nama package, lihat panah ke bawah.



queueing: Analysis of Queueing Networks and Models

It provides versatile tools for analysis of birth and death based Markovian Queueing Models and Single and Multiclass Product-Form Queueing Networks. It implements M/M/1, M/M/c, M/M/Infinte, M/M/1/K, M/M/c/K, M/M/c, M/M/1/K/K, M/M/c/K/K, M/M/c/K/m, M/M/Infinte/K/K, Multiple Channel Open Jackson Networks, Multiple Channel Closed Jackson Networks, Single Channel Multiple Class Open Networks, Single Channel Multiple Class Closed Networks and Single Channel Multiple Class Mixed Networks. Also it provides a B-Erlang, C-Erlang and Engset calculators. This work is dedicated to the memory of D. Sixto Rios Insua.

- CRAN
- Metrics
- What's new?
- Task Views
- Search
- About R
- R Homepage
- The R Journal
- Software
- R Sources
- R Binaries
- Packages
- Other
- Documentation
- Manuals
- FAQs
- Contributed

Version: 0.2.12
Depends: R (≥ 2.11.1)
Published: 2019-12-08
Author: Pedro Canadilla
Maintainer: Pedro Canadilla <pedro.canadilla@gmail.com>
License: GPL-2
Copyright: Pedro Canadilla
URL: <https://www.r-project.org>
NeedsCompilation: no
Citation: [queueing citation info](#)
Materials: [ChangeLog](#)
CRAN checks: [queueing results](#)

Documentation:

Reference manual: [queueing.pdf](#)

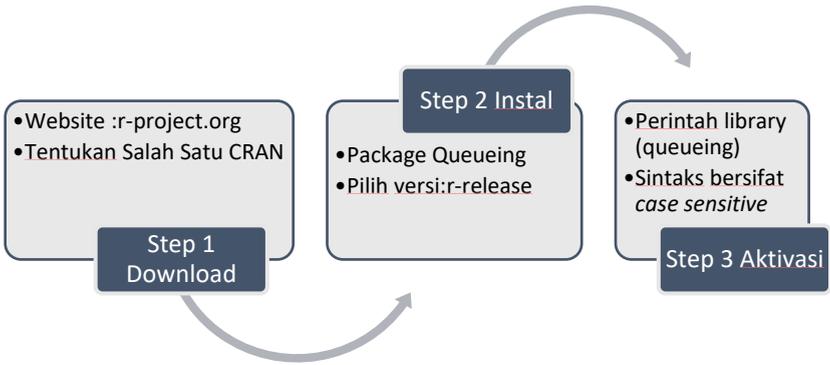
Downloads:

Package source: [queueing_0.2.12.tar.gz](#)
Windows binaries: r-devel: [queueing_0.2.12.zip](#) r-release: [queueing_0.2.12.zip](#) oldrel: [queueing_0.2.12.zip](#)
macOS binaries: r-release (arm64): [queueing_0.2.12.zip](#) r-release (x86_64): [queueing_0.2.12.zip](#) r-oldrel: [queueing_0.2.12.zip](#)



Gambar 1.5. Link Package Queueing

Langkah keenam memilih package queueing, pilih yang bagian release. Selain itu perlu juga diunduh juga versi pdf (*referencemanual*), ini merupakan dokumen yang menyediakan keterangan sintak yang tersedia dalam package queueing.



Gambar 1.6. Langkah Langkah Aktivasi Package Queueing

Gambar 1.6. mengilustrasikan tiga tahap proses aktivasi package secara umum, yaitu download, install dan aktifkan. Proses download semuanya diunduh pada website r-project.org, pemilihan CRAN bersifat bebas. Tahap dua yaitu install, proses ini bisa dilakukan secara online (langsung) atau secara manual,

diunduh satu persatu seperti yang dijelaskan pada bagian ini. Dan tahap ketiga adalah pemanggilan atau aktivasi package dengan perintah library pada R-Console.

Tabel 1.1. Daftar Sintak untuk Menentukan Performansi Antrian

Sintaks	Fungsi	Keterangan
$L(x, \dots)$	Menentukan rata-rata banyaknya konsumen yang mengantri di dalam sistem antrian	Contoh: $L(o_mm1)$
$Lq(x, \dots)$	Menentukan rata-rata banyaknya konsumen yang mengantri di dalam antrian	Contoh: $Lq(o_mm1)$
$W(x, \dots)$	Menentukan lama waktu menunggu dalam sistem	Contoh: $W(o_mm1)$
$Wq(x, \dots)$	Menentukan lama waktu menunggu dalam antrian	Contoh: $Wq(o_mm1)$
$Pn(x, \dots)$	Peluang terdapat n Konsumen dalam antrian	Contoh: $Pn(o_mm1)$
$Qn(x, \dots)$	Peluang terjadinya kedatangan di mana di dalam sistem terdapat n konsumen	Contoh: $Qn(o_mm1)$
$C_erlang(c=1, r=0)$	Menentukan peluang lama menunggu karena semua server sibuk.	c= banyaknya server r= utilitas
$Engset(k=1, c=0, r=0)$	Peluang server sibuk	k=banyaknya konsumen

Sintaks-sintaks yang diperlukan untuk menentukan performansi dari antrian. Sintaks ini bersifat untuk untuk berbagai model antrian. Selain itu dapat juga ditentukan peluang banyaknya konsumen dalam antrian.

Model model antrian yang dapat dianalisis dengan menggunakan paket antrian di antaranya dapat dilihat pada Tabel 1.2.

Tabel 1.2. Daftar Model Antrian yang Tersedia dalam Software R

No	Model	Keterangan
1	M/M1	Model Markovian dengan satu server
2	M/M/1/K	Model Markovian dengan satu server dengan fasilitas menunggu mksimal K konsumen
3	M/M/1/K/K	Model Markovian dengan satu server dengan fasilitas menunggu Maksimal K konsumen dan K sumber pemanggilan (<i>calling unit</i>)
4	M/M/c	Model Markovian dengan c server
5	M/M/c/K	Model Markovian dengan c server dengan fasilitas menunggu Maksimal K konsumen
6	M/M/c/K/K	Model Markovian dengan c server dengan fasilitas menunggu maksimal K konsumen dan K sumber pemanggilan (<i>calling unit</i>)
7	M/M/c/c	Model Markovian dengan c server dengan fasilitas menunggu Maksimal c konsumen
8	M/M/c/K/m	Model Markovian dengan c server dengan fasilitas menunggu maksimal K konsumen dan m sumber pemanggilan (<i>calling unit</i>)
9	M/M/ <i>Infinite</i>	Model Markovian dengan <i>infinite</i> server
10	M/M/ <i>Infinite</i> /K/ K	Model Markovian dengan c <i>infinite</i> dengan fasilitas menunggu maksimal K konsumen dan K sumber pemanggilan (<i>calling unit</i>)
11	Erlang	B-Erlang, C-Erlang dan Engset Calculator
12	Jackson Network	Open dan Closed Jackson Network

Dalam paket ini terdapat 12 model antrian yang tersedia yang dapat dianalisis dalam paket *Queueing*. Untuk mengaktifkan paket ini dipanggil terlebih dahulu dengan perintah:

```
> library(queueing)
Contoh syntax dan outputnya sebagai berikut;
## create input parameters
i_mmc <- NewInput.MMC(lambda=5, mu=10, c=2, n=2)
## Build the model
o_mmc <- QueueingModel(i_mmc)
## Returns the Wq
```

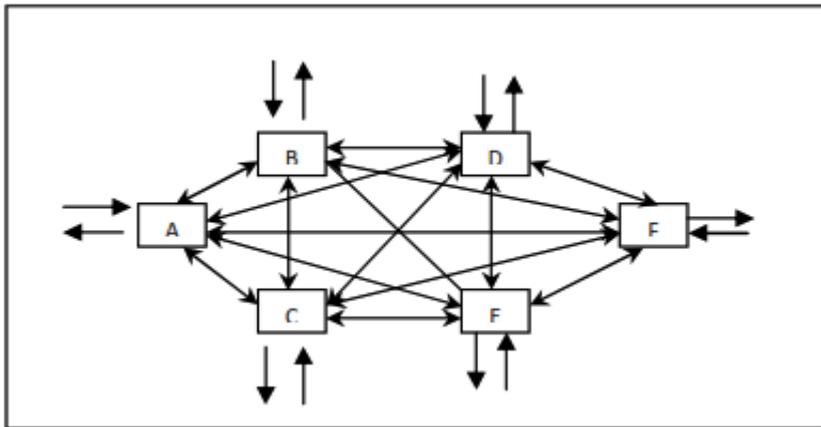
```

Wq(o_mmc)
summary(o_mmc)
####Output####
> Wq(o_mmc)
[1] 0.006666667
> summary(o_mmc)
  lambda mu c k m RO P0 Lq Wq X L W
1 5 10 2 NA NA 0.25 0.6 0.03333333 0.006666667 5
0.5333333 0.1066667
  Wqq Lqq
1 0.06666667 1.333333

```

C. Contoh Analisis Antrian Menggunakan Software R

Aplikasi pada Bab satu ini mengambil kasus pada Kulkarni [7], di mana terdapat enam buah workstation. Workstasion merupakan fasilitas pelayanan pada suatu tempat rekreasi. Masing-masing Roller Coaster (A), Water Tube (B), Fantasy (C), Merry go-Around (D), Journey to the Moon (E) dan Ghost Montain (F). Skema sistem Antrian Jaringan Jackson dapat dilihat pada Gambar 1.7.



Gambar 1.7. Skema Antrian Jaringan Jackson dengan 6 Workstation

Pada kasus ini diketahui parameter-parameter sebagai berikut: $N=6$ Workstation, $s = (24, 35, 20, 60, 16, 20)$, $\mu = (30, 20,$

40, 12, 40, 36) jika tingkat kedatangan pada sistem (total) adalah 500 orang/jam. Jika ketertarikan pengunjung terhadap masing masing wahana berbeda dengan peluang sebagai berikut Roller Coaster (A)= 2/6, Water Tube (B)=2/6, Fantasy (C)=1/12, Merry go-Around (D)=1/12, Journey to the Moon (E)=1/12 dan Ghost Montain (F)=1/12 Matriks Transisi Jackson dari Gambar 7. dapat ditentukan sebagai berikut:

$$\begin{bmatrix} 0 & 2/6 & 1/12 & 1/12 & 1/12 & 1/12 \\ 2/6 & 0 & 1/12 & 1/12 & 1/12 & 1/12 \\ 2/6 & 2/6 & 0 & 1/12 & 1/12 & 1/12 \\ 2/6 & 2/6 & 1/12 & 0 & 1/12 & 1/12 \\ 2/6 & 2/6 & 1/12 & 1/12 & 0 & 1/12 \\ 2/6 & 2/6 & 1/12 & 1/12 & 1/12 & 0 \end{bmatrix}$$

Pada kasus ini dilakukan buka tutup pada setiap wahana dan ditentukan bagaimana pola buka tutup (1 terbuka o tertutup) yang menghasilkan performansi terbaik ditinjau dari segi konsumen dan ditinjau dari pihak manajemen.

D. Macro Software R

Dalam macro ini dilakukan secara manual karena program simulasi belum tersedia dalam paket Queueing, program lengkapnya dapat dilihat di bawah ini. Langkah-langkah manual dari antrian Jackson network ini tersedia pada [6].

```
##### Input Data#####
N<-6
l<-500
s=c(24,35,20,60,16,20);
mu=c(30,20,40,12,40,36);
gamma=c(0,1,1,1,0,0);
smp=sum(gamma)
lamda=c(); # Menentukan Tingkat
for (i in 1:N) # Kedatangan Eksternal
{ # dari ke-enam
```

```

lamda[i]<-((1*gamma[i])/smp)      # Workstation
}                                  #
Lamda                             #
#####Menentukan Matriks Transisi Dan Stabilitas
Server#####
#M<-matrix((1/N),N,N)
A<-c(2/6,2/6,2/6,2/6,2/6,2/6)
B<-c(2/6,2/6,2/6,2/6,2/6,2/6)
C<-c(1/12,1/12,1/12,1/12,1/12,1/12)
D<-c(1/12,1/12,1/12,1/12,1/12,1/12)
E<-c(1/12,1/12,1/12,1/12,1/12,1/12)
F<-c(1/12,1/12,1/12,1/12,1/12,1/12)
M<-cbind(A,B,C,D,E,F)
diag(M)<-0
I<-diag(N)
P<-solve(I-M)
a<-lamda%*%P
stb<-s*mu #stabil jika semua stb>a
#####Menentukan Performansi Antrian#####
c=c();
d=c();
e=c();
f=c();
g=c();
h=c();
a1=c();
rho=c();
rho1=c();
b=c();
for (i in 1:N)
{
a1[i]<-s[i]*mu[i]
rho[i]<-a[i]/(a1[i])
rho1[i]<-a[i]/(mu[i])
b[i]<-((rho1[i]^s[i]))/(factorial(s[i])*(1-rho[i]))
}
#####
for ( t in 1:(s[1]-1))
{
c[t]<-(rho1[1])^t/(factorial(t))
}
sum1<-1 + sum(c)
p01<-1/(sum1 + b[1])
lq<-((rho[1]*p01*(rho1[1])^s[1]))/((factorial(s[1]))*(1-
rho[1])^2)
##

```

```

for ( t in 1:(s[2]-1))
{
d[t]<-(rho1[2])^t/(factorial(t))
}
sum2<-1 + sum(d)
p02<-1/(sum2 + b[2])
lq1<-((rho[2]*p02*(rho1[2])^s[2]))/((factorial(s[2]))*(1-
rho[2])^2)
##
for ( t in 1:(s[3]-1))
{
e[t]<-(rho1[3])^t/(factorial(t))
}
sum3<-1 + sum(e)
p03<-1/(sum3 + b[3])
lq2<-((rho[3]*p03*(rho1[3])^s[3]))/((factorial(s[3]))*(1-
rho[3])^2)
##
for ( t in 1:(s[4]-1))
{
f[t]<-(rho1[4])^t/(factorial(t))
}
sum<-1 + sum(f)
p04<-1/(sum + b[4])
lq3<-((rho[4]*p04*(rho1[4])^s[4]))/((factorial(s[4]))*(1-
rho[4])^2)
##
for ( t in 1:(s[5]-1))
{
g[t]<-(rho1[5])^t/(factorial(t))
}
sum<-1 + sum(g)
p05<-1/(sum + b[5])
lq4<-((rho[5]*p05*(rho1[5])^s[5]))/((factorial(s[5]))*(1-
rho[5])^2)
##
for ( t in 1:(s[6]-1))
{
h[t]<-(rho1[6])^t/(factorial(t))
}
sum<-1 + sum(h)
p06<-1/(sum + b[6])
lq5<-((rho[6]*p06*(rho1[6])^s[6]))/((factorial(s[6]))*(1-
rho[6])^2)
result=c();
result1=c();

```

```

result<-c(lq,lq1,lq2,lq3,lq4,lq5)
result1<-
c(lq+rho1[1],lq1+rho1[2],lq2+rho1[3],lq3+rho1[4],lq4+rho1
[5],lq5+rho1[6])
result # Lq
result1 # Ls
idle=c();
wq=c();
for (j in 1:N)
{
idle[j]<-s[j]-(result1[j]-result[j])
wq[j]<-result[j]/a[j]
}
#####Menentukan Hasil dari Proses Komputasi#####
a
stb
rho
idle
sum(idle)
mean(idle)
sd(idle)
wq
mean(result)
mean(result1)
mean(wq)

```

Hasil dari macro ini dapat dilihat pada Tabel 1.3.

Tabel 1.3. Hasil Simulasi Perhitungan Jaringan Jackson dengan 6 Workstation

γ (N=6)	Idle	Rata-rata	Lq	Ls	Wq
(1,1,1,1,1,1)	82,63	13,77	1,01	16,4	0,001
(1,1,1,0,0,0)	90,96	15,16	2,05	16,05	0,003
(0,1,1,1,0,0)	77,32	12,887	8,15	24,43	0,011
(1,1,0,1,0,0)	81,98	13,66	2,050	17,55	0,003
(1,1,0,0,0,1)	90,53	15,08	2,05	36,29	0,003
(1,0,1,1,0,0)	79,4	13,23	2,77	18,7	0,004
(0,1,1,0,0,1)	85,87	14,31	8,15	23,01	0,011
(0,0,1,1,0,1)	74,31	12,38	0,533	17,31	0,001
(1,1,1,1,1,0)	82,67	13,77	1,155	16,54	0,001
(1,1,1,1,0,1)	82,42	13,737	1,155	16,58	0,001

(1,1,1,0,1,1)	87,8	14,63	1.155	15,68	0,002
(1,1,0,1,1,1)	87,8	14,63	1.155	15,68	0,002
(1,0,1,1,1,1)	80,87	13,48	1.026	16,71	0,001
(1,0,1,1,1,1)	80,87	13,47	1.026	16,71	0,001
(1,1,1,1,0,0)	80,87	13,48	1.026	16,71	0,001
(0,1,1,1,0,1)	78,6	13,1	2,35	18,41	0,003
(1,0,1,1,0,1)	80,16	13,36	1,39	17,19	0,002
(1,1,0,1,0,1)	82,09	13,68	1,42	16,9	0,002

Berdasarkan Tabel 1.3. hasil perhitungan dengan menggunakan Software R, dapat di buat dua kesimpulan. Jika antrian di titik beratkan pada pengurangan fasilitas yang mengganggu maka lebih baik melakukan pengaturan dengan $\gamma = (0,0,1,1,0,1)$, karena idle-nya paling sedikit yaitu 74,31 dan waktu menunggunya 0,001 menit. Jika antrian di titik beratkan pada cepatnya menunggu untuk mengantri maka lebih baik melakukan pengaturan dengan $\gamma = (1,1,1,1,1,1)$, artinya semua pintu dibuka. Pada $\gamma = (1,1,1,1,1,1)$, Panjang sistem paling pendek yaitu 16,4 dan waktu menunggu 0,001 menit.

E. Kelebihan dan Kelemahan Package Queueing Software R

Kelebihan dari paket, running programnya cukup ringan sehingga proses simulasi dapat dihasilkan secara cepat. Software R-nya sendiri karena *open source* sehingga mudah didownload dan diaplikasikan. Proses instalasi dan aktivasi dari paket ini juga mudah.

Kekurangan paket ini, dalam analisisnya hanya tersedia untuk data yang sudah jadi. Untuk data mentah kita perlu membuat macro tersendiri. Selain itu untuk simulasi juga belum tersedia sehingga untuk kasus disini penulis menggunakan macro tersendiri.

Daftar Pustaka

- Bruell SC& Balbo G. 1980. Computational Algorithm for Closed Queueing Networks. *Operating and Programming System Series*. P.J.Denning (Ed.). New York. Oxford: North Holland.
- Burke PJ. 1969. The Dependence of Service in Tandem M/M/s Queues. *Operational Research*.17:754-755.
- Buzen JP. 1973. Computational Algorithms for Closed Queueing Networks with Exponential Servers. *Communication. ACM* 16: 527-531.
- Derry Sanddriya. 2014. Pengaturan Kedatangan Eksternal Optimal pada Antrian jaringan Jackson Delapan Workstation dengan Peluang Transisi Berbeda. *Skripsi Departemen Statistika FMIPA UNPAD*.
- Gumgum Darmawan. 2009. Pengaturan Kedatangan Eksternal Optimal Pada Model Antrian Jaringan Jackson Network. *Seminar Nasional Matematika FMIPA UNEJ*.
- Jackson JR. 1957. Networks of Waiting Lines. *Operational Research*. 5: 518-521.
- Kelly FP. 1975. Networks of Queues with Customers of Different Types. *Journal of Applied Probability*.12: 542-554.
- Kulkarni VG. 1999. *Modeling, Analysis, Design, and Control of Stochastic System*. SpringerVerlagNew YorkUSA.
- Lemoine AJ.1977. Networks of Queues-A Survey of Equilibrium Analysis. *Management Science*. 24: 464-481.

Perros H. 1994. *Queueing Networks with Blocking*. New York: Oxford University Press.

r-project.org

Simon B & Foley RD. 1979. Some Results on Sojourn Times in Cyclic Jackson Networks. *Management Science*. 25: 1027-1034.

02.

Analisis dan Simulasi Antrian dengan Menggunakan Software ARENA

Rahmalisa Aulia Fatharani

A. Pendahuluan

Software ARENA merupakan satu dari sekian software yang menyediakan fitur simulasi kepada pengguna. Terdapat dua kelompok software yang dapat melakukan simulasi, yaitu bahasa simulasi (*simulation languages*) dan *simulator* (*high-level simulators*). Pada penggunaan software bahasa simulasi membutuhkan keahlian dalam pemrograman, sedangkan pada software simulator tidak terlalu mementingkan keahlian dalam pemrograman karena *simulator* menggunakan *user interfaces* yang mudah dipahami oleh pengguna. Software ARENA merupakan software yang menggabungkan kedua kelompok tersebut karena software ARENA mengkombinasikan kegunaan simulator tingkat tinggi dengan fleksibilitas dari bahasa simulasi SIMAN serta dapat pula menambahkan logika menggunakan bahasa pemrograman umum seperti VBA, C, dan C++.

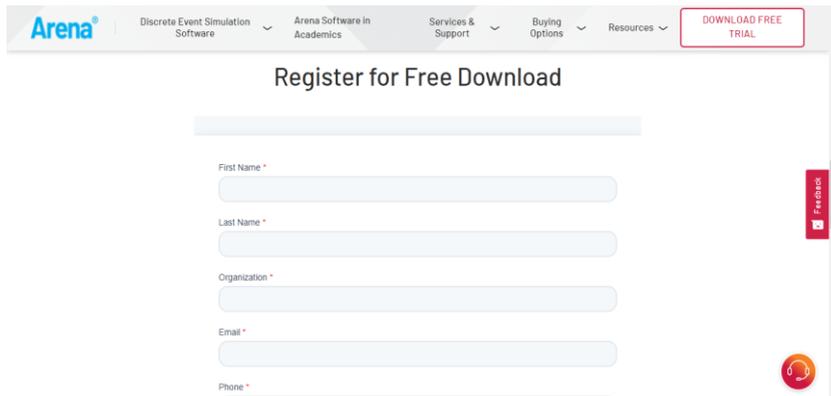
Software ARENA pun memberikan kemudahan bagi pengguna dalam melakukan simulasi antrian yaitu dengan

menyediakan fitur-fitur berupa *module* seperti *basic process panel*, *advanced process panel*, dan *advanced transfer panel* yang berfungsi untuk melakukan pemodelan logika sistem dan mendefinisikan komponen-komponen sistem yang dimodelkan. Selain itu, terdapat pula fitur *Input Analyzer* yang berfungsi untuk mendeteksi jenis distribusi data yang diinputkan sehingga analisis selanjutnya pun dapat lebih sesuai dengan data yang digunakan.

Software ARENA menyediakan *student version* yang memudahkan pelajar, tetapi pada *student version* ini terdapat beberapa fitur yang tidak dapat diakses sehingga jika membutuhkan akses pada fitur-fitur tersebut perlu melakukan pembelian software ARENA *full version*.

B. Pengunduhan Software ARENA

Pengunduhan software dapat dilakukan pada website resmi Rockwell Automation dengan tampilan awal website adalah sebagai berikut



Gambar 2.1. Tampilan Awal Website Rockwell Automation
(Sumber: <https://www.rockwellautomation.com/en-us/products/software/arena-simulation/buying-options/download.html>)

C. Istilah pada Software ARENA

Berikut beberapa istilah yang digunakan dalam melakukan simulasi model antrian dengan menggunakan software ARENA.

1. Entity

Entity atau entitas adalah objek yang bergerak dalam proses simulasi model antrian. Sejumlah *entity* yang masuk ke dalam sistem akan mengalami berbagai proses yang kemudian akan dikeluarkan dari sistem.

2. Attribute

Attribute atau atribut adalah karakteristik individu *entity* yang dapat membedakan *entity* satu dengan lainnya, misal warna *entity*, *batch size*, *route*, dll.

3. Variable

Variable atau variabel adalah bagian yang berubah selama simulasi dijalankan. Pada simulasi model antrian dengan menggunakan software ARENA terdapat dua jenis variabel, yaitu *built-in variables* yang secara otomatis didefinisikan oleh ARENA dan *user-defined variables* yang harus didefinisikan oleh *user*.

4. Resource

Resource atau sumber daya adalah bagian yang memproses *entity*. *Resource* dapat berupa operator, mesin, atau ruang.

5. Queue

Queue atau antrian adalah sejumlah *entity* yang menunggu untuk diproses pada suatu *resource*.

6. *Statistical Accumulator*

Statistical accumulator adalah bagian untuk melakukan analisis statistik variabel yang digunakan dalam simulasi dengan tujuan untuk membantu *user* dalam mendapatkan nilai performansi. Beberapa contoh *variable* yang melalui perhitungan oleh *Statistical Accumulator* adalah jumlah *entity* keluar sistem; waktu tunggu dalam antrian (maksimum, rata-rata, minimum); waktu tinggal *entity* dalam sistem (maksimum, rata-rata, minimum).

7. *Event*

Event adalah kejadian yang mengakibatkan perubahan pada nilai *variable* selama proses simulasi model antrian. Jenis *event* pada proses simulasi antrian, yaitu sebagai berikut.

- a. *Arrival* adalah proses kedatangan suatu *entity* pada *resource*.
- b. *Departure* adalah proses kepergian suatu *entity* pada *resource*.

8. *Simulation Clock*

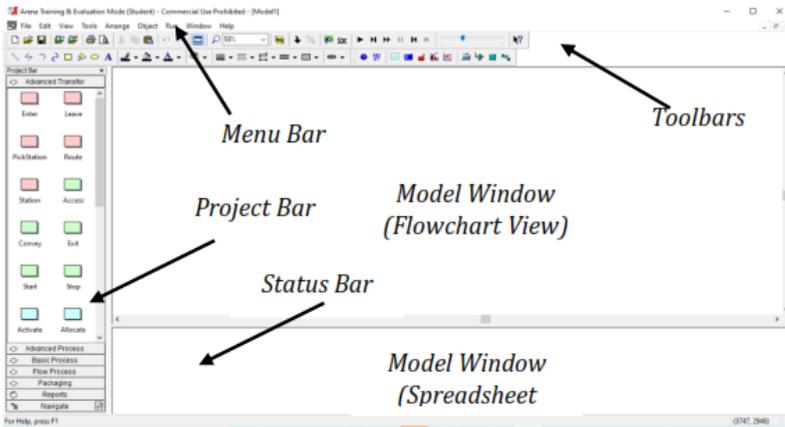
Simulation clock adalah jam simulasi yang berubah secara diskret sesuai *event* yang sedang atau baru terjadi.

9. *Starting dan Stopping*

Starting dan *stopping* waktu simulasi disesuaikan dengan kebutuhan *user*. Waktu mulai (*start*) didefinisikan secara otomatis oleh ARENA pada waktu 0, sedangkan waktu selesai (*stop*) dapat berupa detik, menit, jam atau berdasarkan nilai *variable* yang digunakan, misal, *stop* setelah 100 *entities* keluar dari sistem.

D. Window pada Software ARENA

Berikut merupakan *Window* pada software ARENA 16.0.



Gambar 2.2. Bagian Window Software ARENA 16.0

Pada Gambar 2.2. telah diperlihatkan gambaran letak dari setiap bagian *Window* pada software ARENA 16.0 dengan penjelasan untuk tiap bagian adalah sebagai berikut.

1. *Model Window*

Model window merupakan area yang digunakan untuk membangun suatu model simulasi dalam bentuk *flowchart*.

2. *Project Bar*

Project bar merupakan area yang digunakan untuk melakukan pemilihan module ketika membangun suatu model simulasi antrian.

3. *Status Bar*

Status bar merupakan area yang digunakan untuk menampilkan *spreadsheet* data.

E. Module pada Software ARENA

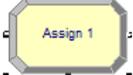
Terdapat tiga jenis *module* yang digunakan pada proses pembuatan model dalam software ARENA 16.0, di antaranya adalah

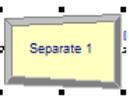
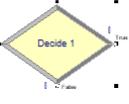
Basic Process Panel, *Advanced Process Panel*, dan *Advanced Transfer Panel*.

1. *Basic Process Panel*

Umumnya, *module* yang terdapat pada *Basic Process Panel* dijadikan sebagai dasar pembentukan simulasi proses antrian. Berikut merupakan *module* pada *Basic Process Panel* yang digunakan dalam proses pembentukan model.

Tabel 2.1. *Module* pada *Basic Process Panel*

Nama <i>Module</i>	Deskripsi	Contoh Penggunaan
 <p><i>Create Module</i></p>	Titik awal <i>entity</i> dalam proses simulasi model antrian. <i>Entity</i> yang masuk ke dalam sistem dapat dibuat menggunakan jadwal atau berdasarkan waktu antar-kedatangan.	<ul style="list-style-type: none"> a. Kedatangan nasabah <i>bank</i> dalam proses pelayanan. b. Kedatangan bahan baku dalam proses produksi.
 <p><i>Dispose Module</i></p>	Titik akhir <i>entity</i> dalam proses simulasi model antrian.	<ul style="list-style-type: none"> a. Kepergian nasabah <i>bank</i> dari proses pelayanan. b. Kepergian <i>customer</i> dari suatu toko.
 <p><i>Process Module</i></p>	Ketika <i>entity</i> masuk ke dalam <i>Process Module</i> , maka <i>entity</i> akan menunggu sampai server berupa <i>resource</i> atau <i>transporter</i> dalam kondisi siap.	<ul style="list-style-type: none"> a. Pelayanan nasabah <i>bank</i>. b. Peninjauan kelengkapan data.
 <p><i>Batch Module</i></p>	Mekanisme pengelompokan <i>entity</i> dalam model simulasi sebelum diproses.	<ul style="list-style-type: none"> a. Penyatuan data <i>customer</i>. b. Penyatuan salinan data yang terpisah.
 <p><i>Assign Module</i></p>	Memberikan penetapan nilai terhadap <i>variable</i> pengguna yang didefinisikan, seperti tingkat atau level kontinu, atribut <i>entity</i> atau gambar, status <i>variable</i> model, atau <i>resource</i> .	<ul style="list-style-type: none"> a. Penyusunan tingkat prioritas <i>customer</i> pada proses layanan. b. Pengubahan tipe <i>entity</i> untuk mewakili salinan data

		<i>customer.</i>
<p><i>eparate Module</i></p> 	Membagi sebuah kelompok atau <i>batch</i> menjadi beberapa <i>entity</i> .	<ul style="list-style-type: none"> a. Pemisahan dokumen. b. Pengiriman sebuah pesanan untuk memenuhi proses paralel.
<p><i>Decide Module</i></p> 	Menentukan keputusan berdasarkan satu atau beberapa pilihan dalam proses antrian.	<ul style="list-style-type: none"> a. Pemilihan kasir dalam suatu proses layanan. b. Pemilihan antara <i>customer service</i> dan <i>teller</i> pada proses layanan <i>bank</i>.

2. *Advanced Process Panel*

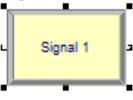
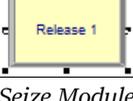
Advanced Process Panel dibagi menjadi *General Flowchart Module* dan *Data Module* (User Guide Arena, 2005: 49). *Module* yang terdapat pada *Advanced Process Panel* memiliki fungsi dan aplikasi proses yang lebih bervariasi jika dibandingkan dengan *module* yang terdapat pada *Basic Process Panel*.

a. *General Flowchart Module*

General Flowchart Module adalah kumpulan *module* yang digunakan untuk mendeskripsikan proses simulasi. Berikut beberapa *module* pada *General Flowchart Module*.

Tabel 2.2. *Module* pada *General Flowchart Module Advanced Process Panel*

Nama <i>Module</i>	Deskripsi	Contoh Penggunaan
<p><i>Hold Module</i></p> 	Menahan <i>entity</i> sebelum masuk ke dalam suatu antrian sampai tanda menyala yang artinya antrian pada <i>process module</i> kosong atau sampai waktu yang tak	Antrian <i>customer</i> pada suatu proses layanan.

	terhingga.	
<p><i>Match Module</i></p> 	Membawa beberapa <i>entity</i> untuk menunggu dalam suatu antrian sampai terjadi kecocokan.	Penyesuaian antara produk dengan pesan-an <i>customer</i> .
<p><i>Signal Module</i></p> 	Mengirimkan sebuah <i>signal</i> atau tanda untuk setiap <i>hold module</i> untuk melepaskan <i>entity</i> tertentu.	Memberikan tanda bahwa <i>process</i> telah kosong dan selanjutnya menyelesaikan pesanan yang menunggu.
<p><i>Delay Module</i></p> 	Menunda <i>entity</i> sampai waktu tertentu.	Proses pengecekan rekening pada bank.
<p><i>Release Module</i></p> 	Melepaskan <i>resource</i> yang telah memproses <i>entity</i> .	Melepaskan operator setelah melakukan suatu proses layanan.
<p><i>Seize Module</i></p> 	Mengalokasikan <i>unit</i> satuan <i>resource</i> atau lebih menjadi suatu <i>entity</i> .	Kedatangan bahan baku produksi yang selanjutnya akan diolah oleh operator.

b. Data Module

Data module adalah kumpulan *module* yang digunakan untuk mendefinisikan karakteristik elemen proses seperti *advanced set module* dan *expression module*. Berikut beberapa *module* pada *Data Module*.

Tabel 2.3. *Module* pada *Data Module Advanced Process Panel*

Nama <i>Module</i>	Deskripsi	Contoh Penggunaan
<p><i>Advanced Set Module</i></p> 	Menentukan <i>set</i> (antrian, <i>storage</i>) dengan masing-masing bagiannya.	Antrian pintu masuk toko pada suatu proses layanan.

<p><i>Expression Module</i></p>  <p>Expression</p>	<p>Menentukan <i>expression</i> serta nilai-nilai yang berhubungan.</p>	<p><i>Expression</i> kompleks untuk waktu pesanan yang masuk.</p>
--	---	---

3. *Advanced Transfer Panel*

Advanced Transfer Panel dibagi menjadi empat, yaitu *General Flowchart Module*, *Conveyor Flowchart Module*, *Transporter Flowchart Module*, dan *Data Module* (User Guide Arena, 2005:49). *Module* yang terdapat pada *Advanced Transfer Panel* memiliki fungsi transfer yang bervariasi. Pada pembuatan model simulasi, *Advanced Transfer Panel* tidak digunakan.

a. *General Flowchart Module*

General Flowchart Module adalah kumpulan *module* yang digunakan untuk mendeskripsikan proses simulasi. Berikut beberapa *module* pada *General Flowchart Module Advanced Transfer Panel*.

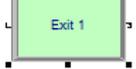
Tabel 2.4. *Module* pada *General Flowchart Module Advanced Transfer Panel*

Nama <i>Module</i>	Deskripsi	Contoh Penggunaan
<p><i>Station Module</i></p> 	<p>Mendefinisikan satu atau beberapa <i>station</i> yang sesuai pada proses.</p>	<p>Penetapan set dari beberapa proses.</p>
<p><i>Route Module</i></p> 	<p>Memindahkan <i>entity</i> ke <i>station</i> selanjutnya pada rangkaian <i>station</i> yang diasumsikan bahwa <i>re-source</i> pada <i>route idle</i> setiap saat.</p>	<p>Mengirimkan <i>entity</i> ke <i>station</i> selanjutnya sesuai <i>route</i>.</p>

b. Conveyor Flowchart Module

Conveyor flowchart module adalah kumpulan *module* yang digunakan untuk mendeskripsikan proses simulasi dengan fungsi khusus, yaitu *conveyor*. Berikut beberapa *module* pada *Conveyor Flowchart Module Advanced Transfer Panel*.

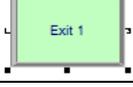
Tabel 2.5. *Module* pada *Conveyor Flowchart Advanced Transfer Panel*

Nama <i>Module</i>	Deskripsi	Contoh Penggunaan
<i>Access Module</i> 	Mengalokasikan satu atau lebih <i>entity</i> pada <i>conveyor</i> yang kemudian akan dipindahkan dari satu <i>station</i> ke <i>station</i> lainnya.	Mengirimkan <i>entity</i> yang masuk ke dalam <i>conveyor</i> .
<i>Convey Module</i> 	Memindahkan <i>entity</i> pada <i>conveyor</i> dari lokasi tertentu ke <i>station</i> tujuan.	Membawa produk ke <i>station</i> lain.
<i>Exit Module</i> 	Melepaskan <i>entity cell</i> di <i>conveyor</i> tertentu.	Keluar dan berhenti dari <i>station</i> satu lalu masuk ke proses selanjutnya.

c. Transporter Flowchart Module

Transporter flowchart module adalah kumpulan *module* yang digunakan untuk mendeskripsikan proses simulasi dengan fungsi khusus, yaitu *transporter*. Berikut beberapa *module* pada *Transporter Flowchart Module Advanced Transfer Panel*.

Tabel 2.6. *Module pada Transporter
Flowchart Advanced Transfer Panel*

Nama Module	Deskripsi	Contoh Penggunaan
<p><i>Transport Module</i></p> 	Mentransfer <i>entity</i> ke <i>station</i> tujuan.	Mengangkut bahan baku produk ke <i>station</i> pemrosesan selanjutnya.
<p><i>Request Module</i></p> 	Menugaskan <i>transporter unit</i> ke suatu <i>entity</i> dan menggerakkan <i>unit</i> ke lokasi <i>station</i> entitas.	Konsumen restoran memanggil pelayan untuk melakukan pemesanan.
<p><i>Free Module</i></p> 	Melepaskan <i>entity</i> untuk dialokasikan oleh <i>transporter unit</i> .	Melepaskan bahan baku produk untuk diletakkan di truk pengiriman.

d. *Data Module*

Data module adalah kumpulan *module* yang digunakan untuk mendefinisikan karakteristik elemen proses. Berikut beberapa *module* pada *Data Module Advanced Transfer Panel*.

Tabel 2.7. *Module pada Data Module Advanced Transfer Panel*

Nama Module	Deskripsi	Contoh Penggunaan
<p><i>Conveyor Module</i></p> 	Membantu pergerakan <i>entity</i> antar- <i>station</i> . Conveyor didefinisikan menjadi <i>conveyor</i> terakumulasi dan <i>conveyor</i> non terakumulasi.	Perpindahan produk dengan menggunakan <i>belting conveyor</i> .
<p><i>Segment Module</i></p> 	Menetapkan jarak antar-2 <i>station set segment conveyor</i> .	Membawa produk dari <i>station</i> pertama ke <i>station</i> kedua.

<p><i>Transporter Module</i></p>  <p>Transporter</p>	<p>Menetapkan perangkat <i>guided transporter</i> untuk menggerakkan <i>entity</i> dari satu <i>station</i> ke <i>station</i> lain.</p>	<p>Memindahkan pasien dari ruang pemeriksaan pertama ke ruang pemeriksaan lainnya dengan menggunakan kursi roda.</p>
<p><i>Distance Module</i></p>  <p>Distance</p>	<p>Menetapkan jarak perjalanan antar-<i>station</i> yang dapat diakses oleh <i>transporter</i>.</p>	<p>Mendefinisikan jarak antar-<i>station</i> pengolahan bahan baku produk.</p>

F. Input Analyzer

Input analyzer merupakan *tool* pada software ARENA 16.0. yang digunakan untuk menentukan fungsi distribusi probabilitas dari data yang diinputkan serta dapat membandingkan fungsi distribusi untuk menampilkan efek perubahan parameter dari distribusi yang sama. Penentuan fungsi distribusi pada *tool input analyzer* dapat menggunakan fitur *fitting distribution* untuk mencari bentuk distribusi yang sesuai dengan data. Format data yang dapat dibaca oleh software ARENA 16.0 adalah format .dst atau .txt, untuk mendapatkan format tersebut data harus disimpan melalui perangkat *notepad*.

G. Contoh Kasus

Antrian merupakan situasi menunggu untuk menerima pelayanan dari fasilitas yang terbatas (Manalu & Palandeng, 2019). Permintaan layanan yang tinggi, tetapi dibarengi dengan peningkatan jumlah penyedia layanan akan menyebabkan terjadinya antrian terjadi jika permintaan pada suatu perusahaan tinggi, tetapi tidak dibarengi dengan peningkatan jumlah penyedia layanan (Wihdaniah, Pono, & Munizu, 2018). Antrian dalam suatu sistem akan berdampak pada tingkat kepuasan konsumen terhadap layanan yang kita berikan, oleh karena itu

perlu dilakukannya penanganan agar pada sistem tidak terjadi lagi antrian.

Antrian seperti pada Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum (SPBU) merupakan hal yang umum terjadi. Hal ini terjadi karena jumlah fasilitas yang terbatas sehingga antrian dalam proses pengisian bahan bakar pun tidak dapat dihindarkan. Tentu saja hal ini sangat merugikan konsumen dan perusahaan. Maka dari itu, perlu dilakukan identifikasi terhadap hal-hal yang menyebabkan terjadinya suatu antrian yang selanjutnya dapat dilakukan suatu analisis untuk meminimalkan jumlah antrian, sehingga tingkat kepuasan pelanggan terhadap layanan pun dapat meningkat. Pada penelitian kali ini akan dilakukan suatu analisis hasil pengamatan yang dilakukan pada SPBU 14.294/739 yang berlokasi di Jl. Raja H. Fisabilillah dengan teknik sampling yang digunakan merupakan *nonprobability sampling*, yaitu proses pengambilan sampel yang berubah-ubah dan subjektif yang artinya setiap populasi tidak mempunyai kesempatan untuk dimasukkan sebagai sample penelitian (Cooper & Schindler, 2011). Dalam proses pelayanan, Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum (SPBU) menggunakan model *Multiple Channel Query System* yang artinya terdapat lebih dari satu jalur fasilitas dan hanya satu tahapan yang perlu dilalui oleh pelanggan untuk menyelesaikan suatu proses layanan (Handoko & Astuti, 2017). Disiplin layanan yang diterapkan oleh SPBU umumnya adalah *first-come, first-served* (FCFS), yaitu pelanggan yang pertama datang akan pertama dilayani.

Dengan demikian, tujuan dilakukannya pengamatan layanan antrian pada Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum (SPBU) adalah untuk meminimumkan antrian pada sistem layanan dengan melakukan simulasi alternatif perbaikan pada sistem.

H. Data

Pada penelitian ini menggunakan data sekunder yang diambil dari jurnal dengan judul “Analisis Sistem Antrian Pelanggan SPBU dengan Pendekatan Simulasi ARENA”. Berdasarkan jurnal acuan tersebut terlihat bahwa data yang digunakan merupakan data *real* hasil pengamatan pada SPBU 14.294.739 yang berlokasi di Jl. Raja H. Fisabilillah, Batam. Pengamatan dilakukan pada tanggal 29 Maret 2020 hingga tanggal 8 April 2020 dengan durasi waktu pengamatan selama 2 jam, dimulai dari pukul 16.40 WIB sampai pukul 18.40 WIB karena pada jam tersebut merupakan jam sibuk bagi server dan operator dalam proses pelayanan pengisian bahan bakar sehingga sering terjadi antrian pada saat proses pelayanan. Waktu yang dibutuhkan oleh pelanggan bersifat *random* karena kebutuhan tiap pelanggan terhadap bahan bakar berbeda-beda.

Pengamatan dikhususkan pada kendaraan roda dua waktu dengan pertimbangan antrian pada kendaraan roda dua sempat mencapai panjang 3 meter yang menyebabkan gangguan bagi kendaraan lain saat akan mengisi bahan bakar. Data hasil pengamatan antrian pada layanan pengisian bahan bakar premium dan pertalite dapat dilihat pada lampiran 1 dan lampiran 2.

I. Hasil dan Pembahasan

1. Input Analyzer

Data pengamatan antrian pada SPBU yang telah di rekapitulasi dengan Ms. Excel kemudian diolah dengan *tool Input Analyzer* yang terdapat pada software ARENA 16.0 untuk mengetahui jenis distribusi data waktu antar-kedatangan dan data waktu proses pelayanan. Berdasarkan

hasil analisis dengan *Input Analyzer* diperoleh hasil sebagai berikut.

Tabel 2.8. Hasil *Input Analyzer* Bahan Bakar Premium

Bahan Bakar Premium	Waktu Antar-Kedatangan	Distribusi	Weibull
		Expression	$-0.001 + WEIB(70.2, 1.24)$
		Square Error	0.036620
	Waktu Proses Pelayanan	Distribusi	Weibull
		Expression	$11.5 + WEIB(12.4, 1.48)$
		Square Error	0.014019

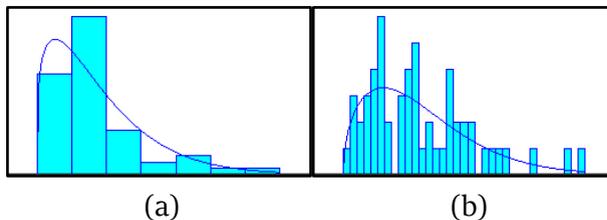
Sumber: ARENA 16.0 Diolah

Tabel 2.9. Hasil *Input Analyzer* Bahan Bakar Pertalite

Bahan Bakar Pertalite	Waktu Antar-Kedatangan	Distribusi	Weibull
		Expression	$-0.999 + WEIB(59.9, 0.846)$
		Square Error	0.010303
	Waktu Proses Pelayanan	Distribusi	Gamma
		Expression	$6.5 + GAMM(5.13, 3)$
		Square Error	0.028558

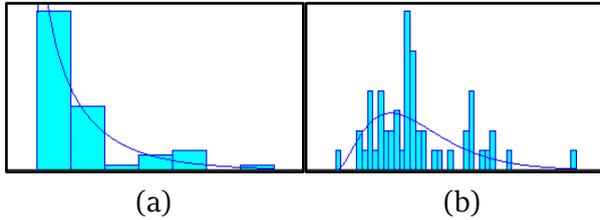
Sumber: ARENA 16.0 Diolah

Berikut grafik distribusi data waktu antar kedatangan dan waktu proses pelayanan baik pada data bahan bakar premium maupun pertalite.



Gambar 2.3. Grafik Distribusi Data Bahan Bakar Premium
Keterangan: (a) Waktu Antar-kedatangan; (b) Waktu Proses Pelayanan

Sumber: ARENA 16.0 Diolah

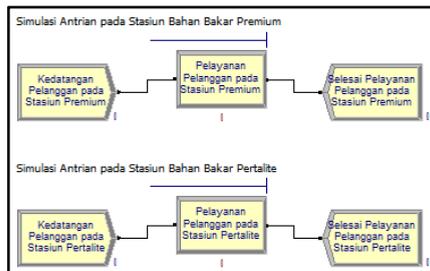


Gambar 2.4. Grafik Distribusi Data Bahan Bakar Pertalite
Keterangan: (a) Waktu Antar-kedatangan; (b) Waktu Proses Pelayanan

Sumber: ARENA 16.0 Diolah

2. Simulasi Model Antrian

Setelah menentukan distribusi data pada data waktu antar-kedatangan dan waktu proses pelayanan baik pada pelanggan bahan bakar premium, maupun pertalite langkah selanjutnya yang perlu dilakukan untuk melakukan analisis pada sistem antrian adalah pembentukan simulasi model antrian. Pembentukan simulasi model antrian pada penelitian kali ini akan menggunakan bantuan software ARENA 16.0 dengan bentuk simulasi model sebagai berikut.

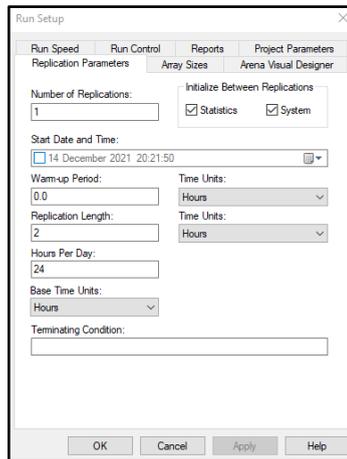


Gambar 2.5. Simulasi Model Antrian SPBU

Karena model yang digunakan pada antrian SPBU adalah model *Multiple Channel Query System* maka hanya terdapat tiga *event* yang terjadi, di antaranya yaitu

- a. Proses kedatangan pelanggan yang digambarkan dengan *module* “Create”.
- b. Proses pelayanan pelanggan yang digambarkan dengan *module* “Process”.
- c. Proses penyelesaian pelayanan pelanggan yang digambarkan dengan *module* ”Dispose”.

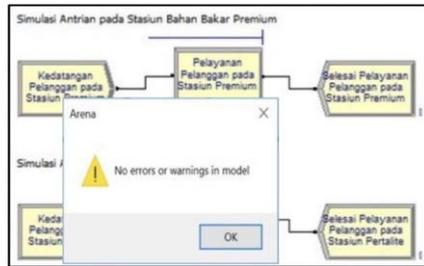
Berikut *Run Setup* pada simulasi model antrian SPBU.



Gambar 2.6. *Run Setup* pada Simulasi Model Antrian SPBU

3. Verifikasi Simulasi Model Antrian

Setelah dilakukan pengisian data pada model simulasi, langkah selanjutnya adalah proses verifikasi model yang bertujuan untuk melihat apakah model simulasi yang dibentuk telah sesuai dan benar. Model simulasi dikatakan *valid* dan *verified* jika model dapat dijalankan dan tidak terjadi error. Berikut tanda model simulasi telah *valid* dan *verified*.



Gambar 2.7. Verifikasi Simulasi Model Antrian SPBU

4. Report Simulasi Model Antrian

Setelah simulasi model antrian selesai dijalankan, maka akan diperoleh hasil dalam bentuk *report* dari simulasi model antrian tersebut. Berikut *report* simulasi model antrian pada stasiun pengisian bahan bakar premium.

Entity				
Time				
	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
VA Time				
Entry 1	0.00658171	(insufficient)	0.00334737	0.01361636
NVA Time				
Entry 1	0.00	(insufficient)	0.00	0.00
Wait Time				
Entry 1	0.00218805	(insufficient)	0.00	0.02039311
Transfer Time				
Entry 1	0.00	(insufficient)	0.00	0.00
Other Time				
Entry 1	0.00	(insufficient)	0.00	0.00
Total Time				
Entry 1	0.00874676	(insufficient)	0.00334737	0.02684811
Other				
Number In	Value			
Entry 1	103.00			
Number Out	Value			
Entry 1	103.00			

Gambar 2.8. Report Entity pada Simulasi Model Antrian Premium

Berdasarkan *report entity* di atas diketahui bahwa dalam dua jam pengamatan, jumlah kendaraan yang masuk pada stasiun pengisian bahan bakar premium sekitar 103 kendaraan dengan rata-rata waktu proses pelayanan setiap kendaraan yaitu sekitar 0.00874676 detik dengan waktu

pelayanan maksimum sekitar 0.02684811 detik dan waktu pelayanan minimum sekitar 0.00334737 detik.

Queue				
Time				
Waiting Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Pelayanan Pelanggan pada Stasiun Premium.Queue	0.00216505	(Insufficient)	0.00	0.02039311
Other				
Number Waiting	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Pelayanan Pelanggan pada Stasiun Premium.Queue	0.1115	(Insufficient)	0.00	3.0000

Gambar 2.9. Report Queue pada Simulasi Model Antrian Premium

Berdasarkan *report queue* di atas diketahui bahwa rata-rata waktu tunggu untuk stasiun bahan bakar premium adalah selama 0.00216505 detik dengan waktu tunggu maksimum selama 0.02039311 detik. Dapat diketahui pula bahwa rata-rata jumlah pelanggan yang menunggu untuk masuk ke dalam proses pelayanan adalah sebesar 0.1115 dengan jumlah minimum 0 dan jumlah maksimum 3.

Resource				
Usage				
Instantaneous Utilization	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Premium_1	0.3390	(Insufficient)	0.00	1.0000
Number Busy	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Premium_1	0.3390	(Insufficient)	0.00	1.0000

Gambar 2.10. Report Resource pada Simulasi Model Antrian Premium

Berdasarkan *report resource* di atas diketahui bahwa tingkat utilitas dan kesibukan mencapai 33.9%. Dapat disimpulkan bahwa *resource* pada stasiun pengisian bahan bakar premium tidak terlalu sibuk dalam melayani pelanggan.

Sedangkan *report* simulasi model antrian pada stasiun pengisian bahan bakar pertalite dapat dilihat pada gambar berikut.

Entity				
Time				
VA Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Entity 1	0.00659348	(Insufficient)	0.00243995	0.01471225
NVA Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Entity 1	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Wait Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Entity 1	0.00344532	(Insufficient)	0.00	0.02285475
Transfer Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Entity 1	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Other Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Entity 1	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Total Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Entity 1	0.01003879	(Insufficient)	0.00305967	0.02588172
Other				
Number In	Value			
Entity 1	95.0000			
Number Out	Value			
Entity 1	95.0000			

Gambar 2.11. *Report Entity* pada Simulasi Model Antrian Pertalite

Berdasarkan *report entity* di atas diketahui bahwa dalam dua jam pengamatan, jumlah kendaraan yang masuk pada stasiun pengisian bahan bakar premium sekitar 95 kendaraan dengan rata-rata waktu proses pelayanan setiap kendaraan yaitu sekitar 0.01003879 detik dengan waktu pelayanan maksimum sekitar 0.02588172 detik dan waktu pelayanan minimum sekitar 0.02588172 detik.

Queue				
Time				
Waiting Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Pelayanan Pelanggan pada Stasiun Pertalite.Queue	0.00344532	(Insufficient)	0.00	0.02285475
Other				
Number Waiting	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Pelayanan Pelanggan pada Stasiun Pertalite.Queue	0.1637	(Insufficient)	0.00	4.0000

Gambar 2.12. *Report Queue* pada Simulasi Model Antrian Pertalite

Berdasarkan *report queue* di atas diketahui bahwa rata-rata waktu tunggu untuk stasiun bahan bakar pertalite adalah selama 0.00344532 detik dengan waktu tunggu maksimum selama 0.0228547 detik. Dapat diketahui pula bahwa rata-rata jumlah pelanggan yang menunggu untuk masuk ke dalam proses pelayanan adalah sebesar 0.1637 dengan jumlah minimum 0 dan jumlah maksimum 4.

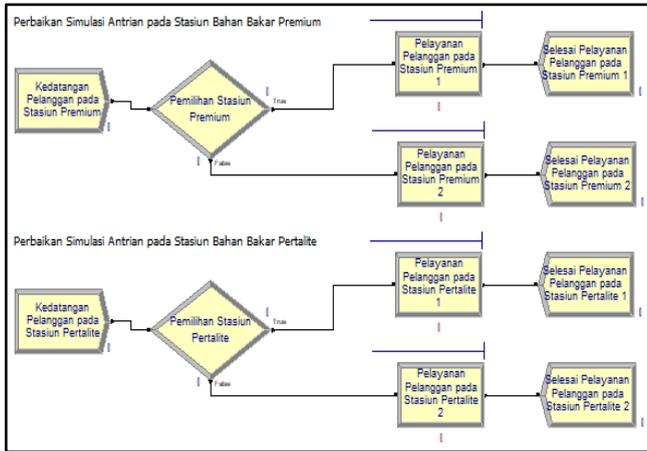
Resource				
Usage				
Instantaneous Utilization	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Pertalite_1	0.3132	(Insufficient)	0.00	1.0000
Number Busy	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Pertalite_1	0.3132	(Insufficient)	0.00	1.0000

Gambar 2.13. *Report Resource* pada Simulasi Model Antrian Pertalite

Berdasarkan *report resource* di atas diketahui bahwa tingkat utilitas dan kesibukan mencapai 31.32%. Dapat disimpulkan bahwa *resource* pada stasiun pengisian bahan bakar pertalite tidak terlalu sibuk dalam melayani pelanggan.

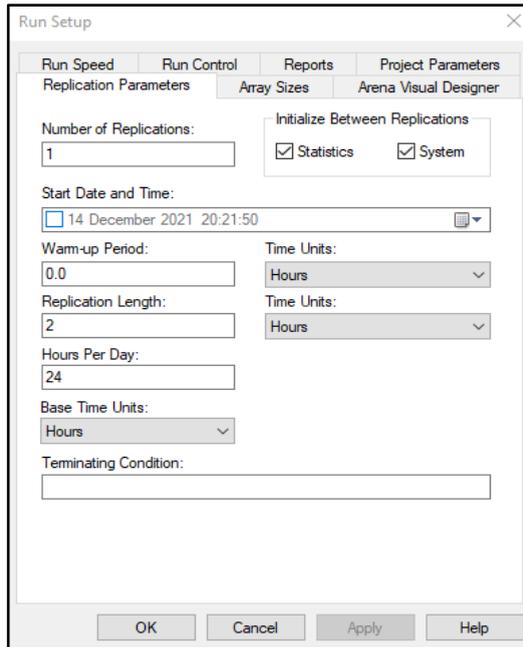
5. Simulasi Alternatif Model Antrian

Berdasarkan nilai utilitas pada kedua stasiun bahan bakar, yaitu premium dan pertalite menunjukkan bahwa *resource* yang tersedia tidak terlalu sibuk dalam melayani pelanggan. Tetapi, untuk memastikan apakah nilai utilitas sudah optimal atau tidak akan dibentuk suatu simulasi alternatif model antrian dengan melakukan penambahan jumlah *server* dan *resource* sehingga dapat meminimumkan antrian pada sistem layanan. Berikut merupakan simulasi alternatif model antrian pada sistem.



Gambar 2.14. Simulasi Alternatif Model Antrian SPBU

Berikut *Run Setup* pada simulasi alternatif model pada sistem antrian.



Gambar 2.15. *Run Setup* pada Simulasi Alternatif Model Antrian SPBU

6. Report Simulasi Alternatif Model Antrian

Setelah simulasi alternatif model antrian selesai dijalankan, maka akan diperoleh hasil dalam bentuk *report* sebagai berikut.

Entity				
Time				
VA Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Entity 1	0.00618299	(Insufficient)	0.00326979	0.01361635
NVA Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Entity 1	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Wait Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Entity 1	0.00024246	(Insufficient)	0.00	0.00613674
Transfer Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Entity 1	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Other Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Entity 1	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Total Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Entity 1	0.00639545	(Insufficient)	0.00326979	0.01508302
Other				
Number In	Value			
Entity 1	94.0000			
Number Out	Value			
Entity 1	94.0000			

Gambar 2.16. *Report Entity* pada Simulasi Alternatif Model Antrian Premium

Berdasarkan *report entity* pada simulasi alternatif di atas diketahui bahwa dalam dua jam pengamatan, jumlah kendaraan yang masuk pada stasiun pengisian bahan bakar premium sekitar 94 kendaraan dengan rata-rata waktu proses pelayanan setiap kendaraan yaitu sekitar 0.00639545 detik dengan waktu pelayanan maksimum sekitar 0.01508302 detik dan waktu pelayanan minimum sekitar 0.00326979 detik.

Queue				
Time				
Waiting Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Pelayanan Pelanggan pada Stasiun Premium 1.Queue	0.00017410	(Insufficient)	0.00	0.00307194
Pelayanan Pelanggan pada Stasiun Premium 2.Queue	0.00031690	(Insufficient)	0.00	0.00613574
Other				
NumberWaiting	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Pelayanan Pelanggan pada Stasiun Premium 1.Queue	0.00426547	(Insufficient)	0.00	1.0000
Pelayanan Pelanggan pada Stasiun Premium 2.Queue	0.00713018	(Insufficient)	0.00	1.0000

Gambar 2.17. Report Queue pada Simulasi Alternatif Model Antrian Premium

Berdasarkan *report queue* pada simulasi alternatif di atas diketahui bahwa rata-rata waktu tunggu untuk stasiun bahan bakar premium masing-masing stasiun adalah selama 0.00017410 detik dan 0.00031690 detik dengan waktu tunggu maksimum pada stasiun 1 selama 0.00307194 detik dan stasiun 2 selama 0.00613574 detik. Dapat diketahui pula bahwa rata-rata jumlah pelanggan yang menunggu untuk masuk ke dalam proses pelayanan pada stasiun 1 sebesar 0.00426547 dengan jumlah minimum 0 dan jumlah maksimum 1, sedangkan pada stasiun 2 sebesar 0.00713018 dengan jumlah minimum 0 dan jumlah maksimum 1.

Resource				
Usage				
Instantaneous Utilization	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Premium_1	0.1463	(Insufficient)	0.00	1.0000
Premium_2	0.1463	(Insufficient)	0.00	1.0000
Premium_3	0.1428	(Insufficient)	0.00	1.0000
Premium_4	0.1428	(Insufficient)	0.00	1.0000
NumberBusy	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Premium_1	0.1463	(Insufficient)	0.00	1.0000
Premium_2	0.1463	(Insufficient)	0.00	1.0000
Premium_3	0.1428	(Insufficient)	0.00	1.0000
Premium_4	0.1428	(Insufficient)	0.00	1.0000

Gambar 2.18. Report Resource pada Simulasi Alternatif Model Antrian Premium

Berdasarkan *report resource* di atas diketahui bahwa tingkat utilitas dan kesibukan masing-masing *resource* diketahui bahwa baik *resource 1*, maupun *resource 2* memiliki tingkat utilitas dan kesibukan sebesar 14.63%. Sedangkan, pada *resource 3*, maupun *resource 4* memiliki tingkat utilitas dan kesibukan sebesar 14.28%. Dapat terlihat bahwa tingkat utilitas dan kesibukan pada simulasi alternatif model antrian stasiun pengisian bahan bakar premium mengalami penurunan. Hal tersebut menunjukkan bahwa dengan menambahkan jumlah stasiun dan *resource* dapat menurunkan nilai utilitas dan kesibukan pada stasiun, sehingga antrian dan tingkat kesibukan stasiun pengisian bahan bakar premium pun dapat lebih rendah jika dibandingkan dengan kondisi sistem sebelumnya.

Sedangkan *report* simulasi alternatif model antrian pada stasiun pengisian bahan bakar pertalite dapat dilihat pada gambar berikut.

Entity				
Time				
VA Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Entity 1	0.00599646	(insufficient)	0.00244919	0.01471225
NVA Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Entity 1	0.00	(insufficient)	0.00	0.00
Wait Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Entity 1	0.00089661	(insufficient)	0.00	0.01175664
Transfer Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Entity 1	0.00	(insufficient)	0.00	0.00
Other Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Entity 1	0.00	(insufficient)	0.00	0.00
Total Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Entity 1	0.00669207	(insufficient)	0.00244919	0.02419675
Other				
Number In	Value			
Entity 1	95.0000			
Number Out	Value			
Entity 1	95.0000			

Gambar 2.19. *Report Entity* pada Simulasi Alternatif Model Antrian Pertalite

Berdasarkan *report entity* pada simulasi alternatif di atas diketahui bahwa dalam dua jam pengamatan, jumlah kendaraan yang masuk pada stasiun pengisian bahan bakar pertalite sekitar 95 kendaraan dengan rata-rata waktu proses pelayanan setiap kendaraan yaitu sekitar 0.00689207 detik dengan waktu pelayanan maksimum sekitar 0.02419875 detik dan waktu pelayanan minimum sekitar 0.00244919 detik.

Queue				
Time				
Waiting Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Pelayanan Pelanggan pada Stasiun Pertalite 1.Queue	0.00033922	(Insufficient)	0.00	0.00547982
Pelayanan Pelanggan pada Stasiun Pertalite 2.Queue	0.00149036	(Insufficient)	0.00	0.01175564
Other				
Number Waiting	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Pelayanan Pelanggan pada Stasiun Pertalite 1.Queue	0.00831094	(Insufficient)	0.00	1.0000
Pelayanan Pelanggan pada Stasiun Pertalite 2.Queue	0.03427825	(Insufficient)	0.00	2.0000

Gambar 2.20. *Report Queue* pada Simulasi Alternatif Model Antrian Pertalite

Berdasarkan *report queue* pada simulasi alternatif di atas diketahui bahwa rata-rata waktu tunggu untuk stasiun bahan bakar pertalite masing-masing stasiun adalah selama 0.00033922 detik dan 0.00149036 detik dengan waktu tunggu maksimum pada stasiun 1 selama 0.00547982 detik dan stasiun 2 selama 0.01175564 detik. Dapat diketahui pula bahwa rata-rata jumlah pelanggan yang menunggu untuk masuk ke dalam proses pelayanan pada stasiun 1 sebesar 0.00831094 dengan jumlah minimum 0 dan jumlah maksimum 1, sedangkan pada stasiun 2 sebesar 0.03427825 dengan jumlah minimum 0 dan jumlah maksimum 2.

Resource				
Usage				
Instantaneous Utilization	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
	Pertalite_1	0.1359	(Insufficient)	0.00
Pertalite_2	0.1359	(Insufficient)	0.00	1.0000
Pertalite_3	0.1489	(Insufficient)	0.00	1.0000
Pertalite_4	0.1489	(Insufficient)	0.00	1.0000
Number Busy	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
	Pertalite_1	0.1359	(Insufficient)	0.00
Pertalite_2	0.1359	(Insufficient)	0.00	1.0000
Pertalite_3	0.1489	(Insufficient)	0.00	1.0000
Pertalite_4	0.1489	(Insufficient)	0.00	1.0000

Gambar 2.21. *Report Resource* pada Simulasi Alternatif Model Antrian Pertalite

Berdasarkan *report resource* di atas diketahui bahwa tingkat utilitas dan kesibukan masing-masing *resource* diketahui bahwa baik *resource* 1, maupun *resource* 2 memiliki tingkat utilitas dan kesibukan sebesar 13.59%. Sedangkan, pada *resource* 3, maupun *resource* 4 memiliki tingkat utilitas dan kesibukan sebesar 14.89%. Dapat terlihat bahwa tingkat utilitas dan kesibukan pada simulasi alternatif model antrian stasiun pengisian bahan bakar pertalite mengalami penurunan. Hal tersebut menunjukkan bahwa dengan menambahkan jumlah stasiun dan *resource* dapat menurunkan nilai utilitas dan kesibukan pada stasiun, sehingga antrian dan tingkat kesibukan stasiun pengisian bahan bakar pertalite pun dapat lebih rendah jika dibandingkan dengan kondisi sistem sebelumnya.

J. Kesimpulan Analisis dan Simulasi Antrian

Berdasarkan hasil analisis dan simulasi model antrian pada SPBU 14.294.739 yang berlokasi di Jl. Raja H. Fisabilillah, Kota Batam dapat diambil kesimpulan bahwa antrian pengisian bahan bakar premium dan pertalite khusus kendaraan roda dua memiliki nilai utilitas pada masing-masing stasiun pengisian sebesar 33.9%

dan 31.32%. Hal ini menunjukkan bahwa tingkat utilitas dan kesibukan pada SPBU tidak terlalu besar, tetapi untuk memastikan apakah nilai utilitas tersebut sudah optimal akan dibentuk suatu rancangan alternatif perbaikan sistem dengan menambahkan jumlah server atau stasiun pengisian yang semula hanya satu menjadi dua dan jumlah resource atau pekerja pada tiap servernya yang semula satu menjadi dua. Dengan rancangan alternatif perbaikan sistem tersebut diperoleh penurunan utilitas yang cukup signifikan, selain penurunan pada nilai utilitas juga terjadi penurunan pada waktu tunggu dan waktu proses pelayanan, sehingga antrian dan tingkat kesibukan stasiun pengisian bahan bakar premium dan pertalite pun semakin lebih rendah jika dibandingkan dengan kondisi sistem sebelumnya.

Setelah melakukan analisis dan simulasi model antrian antrian dengan menggunakan software ARENA dapat disimpulkan kelebihan dan kekurangan melakukan analisis dan simulasi model antrian dengan menggunakan software ARENA sebagai berikut.

Tabel 2.10. Kelebihan dan Kekurangan *Software ARENA*

Kelebihan	Kekurangan
Terdapat versi gratis tanpa batas waktu yang diperuntukan bagi akademisi	Terdapat beberapa <i>package</i> yang tidak dapat digunakan pada versi akademik
Dapat membentuk suatu simulasi model antrian yang serupa dengan kondisi nyata	Tidak dapat menghasilkan <i>output</i> yang optimal karena <i>output</i> yang dikeluarkan hanya berdasarkan simulasi
Menekan biaya penelitian karena tidak perlu melakukan penelitian langsung	Dapat terjadi kesalahan pada saat merepresentasikan terhadap kondisi nyata

Daftar Pustaka

- Amri, M., & Malasy, T. S. 2013. Analisis Sistem Antrian pada Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum (SPBU) dengan menggunakan Simulasi Arena. *MIEJ Journal*, II(2), 16-23.
- Arena, R. A. 2005. *User Guide Arena*. Rockwell Automation.
- Cooper, D. R., & Schindler, P. S. 2011. *Business Research Methods*. McGraw-Hill Higher Education. McGraw-Hill Higher Education.
- Handoko, H., & Astuti, S. W. 2017. Queue Analysis at Yogyakarta Tugu Station. *Jurnal Perkeretaapian Indonesia*, I(2), 105-115.
- Hanggara, F. D., & Putra, R. E. 2020, December. Analisis Sistem Antrian Pelanggan SPBU dengan Pendekatan Simulasi Arena. *Jurnal INTECH*, VI(2), 155-162. doi:10.0656/intech.v6i2.2543
- Manalu, C., & Palandeng, I. 2019. Analisis Sistem Antrian Sepeda Motor pada Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum (SPBU) 74.951.02 Malalayang. *Jurnal EMBA*, VII(1), 551-560. Retrieved from <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/emba>
- Nasrulhaq, M. I., Nugraha, C., & Imran, A. 2014. Model Simulasi Sistem Antrian Elevator. *Reka Integra Jurnal Online Institut Teknologi Nasional*, II(1), 121-131.
- Purwanto, T. A. 2019, July. Analisis Sistem Antrian Menggunakan Software Simulasi Arena pada PT. Indomobil Trada Nasional (Nissan Depok). *Jurnal IKRA-ITH INFORMATIKA*, V(2).

Wardhani, I. K., Pratiwi, I. P., & Liquiddanu, E. 2018, May 7-8. Analisis Kinerja Antrian Menggunakan Software Arena 15.0. *Seminar dan Konferensi Nasional IDEC*.

Wihdaniah, S., Pono, M., & Munizu, M. 2018. Analisis Kinerja Sistem Antrian dalam Mengoptimalkan Pelayanan Pasien Rawat Jalan di RSUD Haji Makassar. *Jurnal Bisnis, Manajeme, dan Informatika*, 228-238.

03.



Analisis Sistem Antrian dan Simulasi dengan Menggunakan Software ProModel

Alifia Hani Nabilah

A. Pendahuluan

Production Modeler atau sering disingkat dengan ProModel merupakan perangkat lunak yang berguna untuk membuat model berbagai macam sistem dari manufaktur dan jasa. Production modeler atau ProModel dapat dipakai sebagai suatu *Simulation Application* karena dapat memodelkan suatu sistem dan juga tingkah laku sistem dapat diamati dan dianalisis. Sistem manufaktur tersebut seperti perbelanjaan, konveyor, perakitan, perencanaan dan desain produksi, penyimpanan, sistem *just-in-time*, dan sistem manufaktur fleksibel lainnya.

ProModel dapat digunakan untuk racangan pada sistem atau perbaruan untuk mempersiapkan waktu maupun bahan baku yang dibutuhkan untuk memperbaiki sistem aktual yang ada. ProModel berfokus pada masalah seperti utilisasi pada sumber, kapasitas dalam memproduksi, daya produksi, dan lain-lain. Dengan membuat model pada elemen dalam produksi

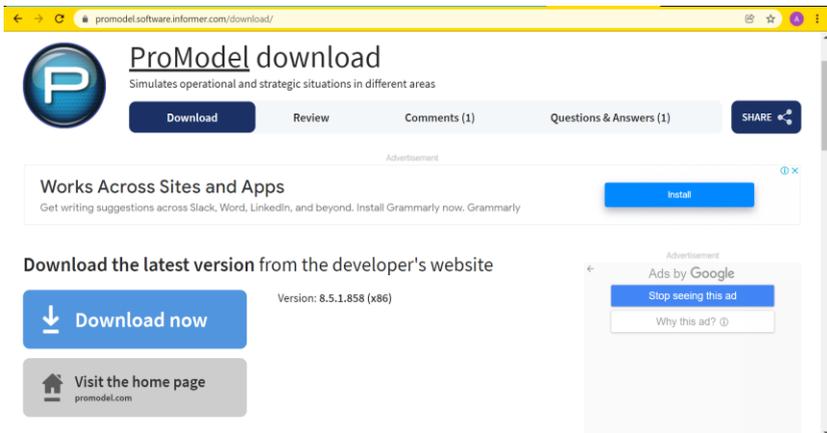
sistem seperti utilisasi pada sumber, kapasitas dalam sistem, dan jadwal untuk produksi maka percobaan dapat dilakukan dengan strategi desain dan operasi yang tidak sama agar diperoleh hasil yang baik.

Salah satu keuntungan menggunakan perangkat lunak ProModel yaitu memiliki waktu dalam hitungan yang cepat dan efektif sehingga memiliki tingkat akurasi yang bagus. Ketika membuat simulasi dan melakukan analisis pada sistem, terdapat elemen dasar yang meliputi ProModel yaitu *location*, *entity*, *arrivals*, dan *processing*. Sepanjang proses simulasi ProModel berjalan, dapat dilihat visual dari aktivitas yang telah dibuat yang *output*-nya akan bisa dilihat pada bentuk tabel maupun grafik agar mempermudah untuk dianalisis lebih lanjut.

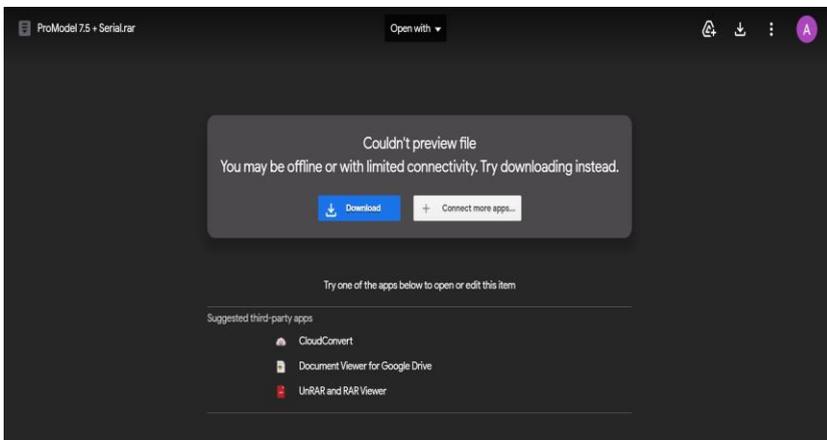
B. Instalasi Software

Instalasi software untuk ProModel dapat dilakukan pada laptop atau komputer desktop yang digunakan. Terdapat banyak versi ProModel yang dapat dipilih seperti ProModel 6.0, ProModel 7.0, ProModel 7.5, dan lain-lain. Dalam instalasi software ProModel ini, terdapat kendala yaitu tidak bisa install langsung pada website ProModel seperti pada Gambar 3.1. Sehingga proses install software ProModel dilakukan dengan cara lain.

Sebelum memasuki proses install ProModel, harus dipastikan bahwa sudah memiliki file ProModel 7.5 + serial dalam bentuk rar yang dapat di download pada laman pencarian google dengan memasukan link <https://anakteknikasik.blogspot.com/2021/09/aplikasi-ProModel-students.html>. Kemudian, akan keluar tampilan google drive seperti pada Gambar 3.2.

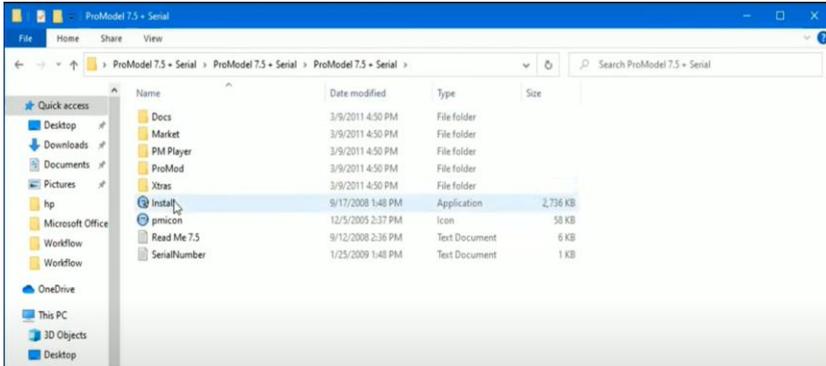


Gambar 3.1. Tampilan Site untuk Mengunduh Software ProModel



Gambar 3.2. Tampilan Laman Google Drive

Klik download pada Gambar 3.2. Setelah klik download, tunggu beberapa saat. Kemudian, akan muncul file ProModel 7.5+ serial dalam bentuk rar. Extract file terlebih dahulu sehingga muncul file ProModel 7.5+ serial pada Gambar 3.3.

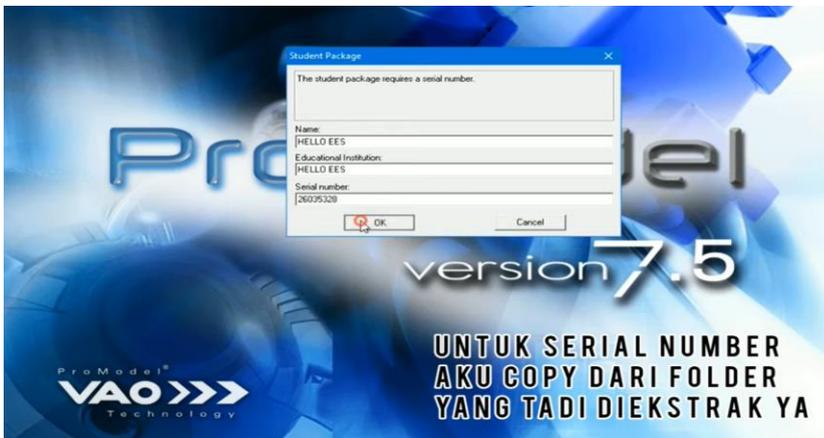


Gambar 3.3. Tampilan File ProModel 7.5 + Serial yang Telah Diekstrak



Gambar 3.4. Tampilan Awal Install ProModel

Klik install yang terdapat pada Gambar 3.4. Kemudian, akan keluar tampilan ProModel pada Gambar 3.5. Lalu, klik install ProModel pada Gambar 3.5.



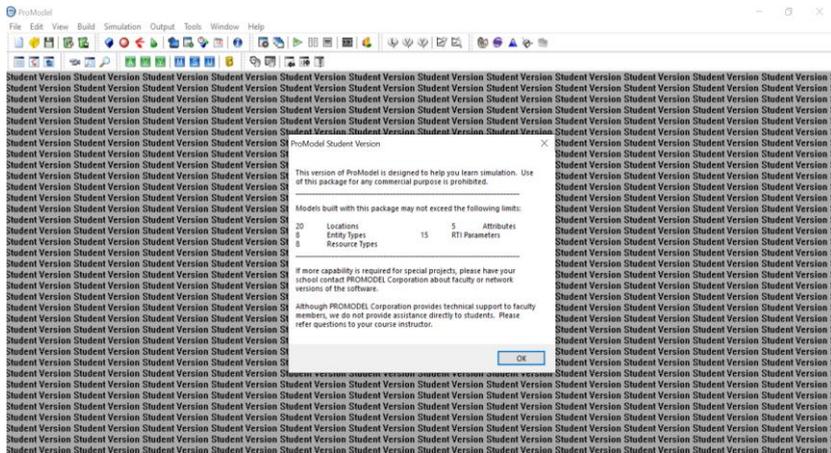
Gambar 3.5. Tampilan Install ProModel Mengisi Serial Number

Setelah muncul tampilan pada Gambar 3.5. Klik Next, untuk seterusnya hingga muncul tampilan pada Gambar 3.6. Yaitu diminta untuk mengisi *name*, *educational institution*, dan *serial number*. Untuk name dan educational institution dapat diisi sesuai dengan data pribadi masing-masing. Untuk serial number, dapat dilihat pada file ProModel 7.5+ serial yang terdapat pada Gambar 3.3. Setelah mengisi *name*, *educational institution*, dan *serial number* lalu klik OK. ProModel 7.5 student version telah berhasil diunduh.

C. Elemen-Elemen ProModel

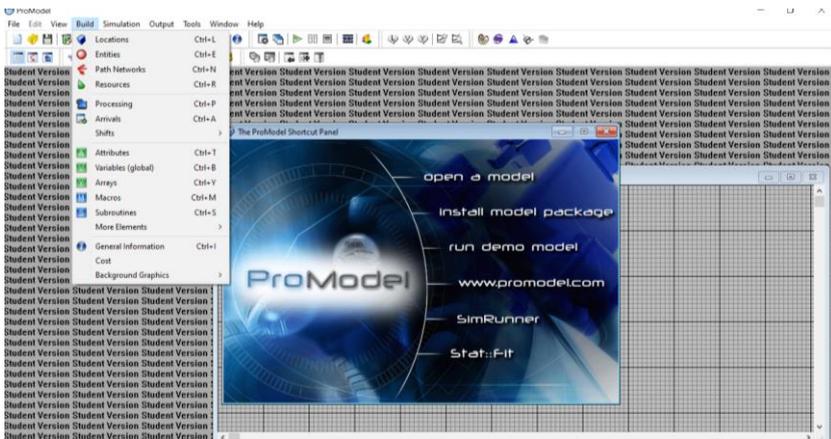
Ketika memodelkan sistem yang diharapkan, perangkat lunak ProModel mempersiapkan berbagai elemen-elemen yang sudah dirancang untuk memodelkan sistem produksi. Di antara elemen-elemen *software* ProModel tersebut seperti Location, Entities, Arrivals, Processing, dan sebagainya.

Setelah Anda membuka program ProModel, di layar akan keluar gambar seperti di bawah ini.



Gambar 3.6. Tampilan ProModel 7.5 Student Version

Klik **Build** untuk menampilkan elemen-elemen dasar software ProModel seperti pada Gambar 3.6.



Gambar 3.7. Tampilan Build ProModel 7.5 Student Version

Pada Gambar 3.7. pada Build terdapat elemen *Location*, *Entities*, *Path Networks*, *Resources*, *Processing*, *Arrivals*, *Shifts*, *Attributes*, *Variable (global)*, *Arrays*, *Macros*, *Subrotines*, *General Information*, *Cost*, dan *Background Graphics*.

Lokasi (*Location*)



Gambar 3.8. Tampilan Location ProModel 7.5 Student Version

Lokasi mempresentasikan suatu tempat di mana entitas ditujukan untuk proses, pengarsipan atau kegiatan lain atau pengumpulan keputusan. Dalam lokasi terdapat gambar *backgorund* seperti stasiun kerja, gudang pengarsipan, gudang produksi, alat-alat, dan lain-lain. Lokasi merupakan komponen yang statis sehingga tidak akan ikut bergerak ketika simulasi sedang berlangsung. Dalam mengartikan lokasi diperlukan sebagian data seperti *Icon*, *Name*, *Capacity*, *Units*, *Down-Times*, *Stats*, *Rules*, dan *Notes*.

Tabel 3.1. Atribut dan Fungsi pada *Location Table Window*

Atribut	Fungsi
Icon	Grafik yang menggantikan lokasi yang berhubungan
Name	Suatu nama dari lokasi
Capacity	Kapasitas dari lokasi dalam mengoperasikan entitas
Units	Banyak unit lokasi
Down-Times	Pengaturan dari mesin yang menurut waktu, jumlah material yang datang, maupun lama masa pakai
Stats	Deskripsi dari lokasi yang akan dimasukkan menurut statistik ketika simulasi berlangsung, biasanya diisi dengan time series karena pilihan tersebut paling jelas
Rules	Pengaturan barang yang akan datang, keluar, dan dijalankan di lokasi seperti FIFO, LIFO, random, dan lain-lain
Notes	Menambahkan keterangan atau memasukan catatan

Entitas (*Entities*)



Gambar 3.9. Tampilan Entities ProModel 7.5 Student Version

Entitas adalah sesuatu yang akan dijadikan sebagai objek yang akan dijalankan pada model sistem. Contohnya yaitu bahan baku, material setengah jadi, material yang sudah jadi, material gagal, dokumen, pelanggan, atau barang-barang manufaktur lainnya. Ketika mengartikan entitas diperlukan sebagian data seperti *Name*, *Speed*, *Stats*, dan *Notes*.

Tabel 3.2. Atribut dan Fungsi pada *Entities Table Window*

Atribut	Fungsi
Name	Nama dari tiap entitas
Speed	Kecepatan suatu entitas beralih dari suatu lokasi ke lokasi selanjutnya. Biasanya diisi dengan 150 fpm
Stats	Tingkat statistik dalam menggabungkan hasil dari setiap tipe entitas. Biasanya diisi dengan None, Basic, dan Time Series
Notes	Menambahkan keterangan atau memasukan catatan

Path Network



Gambar 3.10. Tampilan Path Network ProModel 7.5 Student Version

Path network adalah suatu jalur kerja untuk *resources* yang berisi simpul-simpul dan jalur yang menyatukan antara simpul

yang satu dengan simpul yang lainnya dan menentukan arah yang akan dilewati oleh *resources* atau entitas pada saat berjalan dari satu lokasi ke lokasi lainnya. Ketika mengartikan path network diperlukan sebagian data seperti *Graphics, Name, Type, T/S, Path, Interfaces, Mapping, dan Notes*.

Sumber Daya (*Resources*)



Gambar 3.11. Tampilan Resources ProModel 7.5 Student Version

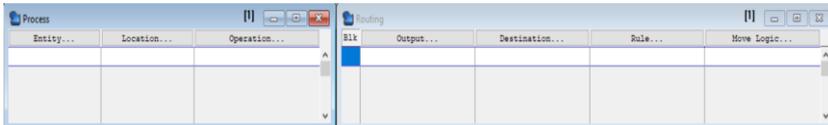
Resources adalah sumber daya yang dipakai dalam melakukan proses tertentu dari kinerja sistem. Pada ProModel, objek yang menjadi *resource* akan berpindah sesuai dengan keinginan kita. *Resource* bisa berupa operator, orang, alat-alat, atau peralatan untuk kerja lainnya yang dipakai untuk menggeser entitas. Ketika mengartikan *resources* diperlukan sebagian data seperti *Icon, Name, Units, Down-Times, Stats, Specs, Search, Logic, Pts, dan Notes*.

Tabel 3.3. Atribut dan Fungsi pada *Resources Table Window*

Atribut	Fungsi
Icon	Grafik yang menggantikan <i>resource</i> yang berhubungan ketika simulasi sedang berlangsung
Name	Nama dari <i>resource</i> yang digunakan
Units	Banyak unit yang ditampilkan <i>resource</i>
Down-Times	Pengaturan dari mesin yang menurut waktu, jumlah material yang datang, maupun lama masa pakai
Stats	Detail <i>resource</i> yang akan dimasukkan menurut statistik ketika simulasi berlangsung
Specs	Jalur kerja yang dipakai dan lokasi yang pertama

	kali didatangi
Search	Mendefinisikan pilihan path network di bawah specs
Logic	Mendefinisikan beberapa logic
Notes	Menambahkan keterangan atau memasukan catatan

Proses (*Processing*)



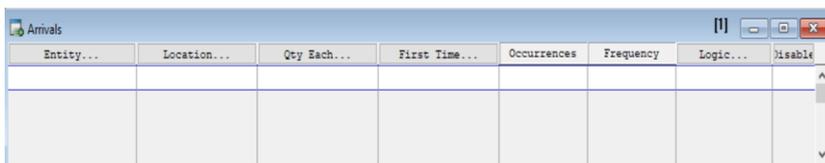
Gambar 3.12. Tampilan Processing ProModel 7.5 Student Version

Proses adalah operasi yang berlangsung dalam sistem dan rute dari entitas dalam sistem. Proses yang menggambarkan suatu entitas mulai dari suatu entitas yang memasuki sistem sampai entitas tersebut keluar dari sistem. Ketika mengartikan proses diperlukan sebagian data seperti *Entity*, *Location*, *Operation*, *Output*, *Destination*, *Rule*, dan *Move Logic*.

Tabel 3.4. Atribut dan Fungsi pada *Processing Table Window*

Atribut	Fungsi
Entity	Entitas selaku masukan yang akan diproses
Location	Operasi yang akan dijalankan pada entitas
Operation	Proses operasi yang dilalui entitas
Output	Entitas yang keluar dari operasi
Destination	Lokasi yang merupakan tujuan berikutnya pada proses entitas
Rule	Pengaturan yang dipakai pada proses, seperti proses join, peluang, dan lain-lain
Move Logic	Mengartikan metode mobilitas entitas dan memastikan waktu mobilitas

Arrivals



Gambar 3.13. Tampilan Arrivals ProModel 7.5 Student Version

Arrivals merupakan bagian yang menunjukkan prosedur datangnya entitas pada suatu sistem. Jumlah tempat lokasi kedatangan maupun banyaknya serta waktu kedatangan secara berkala berdasarkan interval tertentu. Ketika mengartikan arrivals memerlukan beberapa data seperti *Entity*, *Location*, *Quantity Each*, *First Time*, *Occurrences*, *Frequency*, *Logic*, dan *Disable*.

Tabel 3.5. Atribut dan Fungsi pada *Arrivals Table Window*

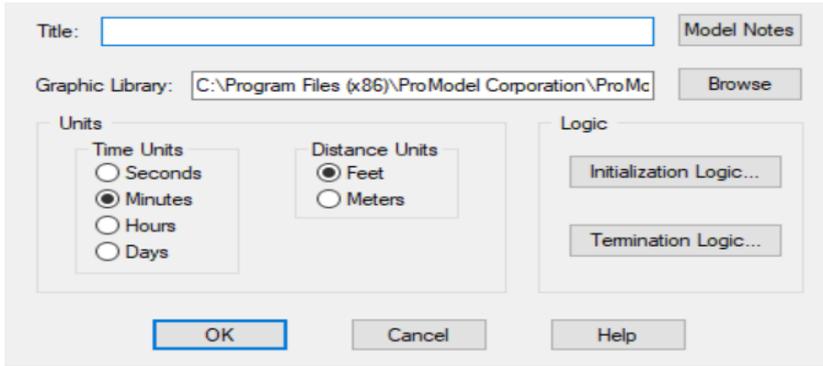
Atribut	Fungsi
Entity	Entitas yang datang pada sistem
Location	Lokasi yang dikunjungi pertama kali oleh entitas masuk ke dalam sistem
Quantity Each (Qty Each)	Jumlah entitas yang datang setiap satu kali kedatangan
First Time	Waktu di mana entitas pertama kali masuk ke dalam sistem
Occurrences	Banyak entitas tiap satu kali kedatangan
Frequency	Selang waktu antar-dua kedatangan yang beruntun
Logic	Mendefinisikan logika-logika lain dalam menyatakan kedatangan
Disable	Menyatakan kedatangan bersangkutan atau tidak. Biasanya diisi dengan No yang mendefinisikan ada kedatangan entitas yang berhubungan

Shift

Shift adalah bagian untuk menetapkan waktu kerja dan juga waktu istirahat bagi lokasi dan *resource*. Pada umumnya disediakan dalam mingguan.

General Information

General Information



Title:

Graphic Library:

Units

Time Units

Seconds

Minutes

Hours

Days

Distance Units

Feet

Meters

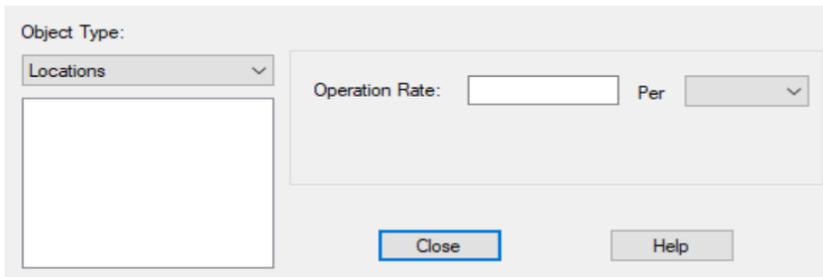
Logic

Gambar 3.14. Tampilan General Information ProModel 7.5 Student Version

General information merupakan bagian yang dipakai untuk mendetailkan keterangan dasar dari suatu model, seperti nama dari model tersebut, unit waktu, unit jarak, dan *library graphic*.

Cost

Cost



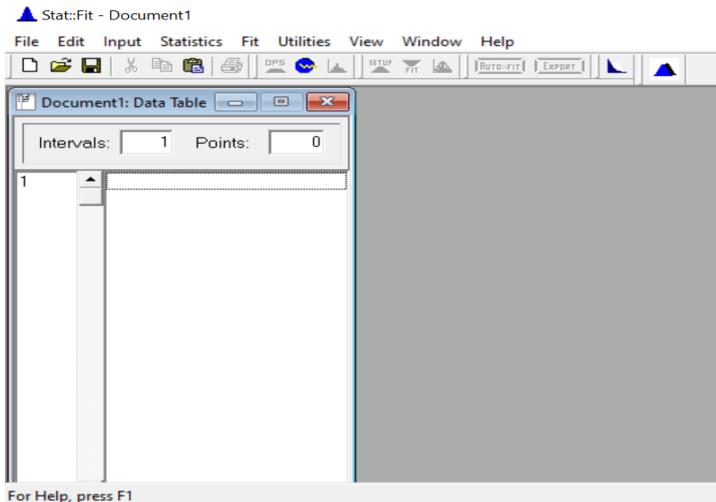
Object Type:

Operation Rate: Per

Gambar 3.15. Tampilan Cost ProModel 7.5 Student Version

Cost merupakan bagian yang digunakan untuk meninjau biaya yang bersangkutan dengan lokasi, entitas, dan *resource* pada proses simulasi sedang berlangsung dan output statistik secara umum.

Stat Fit



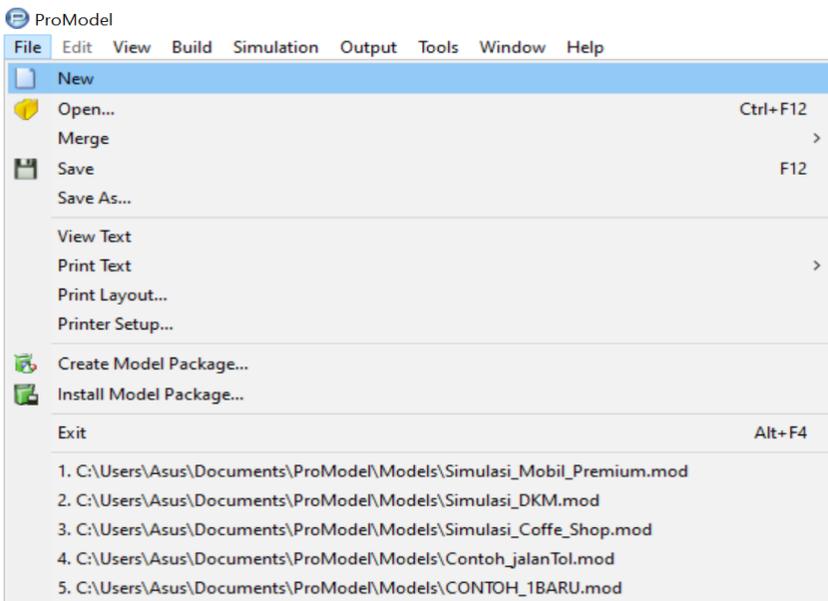
Gambar 3.16. Tampilan Stat Fit ProModel 7.5 Student Version

Stat fit merupakan software pendukung yang bermanfaat untuk memastikan distribusi dari rata-rata yang akan dipakai sebagai masukan untuk membangun model dalam simulasi ProModel. Stat fit menyediakan kecepatan, keringanan, dan ketelitian dalam pengerjaan data yang akan dianalisis.

D. Langkah-Langkah Simulasi ProModel

Langkah pertama yaitu membuka software ProModel dengan klik menu **Start** lalu **All Program** dan berikutnya pilih **ProModel** atau jika software ProModel sudah ada di desktop layar laptop atau PC bisa langsung klik pada **ProModel**. Setelah itu, untuk membangun model simulasi yang baru, pilih menu **File**, lalu klik

New. Lau akan keluar tampilan **General Information Window**. Di bagian **Title** masukkan judul model yang sedang dibuat. Kemudian, pada bagian **Time Unit** dan **Distance Unit** masukkan satuan jarak dan waktu yang diinginkan. Lalu pilih **Graphic Library** yang akan digunakan berdasarkan dengan model simulasi yang akan dibuat seperti industri, bank, logistik, dan sebagainya.



Gambar 3.17. Langkah Awal Membuat Simulasi ProModel

E. Contoh Kasus dan Analisis Sistem Antrian

Data yang digunakan pada contoh kasus analisis sistem antrian ini adalah data sistem antrian pada Area Parkir Tangki mobil premium ke *Filling Shed* untuk studi kasus PT Pertamina Terminal BBM Wayame Ambon. Perhitungan tingkat antarkedatangan dan pelayanan tangki mobil premium dilaksanakan pada dua periode yaitu pada pagi hari (pukul 07.30–12.00 WIT) dan siang hari (pukul 13.00–16.00 WIT). Akumulasi dan analisis

data dilangsungkan pada satu jalur mobil tangki premium (bensin) Terminal BBM Wayame Ambon.

Analisis Sistem Antrian

Data sistem antrian dianalisis dengan menggunakan software ProModel. Sebelum menganalisis, data waktu antar-kedatangan tangki mobil premium dan waktu pelayanan tangki mobil premium PT Pertamina (Persero), Terminal BBM Wayame Ambon diinput ke dalam ProModel. Berikut tabel dari data waktu antar-kedatangan dan waktu pelayanan.

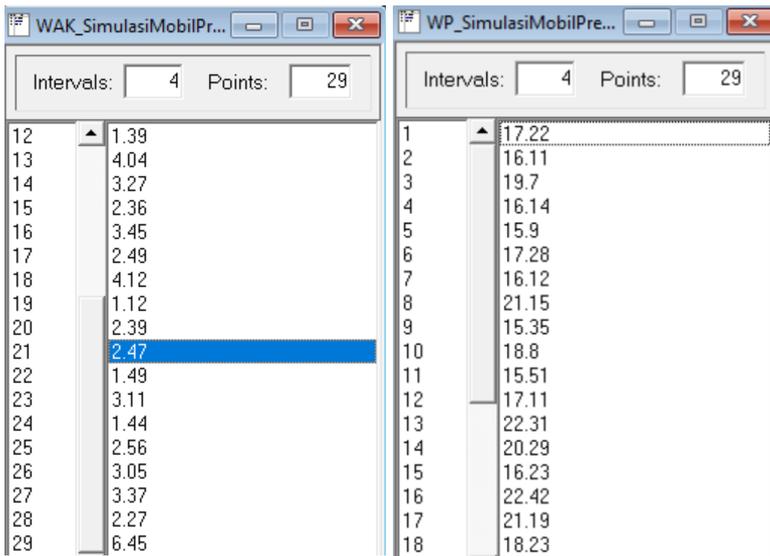
Tabel 3.6. Waktu Antar-kedatangan

Mobil ke-n	Durasi (menit)	No	Durasi (menit)	No	Durasi (menit)
1	3.21	11	2.37	21	2.47
2	2.36	12	1.39	22	1.49
3	4.02	13	4.04	23	3.11
4	3.14	14	3.27	24	1.44
5	3.36	15	2.36	25	2.56
6	2.12	16	3.45	26	3.05
7	3.23	17	2.49	27	3.37
8	4.49	18	4.12	28	2.27
9	5.07	19	1.12	29	6.45
10	1.18	20	2.39		

Tabel 3.7. Waktu Pelayanan

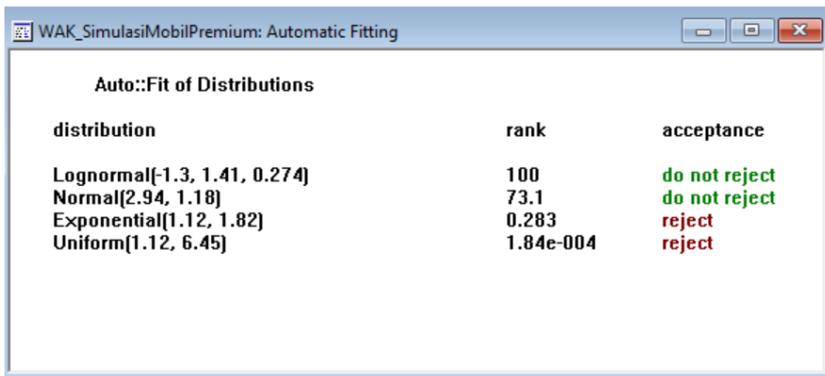
Mobil ke-n	Durasi (menit)	No	Durasi (menit)	No	Durasi (menit)
1	17.22	11	15.51	21	18.31
2	16.11	12	17.11	22	17.21
3	19.7	13	22.31	23	18.26
4	16.14	14	20.29	24	15.11
5	15.9	15	16.23	25	19.14
6	17.28	16	22.42	26	21.26
7	16.12	17	21.19	27	22.33
8	21.15	18	18.23	28	22.19
9	15.35	19	15.36	29	17.28
10	18.8	20	22.42		

Data diinput dengan mengcopy-paste dari excel ke worksheet pada **Stat Fit** yang terdapat pada ProModel, seperti pada gambar berikut:



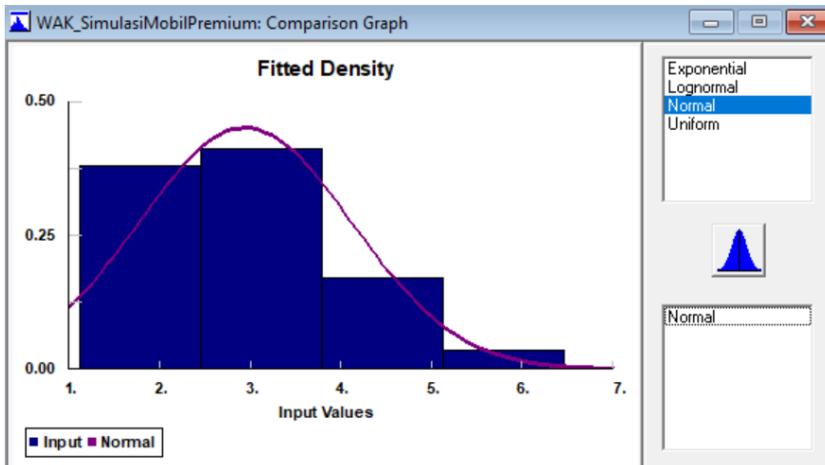
Gambar 3.18. Input Data Waktu Antar-kedatangan dan Waktu Pelayanan Pada Stat Fit

Uji Distribusi Waktu Antar-kedatangan Tangki Mobil Premium



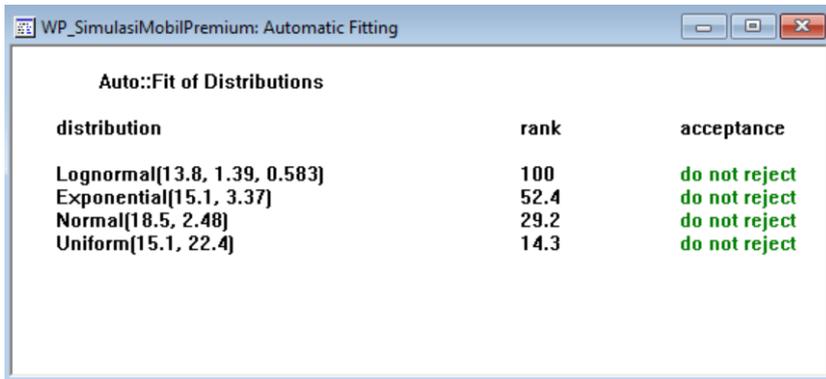
Gambar 3.19. Output Goodness of Fit Uji Distribusi untuk Waktu Antar Kedatangan

Berdasarkan output di atas, didapat pola distribusi data di mana mendekati empat distribusi, yaitu normal, lognormal, eksponensial, uniform. Dari keempat distribusi tersebut hanya distribusi normal dan distribusi lognormal yang diterima. Distribusi dipilih dengan *rank* paling besar kecuali lognormal dan dengan *acceptance do not reject*. Maka pilihan distribusi yang sesuai yaitu distribusi Normal (2.94, 1.18) dengan *rank* 73.1 dan *acceptance do not reject*. Lihat Gambar 3.21. menampilkan pola distribusi normal dari data distribusi waktu antar kedatangan tangki mobil premium.



Gambar 3.20. Pola Distribusi Normal untuk Waktu Antar-kedatangan

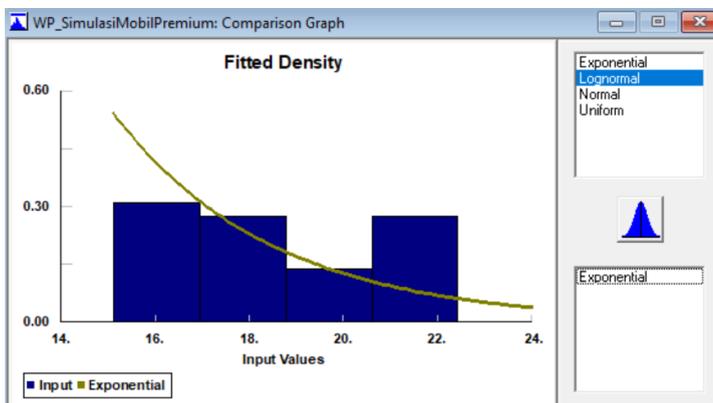
Uji Distribusi Waktu Pelayanan Tangki Mobil Premium



distribution	rank	acceptance
Lognormal[13.8, 1.39, 0.583]	100	do not reject
Exponential[15.1, 3.37]	52.4	do not reject
Normal[18.5, 2.48]	29.2	do not reject
Uniform[15.1, 22.4]	14.3	do not reject

Gambar 3.21. *Output Goodness of Fit Uji Distribusi untuk Waktu Pelayanan*

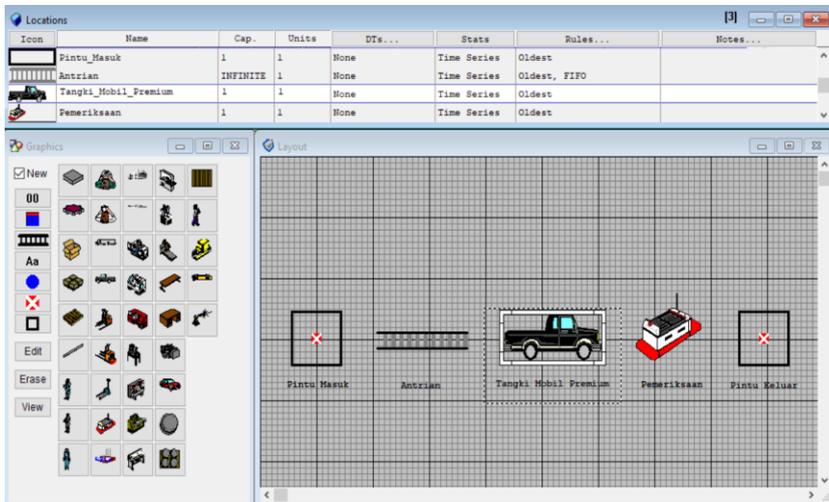
Berdasarkan *output* di atas, didapat pola distribusi data di mana mendekati empat distribusi, yaitu normal, lognormal, eksponensial, uniform. Dari keempat distribusi tersebut semuanya diterima. Distribusi dipilih dengan *rank* paling besar kecuali lognormal dan dengan *acceptance do not reject*. Maka pilihan distribusi yang sesuai yaitu distribusi Ekspensial (15.1, 3.37) dengan *rank* 52.4 dan *acceptance do not reject*. Lihat Gambar 3.22. menampilkan pola distribusi eksponensial dari data distribusi waktu pelayanan tangki mobil premium.



Gambar 3.22. *Pola Distribusi Eksponensial untuk Waktu Pelayanan*

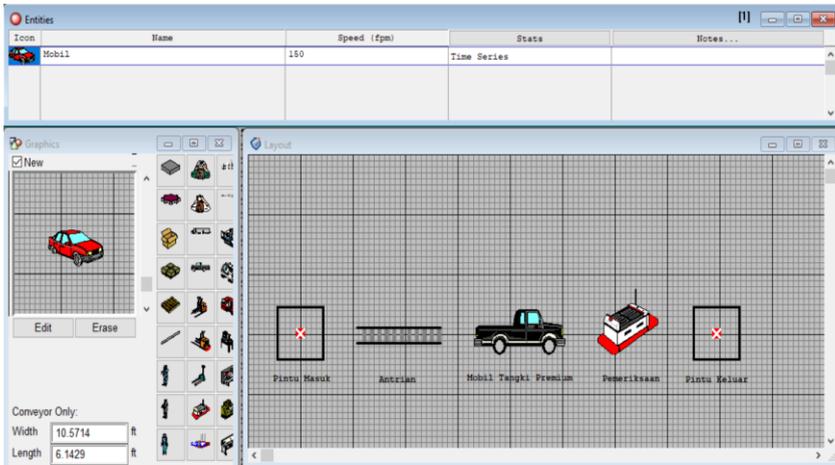
Simulasi Sistem Antrian

Setelah dilakukan uji distribusi waktu antar-kedatangan waktu pelayanan mobil tangki premium, maka hasil tersebut siap disimulasikan pada software ProModel. Dalam membuat simulasi pada ProModel bisa mengikuti langkah-langkah simulasi menggunakan ProModel seperti pada Gambar 3.23. Setelah itu, klik **Build** lalu pilih **Location**. Kemudian, pada lokasi isi dengan data yang sesuai yaitu ada lokasi **Pintu Masuk, Antrian, Tangki Mobil Premium, Pemeriksaan, dan Pintu Keluar**.



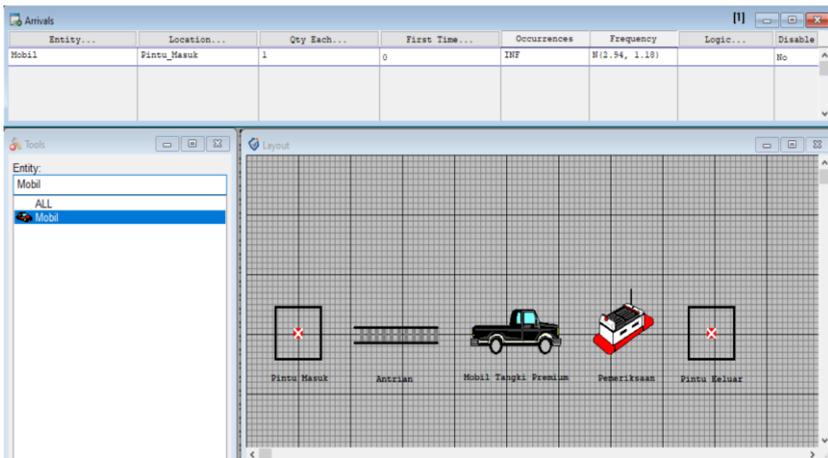
Gambar 3.23. Lokasi pada ProModel

Setelah lokasi ditentukan, maka selanjutnya yaitu memasukkan entitas dengan klik **Build** lalu pilih **Entities**. Kemudian, masukan data yang sesuai. Entitas yang digunakan dalam penelitian ini yaitu **mobil**.



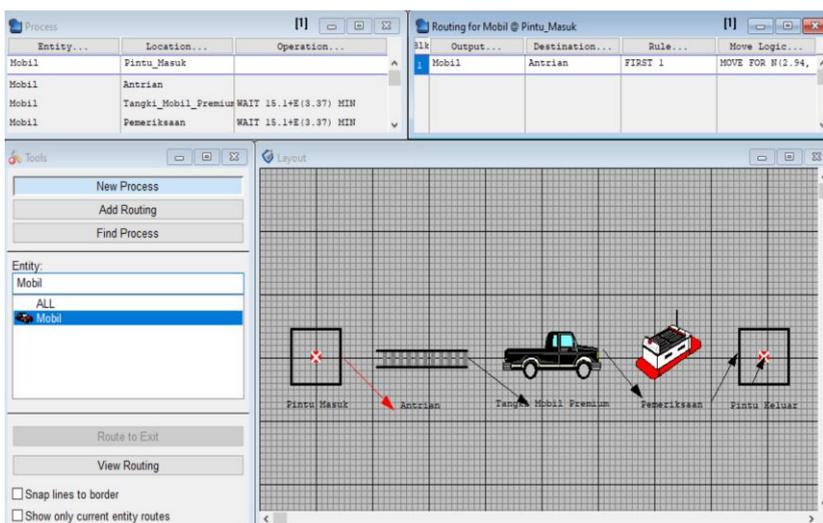
Gambar 3.24. Entitas pada ProModel

Berikutnya untuk mengelola proses kedatangan entitas (mobil) ke dalam simulasi, klik **Build** lalu pilih **Arrivals**. Setelah itu, dapat diisi data yang sesuai yang telah diperoleh dari hasil uji distribusi waktu antar-kedatangan dan waktu pelayanan tangki mobil premium.



Gambar 3.25. Arrivals pada ProModel

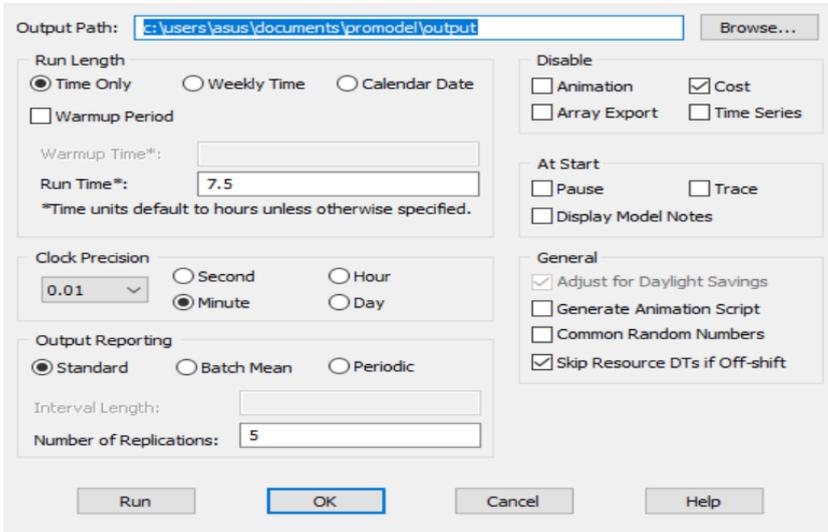
Kemudian, untuk melaksanakan proses rute entitas (mobil) ke dalam sistem dan proses yang dimasukinya, klik **Build** lalu pilih **Processing**. Lalu masukan hasil yang sudah didapatkan dari uji distribusi waktu antar-kedatangan dan waktu pelayanan tangki mobil premium.



Gambar 3.26. Processing pada ProModel

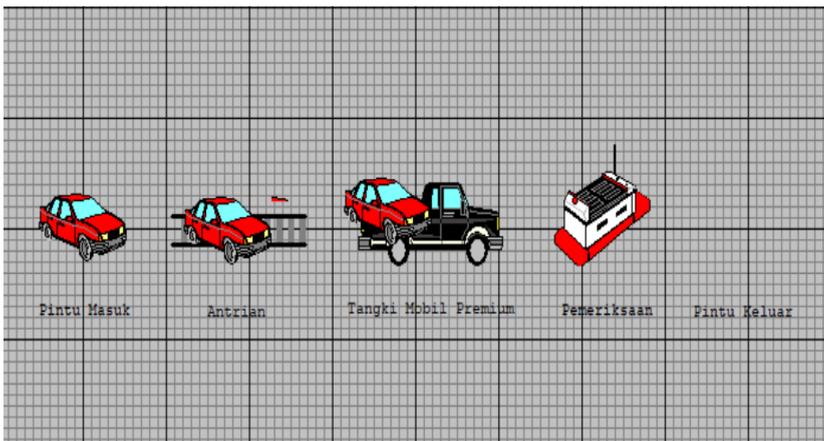
Ketika semua data telah diinput, maka simulasi dapat dioperasikan. Sebelum menjalankan simulasi, bisa dilihat terlebih dahulu pengaturan untuk proses simulasi yaitu dengan klik **Simulation** lalu pilih **Option**. Pengaturan ini bisa disesuaikan dengan simulasi yang akan dijalankan.

Simulation Options



Gambar 3.27. Simulation Options pada ProModel

Setelah menyesuaikan pengaturan, simulasi disimpan terlebih dahulu agar bisa di *run*. Dengan klik **Simulation** lalu pilih **Save & Run**. Proses simulasi dapat diperhatikan pada Gambar 3.28.



Gambar 3.28. Simulasi Tangki Mobil Premium pada ProModel

Hasil dan Pembahasan Simulasi

Setelah dilakukan simulasi pada Gambar 3.28. maka didapatkan hasil dari software ProModel sebagai berikut:

Simulasi_Mobil_Premium.MOD (Normal Run - Avg. Reps)	
Name	Value
Run Date/Time	12/21/2021 6:24:31 PM
Model Title	Simulasi_Mobil_Premium
Model Path/File	C:\Users\Acus\Documents\ProModel\Model\Simulasi_Mobil_Premium.MOD
Average Warmup Time (HR)	0
Average Simulation Time (HR)	7.5

Gambar 3.29. *Output General*

Simulasi_Mobil_Premium.MOD (Normal Run - Avg. Reps)									
Name	Scheduled Time (HR)	Capacity	Total Entries	Avg Time Per Entry (MIN)	Avg Contents	Maximum Contents	Current Contents	% Utilization	
Pintu Masuk	7.50	1.00	22.60	18.17	0.91	1.00	1.00	91.24	
Antrian	7.50	999999.00	21.60	38.21	1.83	2.00	2.00	70.39	
Tangki Mobil Premium	7.50	1.00	19.60	19.86	0.86	1.00	1.00	86.44	
Pemeriksaan	7.50	1.00	18.60	17.84	0.74	1.00	0.80	73.71	
Pintu Keluar	7.50	1.00	17.80	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	

Gambar 3.30. *Output Locations*

Dalam software ProModel, lokasi diartikan sebagai suatu tempat di mana entitas ditujukan untuk suatu operasi, pengarsipan atau kegiatan lain atau pengambilan keputusan. Dari input data pada Gambar 3.18. dapat diketahui bahwa lokasi yang dibentuk dari penelitian ada lima lokasi yaitu lokasi pintu masuk, lokasi antrian, lokasi tangki mobil premium, lokasi pemeriksaan, dan lokasi pintu keluar. Pada setiap lokasi yang berada dalam sistem bisa diketahui banyaknya kendaraan yang datang ke dalam sistem.

1. Pintu Masuk

Pada lokasi pintu masuk, banyak kendaraan yang datang ke pintu masuk sebanyak 23 kendaraan. Dengan kapasitas yang pada pintu masuk yaitu sebanyak 1 kendaraan. Rata-rata kendaraan yang datang ke pintu masuk di mana berkapasitas 1 kendaraan yaitu sebesar 1 kendaraan. Dari rata-rata kendaraan yang datang ke lokasi pintu masuk yang sama dengan kapasitas yang dimiliki pintu masuk membuktikan

bahwa utilitas dari pintu masuk sudah bagus yaitu sebesar 91,24%.

2. Antrian

Pada lokasi antrian, banyak kendaraan yang datang ke antrian sebanyak 22 kendaraan. Dengan kapasitas pada antrian yaitu tak terbatas kendaraan. Rata-rata kendaraan yang datang ke antrian di mana berkapasitas tak terbatas kendaraan yaitu sebesar 2 kendaraan. Besarnya utilitas dari antrian menunjukkan bahwa persentase dari lokasi antrian sebesar 70,39%.

3. Tangki Mobil Premium

Pada lokasi tangki mobil premium, banyak kendaraan yang masuk ke tangki mobil premium sebanyak 20 kendaraan. Kapasitas yang dimiliki tangki mobil premium yaitu sebanyak 1 kendaraan. Rata-rata kendaraan yang datang ke tangki mobil premium yang memiliki kapasitas 1 kendaraan yaitu sebesar 1 kendaraan. Dari rata-rata kendaraan yang datang ke lokasi tangki mobil premium yang sama dengan kapasitas yang dimiliki tangki mobil premium membuktikan bahwa utilitas dari tangki mobil premium sudah bagus yaitu sebesar 86,44%.

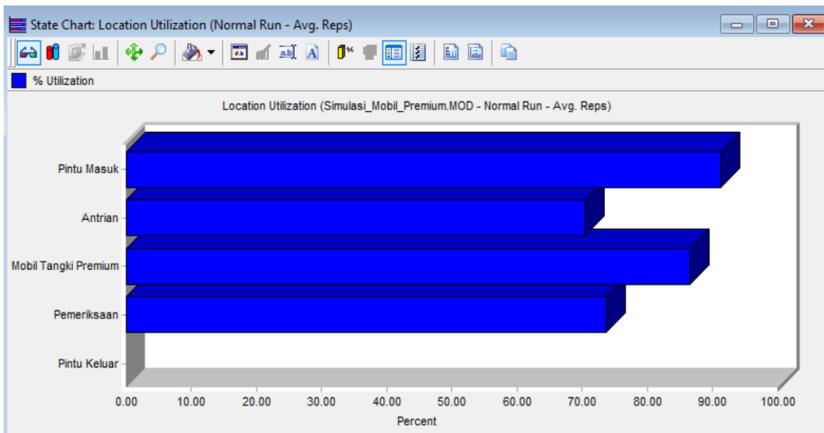
4. Pemeriksaan

Pada lokasi pemeriksaan, banyak kendaraan yang masuk ke pemeriksaan sebanyak 19 kendaraan. Kapasitas yang dimiliki pemeriksaan yaitu sebanyak 1 kendaraan. Rata-rata kendaraan yang datang ke pemeriksaan di mana berkapasitas 1 kendaraan yaitu sebesar 1 kendaraan. Dari rata-rata kendaraan yang datang ke lokasi pemeriksaan yang sama dengan

kapasitas yang dimiliki pemeriksaan membuktikan bahwa utilitas dari pemeriksaan sudah bagus yaitu sebesar 73,71%.

5. Pintu Keluar

Pada lokasi pintu keluar, banyak kendaraan yang datang ke pintu keluar sebanyak 18 kendaraan. Kapasitas dari pemeriksaan yaitu sebanyak 1 kendaraan.



Gambar 3.31. Utilitas untuk Location

Dari hasil pada Gambar 3.31. terlihat bahwa utilitas pada tangki mobil premium sudah di atas 50% yang artinya tingkat pelayanan dinilai sudah memuaskan. Selain itu, untuk lokasi pintu masuk, antrian, pemeriksaan, dan pintu keluar sudah memiliki utilitas yang di atas 50%.

Simulasi_Mobil_Premium.MOD (Normal Run - Avg. Reps)					
Name	Scheduled Time (HR)	% Empty	% Part Occupied	% Full	% Down
Antrian	7.50	1.96	98.04	0.00	0.00

Gambar 3.32. Output Location States Multi

Simulasi_Mobil_Premium.MOD (Normal Run - Avg. Reps)							
Name	Scheduled Time (HR)	% Operation	% Setup	% Idle	% Waiting	% Blocked	% Down
Pintu Masuk	7.50	0.00	0.00	8.76	0.00	91.24	0.00
Tangki Mobil Premium	7.50	78.61	0.00	13.56	0.00	7.82	0.00
Pemeriksaan	7.50	73.71	0.00	26.29	0.00	0.00	0.00
Pintu Keluar	7.50	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00

Gambar 3.33. *Output Location States Single*

Dari hasil *ouput* pada Gambar 3.33. dapat dilihat aktivitas tertinggi terdapat pada tangki mobil premium dengan rata-rata persentase sebesar 78.61% dan aktivitas terendah pada pintu masuk dan pintu keluar. Waktu *idle* tertinggi terdapat pada pintu keluar dengan rata-rata persentase sebesar 100% yang artinya fasilitas dari pelayanan ini kurang optimal. Sedangkan, waktu *idle* terendah terdapat pada pintu masuk dengan rata-rata persentase sebesar 8.76% yang artinya fasilitas pelayanan sudah optimal. Semakin besar waktu *idle*, maka semakin kurang optimal pelayanan pada lokasi tersebut.

Simulasi_Mobil_Premium.MOD (Normal Run - Avg. Reps)				
Name	% In Move Logic	% Waiting	% In Operation	% Blocked
Mobil	11.36	0.00	50.54	38.10

Gambar 3.34. *Output Entity States*

Simulasi_Mobil_Premium.MOD (Normal Run - Avg. Reps)							
Name	Total Exits	Current Qty In System	Avg Time In System (MIN)	Avg Time In Move Logic (MIN)	Avg Time Waiting (MIN)	Avg Time In Operation (MIN)	Avg Time Blocked (MIN)
Mobil	17.80	4.80	108.08	12.27	0.00	54.63	41.18

Gambar 3.35. *Output Entity Activity*

Entity adalah sesuatu yang akan dijadikan sebagai objek yang akan dijalankan pada model sistem. Dalam penelitian ini, entitas yang digunakan yaitu Mobil. *Entity activity* adalah

kegiatan yang dilakukan oleh entitas selama berada dalam sistem. Dari hasil *output* pada Gambar 3.36. ditunjukkan bahwa banyaknya entitas mobil untuk mobil tangki premium yang mendapatkan pelayanan adalah sebanyak 18 unit mobil dengan rata-rata waktu mobil pada sistem 108.08 menit dan dengan rata-rata waktu pelayanan sebesar 54.63 menit. Untuk rata-rata waktu menunggu sebesar 12.27 menit dan rata-rata waktu tertahannya sebesar 41.18 menit. Jika dilihat dari hasil *output*, jumlah dari rata-rata waktu pelayanan ditambah dengan rata-rata waktu menunggu ditambah dengan rata-rata waktu tertahan maka jumlahnya sama dengan rata-rata waktu mobil dalam sistem.

Simulasi_Mobil_Premium.MOD (Normal Run - Avg. Reps)		
Entity Name	Location Name	Total Failed
Mobil	Pintu Masuk	133.40

Gambar 3.36. Output Failed Arrivals

Dari hasil *ouput* pada Gambar 3.36. dapat dilihat jumlah entitas yang gagal masuk ke dalam sistem. Hal ini dapat terjadi karena entitas mobil yang sangat banyak jumlahnya. Sementara itu, kapasitas sistem dalam melayani mobil premium tidak dapat menandingi banyaknya mobil yang datang ke dalam sistem. Disamping itu, waktu pelayanan yang lama juga berakibat terhadap banyak kendaraan yang masuk ke sistem.

Berdasarkan hasil simulasi di atas, dapat dikatakan bahwa masih terjadi antrian pada Area Parkir Tangki Mobil Premium ke *Filling Shed*. Sehingga usulan perbaikan agar sistem pelayanan di Area Parkir Tangki Mobil Premium ke *Filling Shed* menjadi lebih

optimal. Selain itu, dilakukan juga penambahan pintu masuk supaya dapat mengurangi kegagalan kedatangan dari entitas yang masuk ke sistem.

F. Kesimpulan Hasil Analisis Sistem Antrian

Berdasarkan hasil dari Stat Fit menggunakan software ProModel 7.5 *student version* diperoleh distribusi waktu antar kedatangan mobil yaitu berdistribusi normal dan untuk distribusi waktu pelayanan mobil yaitu berdistribusi eksponensial. Sistem antrian dimulai pada saat mobil masuk melalui pintu masuk kemudian mengarah ke jalur antrian, menunggu sampai masuk ke pompa tangki mobil premium. Lalu masuk ke bagian pemeriksaan dan setelah itu mobil keluar melalui pintu keluar setelah masuk ke dalam sistem.

Hasil dari simulasi menampilkan banyaknya entitas mobil untuk mobil tangki premium yang mendapatkan pelayanan yaitu sebanyak 18 unit mobil dengan rata-rata waktu mobil dalam sistem 108.08 menit dengan rata-rata waktu pelayanan sebesar 54.63 menit. Untuk rata-rata waktu menunggu sebesar 12.27 menit dan rata-rata waktu tertahannya sebesar 41.18 menit. Dan untuk utilitas dari tangki mobil premium menunjukkan bahwa persentase dari lokasi tersebut sebesar 86.44%. kemudian, untuk banyak kendaraan yang masuk ke pintu masuk sebanyak 23 kendaraan, yang masuk ke antrian sebanyak 22 kendaraan, yang masuk ke tangki mobil premium sebanyak 20 kendaraan, yang masuk ke pemeriksaan sebanyak 19 kendaraan, dan yang masuk ke pintu keluar sebanyak 18 kendaraan.

Namun, masih terjadi antrian pada Area Parkir Tangki Mobil Premium ke *Filling Shed*. Sehingga usulan perbaikan agar sistem pelayanan di Area Parkir Tangki Mobil Premium ke *Filling Shed* menjadi lebih optimal. Selain itu, dilakukan juga penam-

bahan pintu masuk agar bisa mengurangi kegagalan kedatangan dari entitas yang masuk ke sistem.

G. Kesimpulan Software ProModel

Simulasi dengan menggunakan software ProModel 7.5 *student version* ini dapat berjalan dengan optimal untuk membuat simulasi antrian yang berlangsung pada Area Parkir Tangki Mobil Premium ke *Filling Shed* pada PT Pertamina (Persero), Terminal BBM Wayame Ambon. Meskipun gambar yang ditampilkan dalam software ProModel 7.5 *student version* masih terbatas, tetapi mampu menampilkan setiap entitas dan proses berlangsungnya kegiatan dalam sistem. Waktu perhitungan yang lebih cepat dan praktis pun dimiliki oleh software ProModel 7.5 *student version* sehingga menghasilkan hasil dengan akurasi yang baik. Dalam software ProModel 7.5 *student version* selama proses simulasi berlangsung dapat dilihat animasi dari aktivitas yang sedang berlangsung dan *output*-nya dapat ditunjukkan dalam bentuk grafik maupun tabel untuk mempermudah proses analisis. Dalam simulasi tersebut menampilkan bagaimana mobil sebagai entitas masuk ke dalam sistem antrian, ada dalam antrian, dan keluar dari sistem antrian.

Daftar Pustaka

- Cornellia, R. 2018. Analisis Antrian pada Loket Pembuatan Elektronik KTP dengan Menggunakan Simulasi ProModel. *Jurnal String*, Vol. 3.
- Jaelani, Evan. 2015. Optimalisasi Sistem Pelayanan untuk Mengurangi Antrian dengan Pendekatan Simulasi Menggunakan Software ProModel (Studi Kasus pada SPBU Kadipaten, Majalengka), *Jurnal Sains Manajemen & Akuntansi*, Vol. VII No. 1.
- Lubis, Iqbal Fahreza, Diana Andriani dan Eep Saepul Rohman. *Analisis Kapasitas Produksi dengan Pendekatan ProModel di CV. Kiranyata*, Universitas Komputer Indonesia.
- Prawiro, K. S. dan D. Agfazar. 2020. Analisis Antrian Sepeda Motor pada SPBU Tanah Merdeka Menggunakan Simulasi ProModel, *Bulletin of Applied Industrial Engineering Theory*, Vol. 1 No. 2
- Ramdani, Destia Anisya, Wahyudin Wahyudin, dan Dimas N. 2021. Rinaldi. Model Sistem Antrian Menggunakan Pola Single Channel-Single Phase dengan ProModel pada Antrian Alfamart UNSIKA, *Tekmapro: Jurnal of Industrial Engineering and Manajemen*, Vol. 16 No. 01, 13-24.
- Tannady, H. 2020. Analisis Perbaikan Terhadap Antrian pada Pom Bensin Rawalumbu. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, Vol. 1 No. 2, 10-13.
- Titarsole, Johny dan B. J. Camerling. 2017. Analisis Sistem Antrian pada Area Parkir Mobil Tangki Ke Filling Shed dengan Menggunakan ProModel (Studi Kasus Di PT Pertamina Terminal BBM Wayame Ambon), *ARIKA*, Vol. 11 No. 1

Viana, Novia Atdha dan Asep Endih Nurhidayat. 2019. Analisis Sistem Antrian dalam Meningkatkan Pelayanan Customer Di PT. Optima Kurnia Elok Menggunakan ProModel, *Jurnal Optimasi Teknik Industri*, Vol. 1 No. 2, 10-1.

04.

Analisis Data dan Simulasi Sistem Antrian Menggunakan Software Extendsim Pro

Warosatul Anbiya

A. Pengenalan Software ExtendSim Pro

ExtendSim atau sebelumnya dikenal juga dengan Extend merupakan software yang digunakan untuk membuat model simulasi proses diskrit, kontinu, *agent-based*, laju diskrit beserta *output*-nya. ExtendSim dikembangkan oleh Imagine That Inc atau dikenal juga dengan perusahaan Imagine That! Pada tahun 1988 untuk sistem operasi Windows. ExtendSim memiliki 4 versi produk model yang diluncurkan.

Model ExtendSim CP atau juga disebut dengan ExtendSim untuk Continuous Process Modeling merupakan model yang dikembangkan untuk simulasi proses kontinu. Model ExtendSim CP ini merupakan model produk dasar dari ExtendSim dan setiap produk model ExtendSim berikutnya merupakan modul pengembangan dari ExtendSim CP.

Model ExtendSim DE merupakan produk model kedua dari ExtendSim. ExtendSim DE atau juga dikenal dengan ExtendSim

untuk Discrete Event Simulation adalah model dengan kemampuan untuk simulasi proses diskrit. Model ini merupakan model komprehensif dari model ExtendSim CP.

Model ExtendSim Pro atau juga disebut dengan ExtendSim dengan Advanced Simulation Technologies merupakan versi model produk dari ExtendSim yang mencakup proses diskrit dan kontinu. Model ExtendSim Pro memiliki kemampuan yang jauh melampaui model ExtendSim DE. Dan pada pembahasan software ExtendSim kali ini digunakan software ExtendSim dengan versi produknya yaitu ExtendSim Pro.

Model ExtendSim Suite merupakan model yang paling modern dibandingkan versi model produk ExtendSim lainnya. Di dalam produk ExtendSim Suite terdapat animasi 3D yang mana kemampuan ini tidak dimasukkan dalam versi lain dari software ExtendSim.

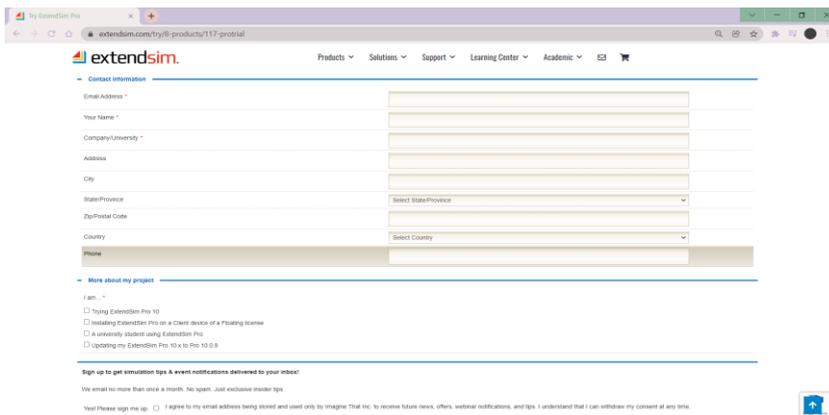
Software ExtendSim dibangun berdasarkan library yang mencakup beberapa blocks. ExtendSim membuat model simulasi dengan menambahkan blocks dengan cara *drag-and-drop* sebuah blocks ke dalam worksheet model, kemudian menyambungkan blocks tersebut dan meng-input data simulasi. Setiap tipe blocks memiliki fungsi, gambar icon, dan fungsi bantuan masing-masing.

Dalam ExtendSim model diskrit, entitas didefinisikan sebagai blocks dan items. Blocks merepresentasikan logika dari model, sedangkan items merepresentasikan unit dasar yang berada di tengah blocks.

B. Instalasi Software Extendsim Pro

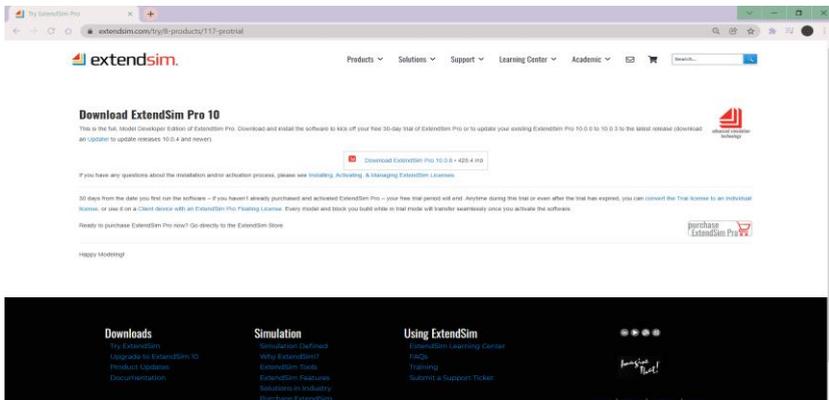
Untuk meng-*install* ExtendSim Pro Trial pertama kali, dilakukan dengan mengunduh software pada alamat berikut: <https://extendsim.com/try/8-products/117-protrial>. Peng-*install*-

an dimulai dengan mengisi *form* mengenai informasi diri pada alamat yang tersedia.



Gambar 4.1. *Contact Information* pada Pengunduhan ExtendSim Pro

Setelah *form* mengenai informasi diri atau *contact information* terisi dengan lengkap, klik *Download Pro* pada halaman akhir website. Selanjutnya, halaman akan berpindah pada halaman pengunduhan software ExtendSim Pro. Pilih versi terbaru dari software ExtendSim Pro dan tunggu hingga proses pengunduhan selesai. Setelah pengunduhan selesai, *double-click* pada file installer dan ikuti petunjuk untuk meng-*install* software ExtendSim Pro, yang mana umumnya hanya perlu klik Next dan Finish pada software ExtendSim Pro hingga proses peng-*install*-an selesai.



Gambar 4.2. Halaman Pengunduhan ExtendSim Pro Terbaru

Umumnya setelah proses instalasi selesai, komputer atau perangkat yang digunakan harus di-*restart* terlebih dahulu. Namun proses ini bisa ditunda sesuai dengan kebutuhan masing-masing pengguna. Software ExtendSim Pro pada Windows dan Mac memiliki icon yang sama.

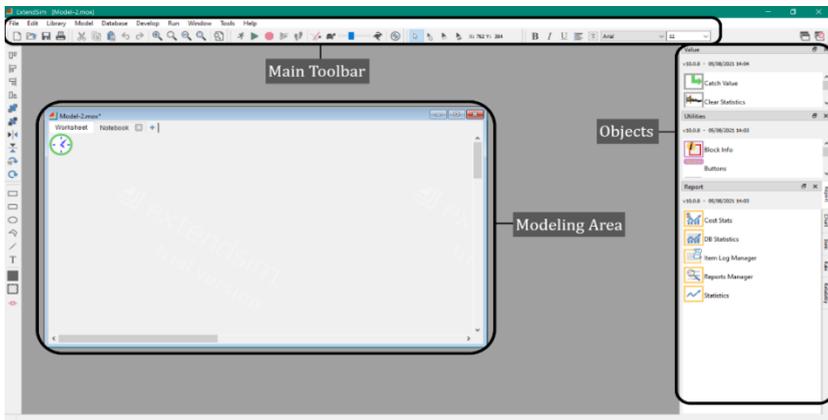


Gambar 4.3. Icon ExtendSim Pro pada Windows dan Mac (Sumber: <http://sciencedynamics.net/index.php/en/shop/product/58-extendsim-10-pro>)

C. Tampilan Utama Software Extendsim Pro

Setelah software ExtendSim Pro selesai di-*install*, pengoperasian software dilakukan dengan cara:

1. Untuk program Windows, pilih software ExtendSim Pro dari Start Menu di Windows. Atau jika terdapat *shortcut* pada desktop Windows, klik icon dari software ExtendSim Pro.
2. Untuk program Mac, hanya perlu *double-click* icon dari software ExtendSim Pro.



Gambar 4.4. Tampilan Utama ExtendSim Pro

Setelah software ExtendSim Pro terbuka, akan terlihat 3 bagian utama dari tampilan software ExtendSim Pro yaitu main toolbar, modeling area, dan objects atau disebut juga dengan library. Pada main toolbar, mencakup dasar atau elemen standar untuk menyimpan, membuka model sebelumnya, memperbesar model yang sedang dijalankan, memulai dan menghentikan proses *running model*.

Modeling area merupakan tempat model simulasi dibangun. Modeling area ini dapat dibuat lebih dari 1 pada waktu bersamaan. Objects mencakup blocks dan items yang dibutuhkan

dalam membangun model simulasi. Objects atau library terdiri dari item, value, chart, rate, utilities, report, dan reliability.

D. Komponen dalam Sistem

Software ExtendSim dibangun berdasarkan library yang mencakup beberapa blocks. Dalam model diskrit, blocks yang berasal dari library item dan value akan banyak dipakai dikebanyakan model. Secara lengkap, akan dijabarkan mengenai hal-hal apa saja dalam objects atau library beserta fungsinya dalam tabel 4.1.

Tabel 4.1. Library atau Objects Dasar dalam ExtendSim Pro

<i>Library</i>	Deskripsi
<i>Value</i>	Digunakan untuk membuat model kontinu dan menampilkan tugas khusus pada saat dihubungkan dengan konektor value pada model diskrit
<i>Utilities</i>	<i>Blocks</i> yang melakukan fungsi utilitas
<i>Item</i>	Digunakan untuk membuat model simulasi berdasarkan keperluan yang dibutuhkan untuk membangun model
<i>Report</i>	Mencakup informasi dari <i>output</i> yang dihasilkan model
<i>Chart</i>	Digunakan untuk menampilkan <i>output</i> sistem dalam bentuk gambar atau <i>chart</i>
<i>Rate</i>	Proses untuk kecepatan tinggi atau volume tinggi
<i>Reliability</i>	<i>Blocks</i> penghubung dengan akurasi simulasi untuk meniru perilaku sistem menggunakan pemodelan keandalan yang dinamis

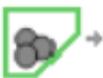
Library value mengandung 31 blocks yang memiliki fungsi dan deskripsinya masing-masing. Pada library value, pengguna dapat memasukkan value sebagai input, yang digunakan untuk pemilihan atau membangkitkan data. Pada proses model diskrit, terdapat 2 blocks yang sering dipakai dalam library value, yaitu

Tabel 4.2. Library Value pada ExtendSim Pro

Gambar	Blocks	Kegunaan
	<i>Decision</i>	Digunakan untuk membuat keputusan berdasarkan dengan input dan logika
	<i>Random Number</i>	Digunakan untuk memanggil atau membangkitkan bilangan <i>random</i> sesuai dengan distribusi tertentu

Library item mengandung 32 blocks yang memiliki fungsi dan deskripsinya masing-masing. Pada library item, sering digunakan pada sistem antrian yang melibatkan minimal satu waiting line yang sering dijumpai pada supermarket. Blocks yang ada dalam library item digunakan untuk merepresentasikan operasi dan sumber permasalahan yang ditemui. Terdapat 18 blocks dalam library item yang sering digunakan dalam model diskrit, yaitu

Tabel 4.3. Library Item pada ExtendSim Pro

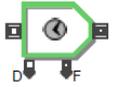
Gambar	Blocks	Kegunaan
	<i>Activity</i>	Disebut juga dengan <i>server</i> yang berfungsi dalam aktivitas pelayanan dan juga dapat menyebabkan penundaan dalam waktu layanan. Digunakan juga untuk mencari utilitas dari server
	<i>Batch</i>	Digunakan untuk menghubungkan beberapa entitas sehingga menjadi sebuah entitas tunggal. Atau disebut juga dengan proses perakitan entitas

	<i>Catch Item</i>	Berfungsi untuk menangkap item yang dikirim dari throw block tanpa konektor <i>output</i> atau koneksi item
	<i>Executive</i>	Berfungsi untuk menyiapkan keseluruhan simulasi berdasarkan waktu atau jumlah <i>event</i> . <i>Executive block</i> merupakan inti dari model simulasi diskrit dan terletak pada kiri atas model
	<i>Exit</i>	Block yang mengeluarkan entitas dari sistem model dan mencatat jumlah entitas yang keluar
	<i>Gate</i>	Jika sebuah <i>item</i> melewati bagian ini, <i>item baru</i> dijalankan ke bagian model
	<i>Get</i>	Mengambil dan/atau menghapus atribut dari entitas untuk pemilihan atau percabangan pada sistem
	<i>Information</i>	Menampilkan informasi entitas yang melewati block ini
	<i>Queue</i>	Menampung antrian yang berlangsung dan mencatat panjang antrian serta waktu tunggu entitas yang memasuki sistem
	<i>Select Item In</i>	Memilih input yang didasarkan oleh suatu keputusan
	<i>Select Item Out</i>	Memilih <i>output</i> yang didasarkan oleh suatu keputusan
	<i>Set</i>	Mengatur atau menciptakan sebuah atribut dari entitas dalam

		sistem
	<i>Throw Item</i>	Melempar item pada catch block tanpa konektor <i>output</i> atau koneksi item
	<i>Unbatch</i>	Memanggil atau membangkitkan lebih dari 1 entitas dari entitas tunggal. Block unbatch ini melakukan proses yang berkebalikan dari block batch

Pada setiap blocks yang terdapat dalam library ExtendSim Pro memiliki beberapa *connector* yang berfungsi sebagai input dan *output* proses yang terjadi. Lambang-lambang input dan *output* tersebut dijelaskan pada tabel 4.4 berikut ini.

Tabel 4.4. Connector pada Blocks dan Item dalam ExtendSim Pro

Contoh Blocks	Connector	Kegunaan
 (Type: Value)		Bekerja sebagai sebuah connector input dalam block
		Bekerja sebagai sebuah connector <i>output</i> dalam block
		Bekerja sebagai sebuah connector yang memperluas untuk dapat menghasilkan beberapa laporan dalam block
 (Type: Item)		Bekerja sebagai sebuah <i>connector input</i> dalam <i>item</i>
		Bekerja sebagai sebuah connector output dalam item
		Bekerja sebagai sebuah connector value input parameter dan <i>result</i> dari sebuah aktivitas
		Bekerja sebagai sebuah connector value <i>output</i> parameter dan <i>result</i> dari sebuah aktivitas

		Bekerja sebagai sebuah connector yang memperluas untuk dapat menghasilkan beberapa laporan dalam item
--	---	---

E. Tipe Model

Dalam software ExtendSim Pro, model simulasi antrian yang dapat dibangun ada 2 jenis, yaitu

1. **Diskrit.** Metode dengan model *event* diskrit memodelkan items individual dengan proses diskrit, contohnya seperti lalu lintas, produk kerja, atau orang. Untuk metode dengan model *discrete rate* memodelkan suatu aliran dengan proses diskrit, contohnya seperti produk homogen (cairan, minyak, dan gas), produksi atau pengemasan volume tinggi, dan penambangan.
2. **Kontinu.** Metode dengan model kontinu memodelkan sebuah proses dengan laju kontinu, contohnya seperti suatu sistem biologi, kimia, atau geologi.

F. Statistic

Hasil dari model simulasi yang diproses pada software ExtendSim tidak dimuat dalam suatu tab khusus. *Output* dari sebuah model yang diproses akan tersimpan dalam block bernama *queue* dan *activity*. Berikut penjelasan mengenai *output statistics* yang ada dalam software ExtendSim yang ditulis dalam tabel 4.5.

Tabel 4.5. *Output Statistic* dalam ExtendSim Pro

QUEUE		
<i>Statistic</i>	<i>Formula</i>	Deskripsi
<i>Average queue length</i>	L_q	Jumlah rata-rata <i>items</i> yang ada dalam antrian
<i>Average queue wait</i>	W_q	Jumlah rata-rata waktu yang dihabiskan sebuah <i>item</i> dalam

		antrian
<i>Arrivals</i>	n	Jumlah items yang diproses dalam model
ACTIVITY		
<i>Average length</i>	$L_s = L$	Jumlah rata-rata items yang ada dalam sistem
<i>Average wait</i>	$W_s = W$	Jumlah rata-rata waktu yang dihabiskan sebuah item dalam sistem
<i>Utilization</i>		Persentase waktu yang digunakan block selama menjalankan simulasi

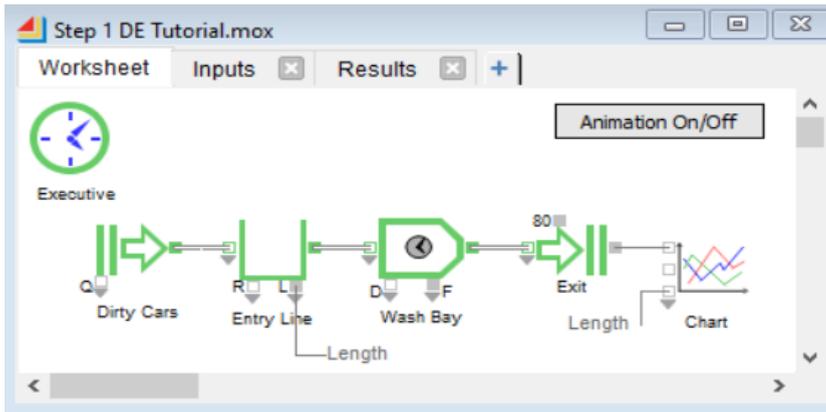
H. Model Bawaan Extendsim Pro

Software ExtendSim Pro menyediakan beberapa model contoh yang ditampilkan pada saat aplikasi baru dijalankan. Model contoh yang terdapat pada ExtendSim Pro mencakup model diskrit dan juga model kontinu. Masing-masing dari model memiliki lebih dari 1 model dilengkapi dengan *modeling area*, input yang dapat dimodifikasi, dan result berupa plot.



Gambar 4.5. Contoh model *ExtendSim Pro*

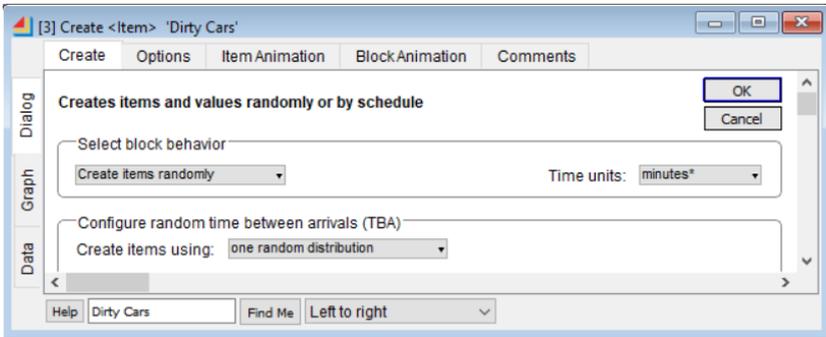
Jika proses memerlukan laju diskrit, pilih program yang ada pada urutan ExtendSim DE. Misalkan ingin diambil DE Tutotial Models dengan pilihan Step 1 DE Tutorial, maka yang muncul adalah tampilan pada gambar 4.6 berikut ini.



Gambar 4.6. Contoh model Step 1 DE Tutorial

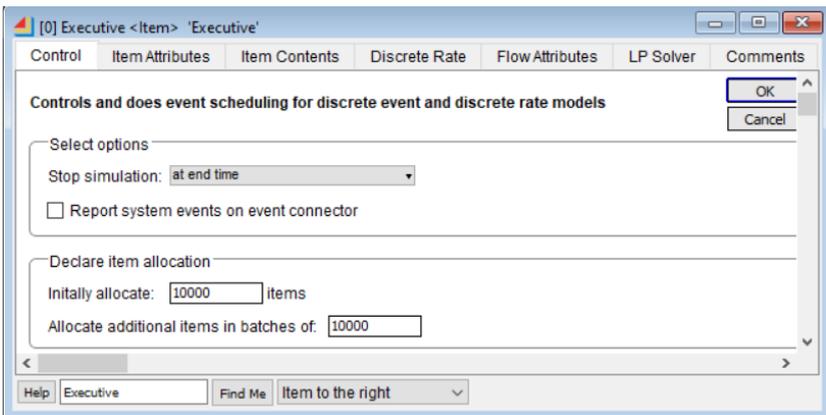
Dalam contoh model Step 1 DE Tutorial dilengkapi dengan worksheet, inputs, dan juga results. Dalam worksheet terdapat blocks yang dibangun sesuai dengan permasalahan yang ada dan simulasi yang ingin dibuat. Keterangan Animation On/Off pada worksheet jika ditekan akan menjalankan model simulasi dalam animasi 2D.

Dapat dilihat bahwa yang block yang pertama dalam model adalah block create di mana dalam data dimasukkan dalam model. Setiap blocks pada worksheet jika di-double click akan memunculkan pop-up list program yang ada dalam blocks tersebut. Pengguna dapat mengubah parameter yang ada di dalamnya sesuai dengan kebutuhan model simulasi.



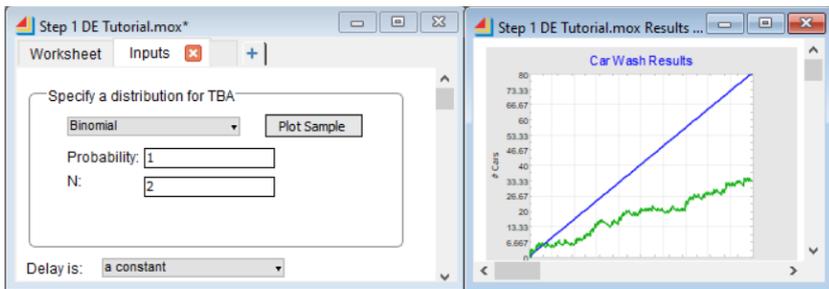
Gambar 4.7. Kelengkapan dalam Create Blocks

Pada sisi kiri atas worksheet terdapat executive block yang mana block ini wajib ada di setiap model simulasi yang dibuat. Jika executive block di-double click akan memunculkan pop-up list program yang ada dalam blocks tersebut. Yang mana isinya dapat diubah sesuai dengan kebutuhan. Jika sudah dilakukan perubahan, perubahan tersebut dapat disimpan dengan cara klik Ok kemudian keluar dari executive block untuk dapat kembali pada modeling area yaitu worksheet.



Gambar 4.8. Kelengkapan dalam Executive Blocks

Dalam tab input pada modeling area terdapat dialog, graph dan juga kelengkapan data. Tab results pada modeling area memunculkan *output* berupa grafik di mana koordinat x adalah satuan waktu dan koordinat y adalah banyaknya objek dalam data. Selain dalam results, *output* lain dapat dilihat dari blocks yang ada dalam worksheet.



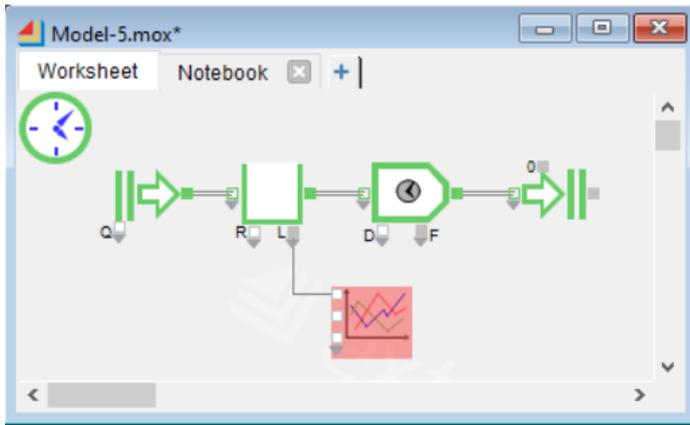
Gambar 4.9. Tampilan Tab Input dan Results

I. Membuat Model Baru

Selain dengan menggunakan model yang sudah dibuat oleh software ExtendSim Pro, model simulasi juga dapat dibuat sendiri dengan menghubungkan *blocks* yang dibutuhkan. Misalkan akan dibuat model simulasi M/M/1 selama 480 menit dengan satuan waktu adalah menit. Dengan distribusinya adalah eksponensial dan rata-rata sama dengan 1. Langkah-langkah yang dilakukan adalah:

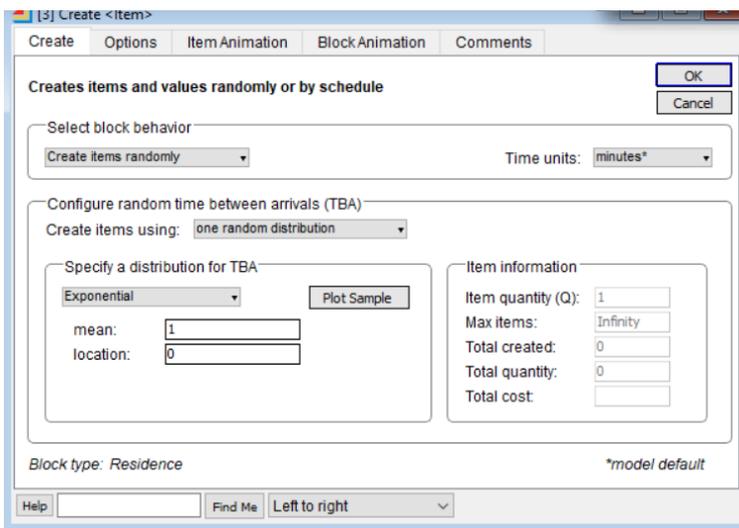
1. Jalankan software ExtendSim Pro dan klik new model atau klik Ctrl+N.
2. Pada *worksheet* tempatkan blocks yang ingin dihubungkan. Dalam contoh ini digunakan 6 blocks dalam worksheet. Dengan 5 blocks (executive, create, queue, activity, dan exit) berasal dari library item dan 1 block (plotter) berasal dari library chart.

3. Hubungkan blocks yang digunakan dengan menggunakan connector.



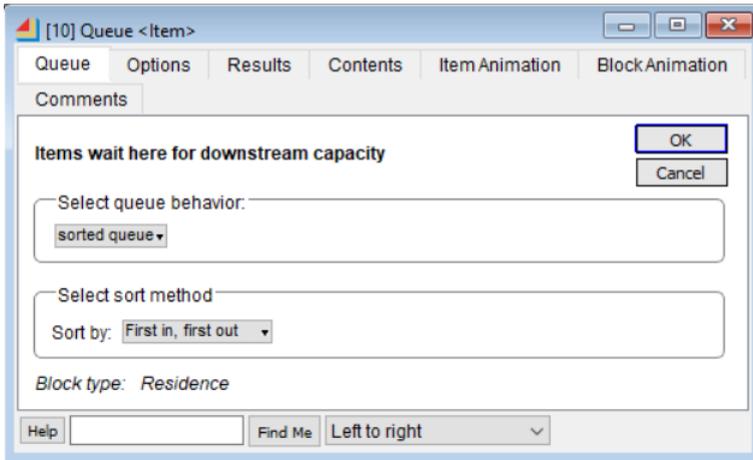
Gambar 4.10. Model Simulasi M/M/1

4. Masukkan parameter yang dibutuhkan ke setiap blocks dengan cara double-click block yang ingin diedit.
5. Pada block create pilih satuan waktu sebagai menit, distribusi yang digunakan adalah eksponensial dengan rata-rata adalah 1. Lalu klik Ok.



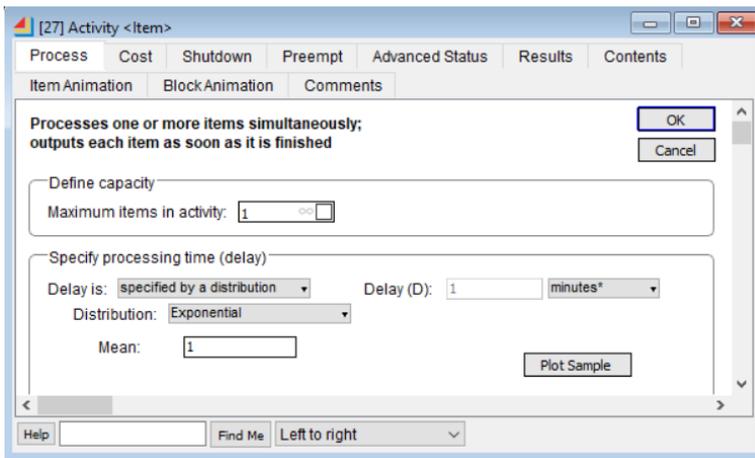
Gambar 4.11. Kelengkapan dalam Block Create

6. Pada block queue pilih metode first in, first out lalu klik Ok.



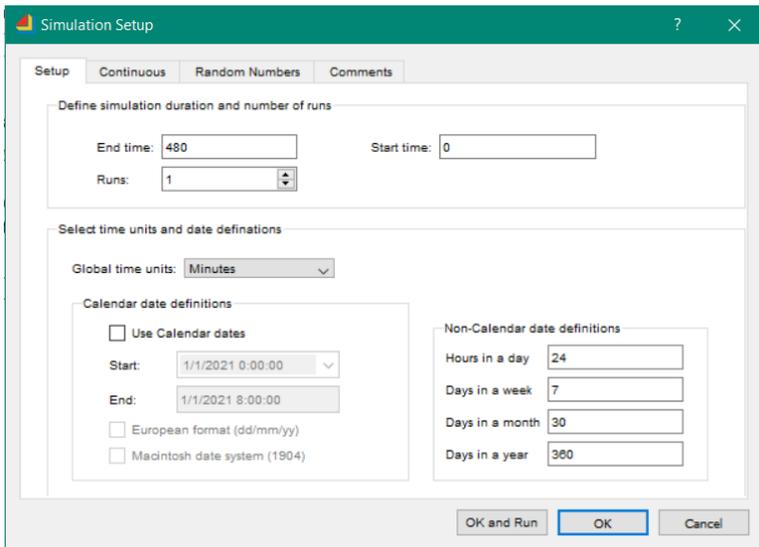
Gambar 4.12. Kelengkapan dalam Block Queue

7. Pada block activity kapasitas maksimum adalah 1, dengan delay mengikuti distribusi tertentu yaitu eksponensial dan rata-rata adalah 1. Lalu klik Ok.



Gambar 4.13. Kelengkapan dalam Block Activity

8. Block plotter dihubungkan dengan block queue pada connector L.
9. Pada simulation setup yang berada di tab run, edit waktu menjadi 480 dengan global time units yang digunakan adalah menit.



Gambar 4.14. Kelengkapan Simulation Setup

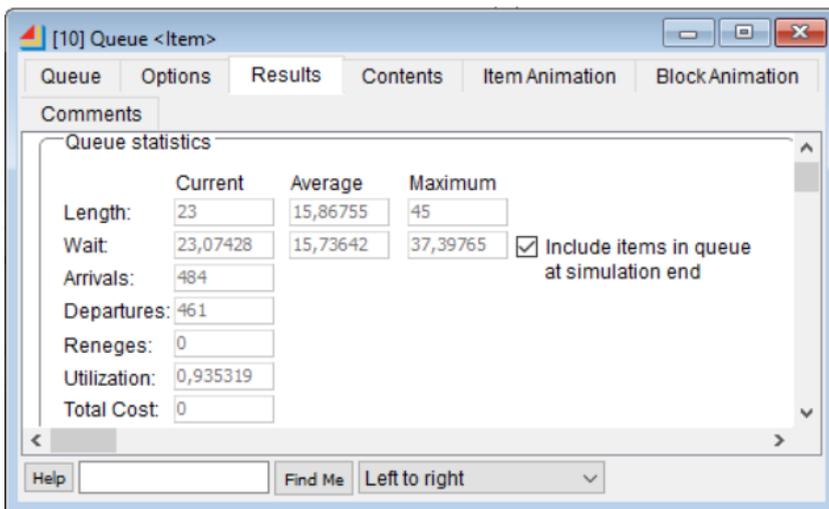
10. Model dapat di-run dengan cara klik tombol run berwarna hijau pada main toolbar. Dengan kecepatan proses simulasi yang dapat diatur sesuai kebutuhan.

Setelah model di-run dihasilkan results yang terletak pada block queue dan activity. Berikut rangkuman hasil model simulasi M/M/1 yang disajikan dalam tabel 3.1.

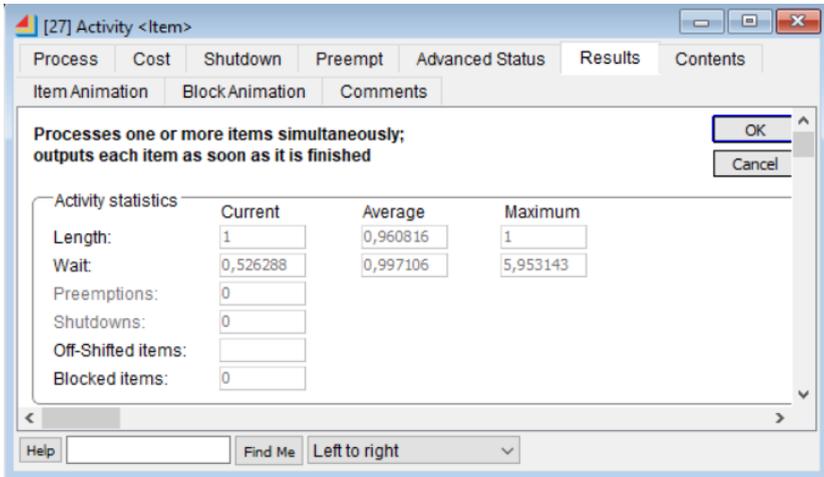
Tabel 4.6. Output Statistic model M/M/1

Parameter	Nilai	Waktu (menit)
L_q	15,86755	
W_q		15,73642
n	484	
$L_s = L$	0,960816	
$W_s = W$		0,997106
Utilization	0,960816	

Didapat bahwa L_s atau jumlah rata-rata items yang ada dalam sistem adalah 0,960816 yang mengindikasikan bahwa items atau dapat disebut dengan costumer dalam antrian dan dalam sistem adalah kurang dari 1 orang. Kemudian untuk W_s atau jumlah rata-rata waktu yang dihabiskan sebuah item dalam sistem adalah 1 menit 37 detik yang mengindikasikan bahwa costumer menghabiskan waktu dalam sistem antrian dan sistem adalah sekitar 2 menit.



Gambar 4.15. Results dalam Block Queue

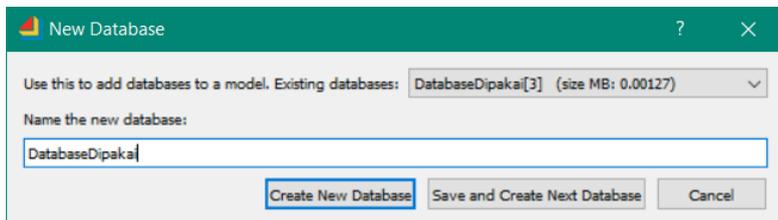


Gambar 4.16. Results dalam Block Activity

J. Model dengan Raw Data

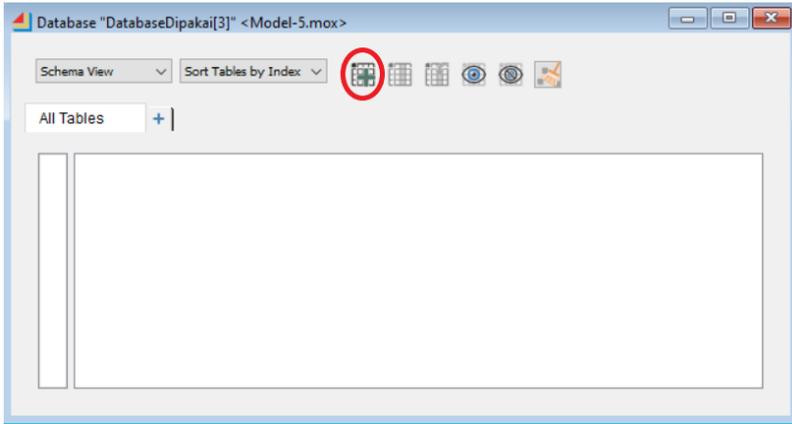
Untuk meng-input sebuah data ke dalam proses simulasi dalam software ExtendSim dapat dilakukan dengan mengimpor data eksternal atau membuat database dalam software ExtendSim. Berikut akan dijelaskan terlebih dahulu membuat database dalam ExtendSim berupa data curah hujan yang dibuat sama (nama kolom dan banyaknya kolom) dengan data yang akan diimpor.

1. Jalankan software ExtendSim dan buat database yang nama dan banyak kolomnya sama dengan data eksternal yang akan diimpor. Terlebih dahulu klik database lalu new database.
2. Beri nama database yang akan dipakai, misalnya: DatabaseDipakai lalu klik create new database.



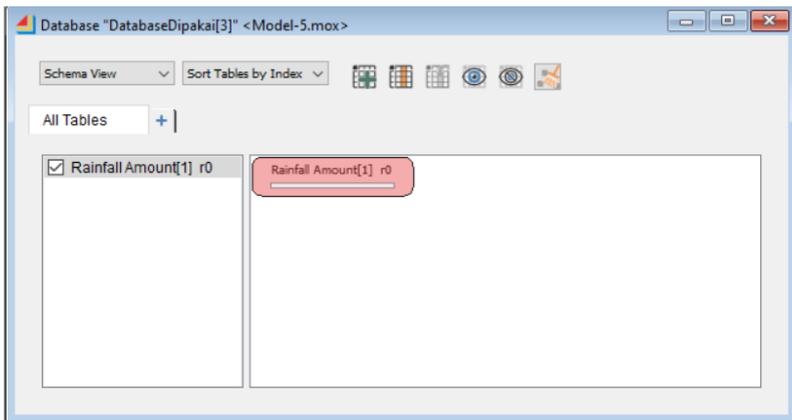
Gambar 4.17. Buat Database Baru

3. Pada tab database pilih DatabaseDipakai lalu masukkan tabel bernama Rainfall Amount dengan cara klik gambar yang dilingkari garis merah pada gambar 4.18.



Gambar 4.18. Input Tabel

4. Lalu beri nama Rainfall Amount dan klik Create New Table.
5. Pada Gambar 4.18. pada kotak merah muda klik kanan dan pilih Append New Field.

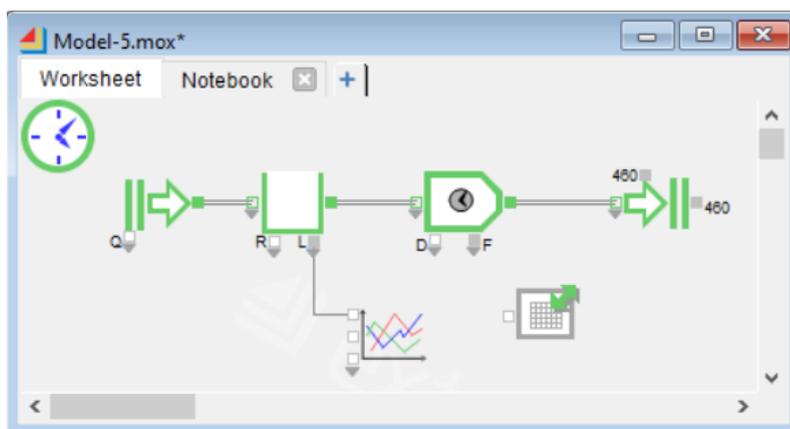


Gambar 4.19. Input Kolom

6. Lalu beri nama dengan Month kemudian Save Field. Lakukan hal yang sama namun beri nama dengan Rainfall.

Setelah database dalam ExtendSim terbentuk, siapkan data curah hujan dalam Excel beserta nilai-nilai setiap kolomnya. File Excel ini perlu disimpan dalam folder ExtendSim 10 yang terletak di folder Documents. Setelah data disimpan dalam folder ExtendSim 10 yang ada di folder Documents, selanjutnya buka kembali software ExtendSim Pro dan ikuti langkah-langkah berikut ini untuk mengimpor data eksternal yaitu Excel ke dalam database ExtendSim Pro.

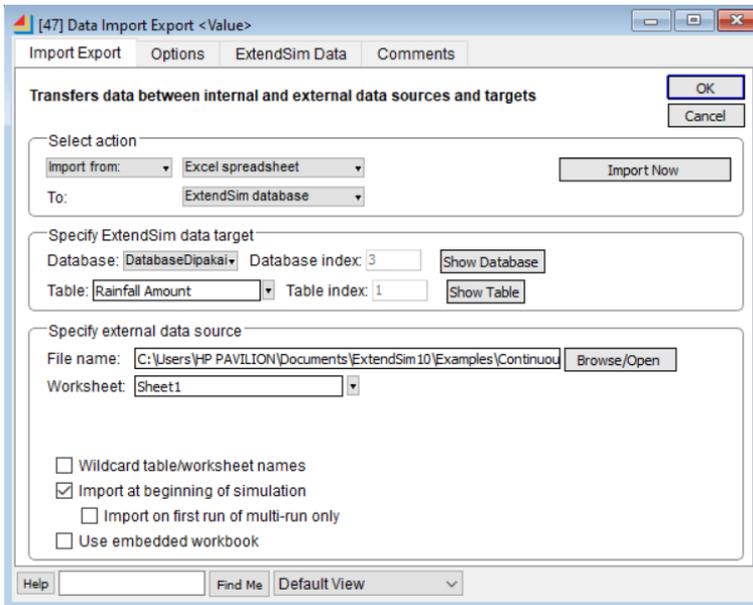
1. Gunakan model simulasi yang sudah dibuat sebelumnya atau bisa buat model simulasi yang baru. Namun untuk contoh digunakan model simulasi yang sudah dibuat sebelumnya.
2. Tambahkan block Data Import Export pada library value dan tempatkan di worksheet. Block ini tidak perlu dihubungkan dulu dengan block lainnya.



Gambar 4.20. Menambah Block Data Import Export

3. Double click pada block Data Import Export kemudian buka tab Import Export, pada Select action, Import from diisi dengan Excel spreadsheet. Lalu pada to diisi dengan ExtendSim database.

4. Pada Specify ExtendSim data target, pada bagian Database pilih nama database yang baru dibuat yaitu DatabaseDipakai dengan Table adalah Rainfall Amount.
5. Pada bagian Specify external data source, cari file Excel mana yang akan diimpor dengan klik Browse/Open. Setelah file ditemukan, tentukan worksheet mana dari file Excel yang akan digunakan. Pilih Worksheet yaitu Sheet1.
6. Centang bagian Import at beginning of simulation.
7. Setelah proses ini, impor data sudah dapat dilakukan dengan cara klik Import Now lalu Ok.
8. Data dapat dilihat dalam tab ExtendSim Data pada block Data Import Export.

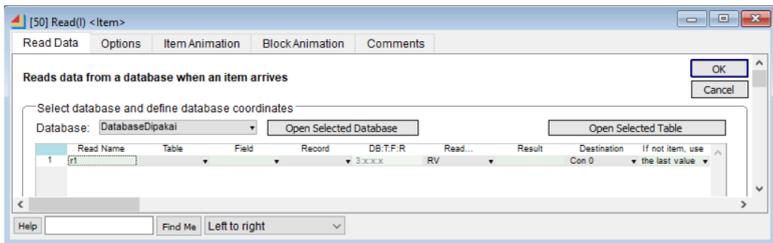


Gambar 4.21. Pop-up block Data Import Export

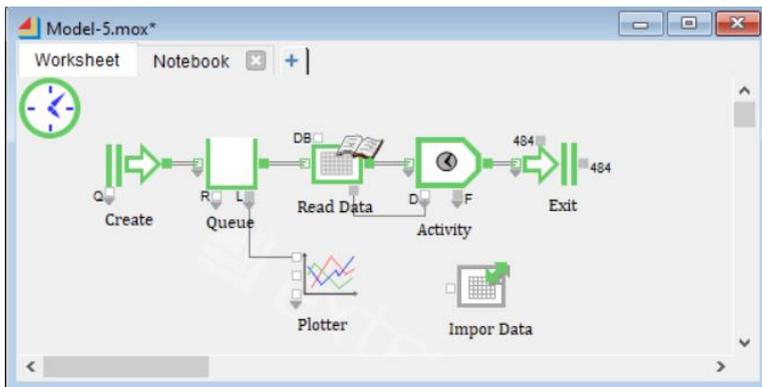
Setelah database ExtendSim dibuat dan data eksternal sudah sukses terimpor, meng-input data ke dalam model

simulasi dilakukan dengan cara menambah block read yang ada dalam library item. Langkah-langkah yang dilakukan adalah:

1. Tambahkan block read yang ada dalam library item dan tempatkan di tengah block queue dan block activity.
2. Double click pada block read, lalu pilih tab Read Data. Pada Database isi dengan database yang diperlukan yaitu DatabaseDipakai kemudian klik Select Database.



Gambar 4.23. Input Data



Gambar 4.23. Model dengan Raw Data

3. Setelah blocks dalam model terhubung dengan connector-nya masing-masing, model sudah dapat di-run dengan pengaturan parameter yang dapat diatur sesuai dengan kebutuhan masing-masing.

4. *Output* model dapat dilihat pada bagian block queue dan block activity yang mana sama seperti pada sub bab 4.6.

K. Kelebihan Software Extendsim Pro

ExtendSim memiliki beberapa kelebihan yang membuat ExtendSim disarankan untuk dipakai dalam simulasi model dalam analisis antrian. Beberapa di antaranya adalah:

1. **Interactive.** Untuk mengubah parameter atau hal lain dalam model saat software ExtendSim dalam proses running tidak perlu dilakukan setelah proses running selesai. Perubahan parameter atau hal lain dalam model dapat dilakukan saat model sedang dalam proses running, sehingga tidak akan membuang waktu untuk menunggu proses running selesai.
2. **Dapat menangani dataset yang besar.** Software ExtendSim dirancang untuk dapat menangani dataset yang sangat besar. Didukung juga dengan database relasional dan beragam metode untuk impor atau ekspor data.
3. **Tautan data yang dinamis.** Software ExtendSim dengan database relasionalnya yang terintegrasi mendukung ExtendSim untuk dapat terhubung dengan database eksternal. Contohnya seperti Microsoft Access, Server SQL, MySQL, dan Oracle.
4. **Open source software.** Software ExtendSim dikembangkan menggunakan lingkungan pengembangan yang terintegrasi. Hal ini menjadikan software ExtendSim memungkinkan untuk dapat dimodifikasi dan dilakukan peningkatan oleh penggunanya.
5. **Global.** Software ExtendSim dikembangkan untuk dapat dipakai secara global. Hal ini menjadikan ExtendSim digunakan oleh para pengembang dan tenaga pendidik di

seluruh dunia. Ini memungkinkan banyaknya rujukan yang dapat ditemukan dengan kasus yang berbeda-beda.

6. **Cepat mengidentifikasi masalah.** Software ExtendSim memungkinkan para pengguna untuk menemukan atau mengenali masalah yang akan muncul sebelum model diimplementasikan pada dunia nyata. Hal ini muncul pada proses pembuatan model sehingga dapat mengurangi kerugian yang dapat timbul.
7. **Animasi 3D.** Pada versi model produk ExtendSim Suite, pengguna dapat melakukan simulasi dengan visualisasi 3D.
8. **Ringan dijalankan.** Software ExtendSim bukan merupakan software yang membuat komputer atau perangkat menjadi freeze saat software ExtendSim dijalankan. Pada proses menjalankan software ExtendSim pun dapat dikatakan cepat dan tidak membuat komputer atau perangkat down sehingga saat membuka software ExtendSim dapat juga menjalankan software lain.
9. **Masa trial yang lama.** Jika dibandingkan dengan software Simul8 yang sama sama berbayar, masa trial selama 30 hari pada software ExtendSim jauh lebih lama dibandingkan dengan Simul8 yang hanya 5 hari.
10. **Objek yang lengkap.** Dengan objek-objek yang terdapat pada software ExtendSim memungkinkan pengguna dapat melakukan semua jenis proyek baik desain maupun simulasi
11. **Terdapat Workbook.** Adanya workbook ini memudahkan pengguna baru untuk mempelajari dari awal mengenai fitur-fitur yang ada di software ExtendSim dengan beberapa contohnya.
12. **Tidak perlu coding.** Dalam software ExtendSim terdapat blocks yang bekerja sebagai macros, di mana dalam membuat model simulasi tidak diperlukan sebuah coding khusus,

namun menggunakan blocks yang ada dalam software ExtendSim.

L. Kekurangan Software Extendsim Pro

Dari beberapa kelebihan yang dimiliki oleh ExtendSim, terdapat pula beberapa kelemahannya, yaitu

1. **Berbayar.** Di samping dari software ExtendSim yang merupakan software berbasis open source, ExtendSim merupakan software yang berbayar.
2. **Animasi 3D terbatas.** Animasi 3D pada software ExtendSim hanya terdapat pada versi model produk ExtendSim Suite.
3. **Tidak ada versi Linux.** Software ExtendSim yang dikembangkan saat ini masih terbatas hanya pada sistem Windows dan Mac. Sedangkan untuk pengguna Linux, belum dapat menggunakan software ExtendSim.
4. **Tidak dapat diakses melalui jaringan.** Jika dibandingkan dengan software R yang dapat dijalankan oleh komputer atau perangkat lain melalui jaringan, software ExtendSim jauh tertinggal dalam hal tersebut. Software ExtendSim tidak menyediakan ExtendSim berbasis Server.
5. **Tidak dapat diakses melalui *mobile*.** Jika dibandingkan dengan software Operativa, software ExtendSim tidak bisa diakses melalui mobile baik Android, iPhone, maupun iPad.
6. **Tampilan tidak bisa diubah.** Jika dibandingkan dengan software RStudio yang dapat mengubah tampilan utamanya, software ExtendSim tidak dapat mengubah tampilan utamanya. Sehingga tampilan dari software ExtendSim dirasa tidak modern oleh beberapa pengguna.

Daftar Pustaka

<https://extendsim.com/products>

<https://extendsim.com/products/advantages>

<https://extendsim.com/solutions/industries/reliability>

<https://extendsim.com/solutions/simulation/why>

<https://extendsim.com/try/8-products/117-protrial>

https://p2k.um-surabaya.ac.id/IT/en/3045-2942/ExtendSim_8372_p2k-um-surabaya.html

<https://www.solvusoft.com/en/file-extensions/software/imagine-that-inc/extendsim/>

<https://zdocs.pub/doc/2008-tutorial-extend-anyar-01n5j45r1j1l>

Imagine That Inc. 2007. *ExtendSim Database: Tutorial & Refrence*. San Jose: Imagine That Inc.

Jadrić, M., Ćukušić, M., & Bralić, A. 2014. Comparison of discrete event simulation tools in an academic environment. *Croatian Operational Research Review*, 5(2), 203–219. <https://doi.org/10.17535/crorr.2014.0008>

Krahl, D. 2008. EXTENDSIM 7. *Proceedings of the 2008 Winter Simulation Conference*, 215-221.

Krahl, D. 2012. EXTENDSIM: A HISTORY OF INNOVATION. *Proceedings of the 2012 Winter Simulation Conference*.

Krahl, D. 2013. EXTENDSIM 9. *Proceedings of the 2013 Winter Simulation Conference*, 4065-4072.

- Kress, R., Cemerlic, A., Kress, J., & Varghese, J. 2010. Discrete event simulation class for engineering graduate students. *Proceedings-Winter Simulation Conference, Law 2007*, 344-352. <https://doi.org/10.1109/WSC.2010.5679149>.
- Strickland, J. 2011. *Discrete Event Simulation Using Extendsim 8*: Lulu.com.
- Utami, F. D. 2020. *Analysis of Queue Systems in Optimization of Services At Bank Bjb. XX (Xx)*, 1-18.

05.



Analisis Sistem Antrian dengan Menggunakan Software Minitab

Hanifati Ajrina Rahim

A. Pendahuluan

Minitab merupakan salah satu program komputer yang banyak digunakan untuk memudahkan pengolahan data statistik. Minitab dikembangkan oleh periset Barbara F. Ryan, Thomas A. Ryan, Jr., dan Brian L. Joiner pada tahun 1972 dan didistribusikan oleh Minitab inc yaitu sebuah perusahaan swasta yang bermarkas di State College, Pennsylvania, dengan kantor cabang di Coventry Inggris (Minitab Ltd.), Perancis (Minitab SARL), dan Australia (Minitab Pty.). Versi terbaru dari software ini adalah Minitab 21 yang tersedia dalam tujuh bahasa yaitu Inggris, Perancis, Jerman, Jepang, Korea, Mandarin, dan Spanyol. Minitab merupakan software berbasis kombinasi menu dan sintaks yang berbayar. Namun, software ini menyediakan *free 30-day trial* yang desktop *trial*-nya hanya tersedia pada windows (64-bit). Perintah dan menu pada minitab disusun dan diatur secara logis sehingga memudahkan dalam mempelajari statistik. Minitab menggabungkan kemudahan penggunaan seperti

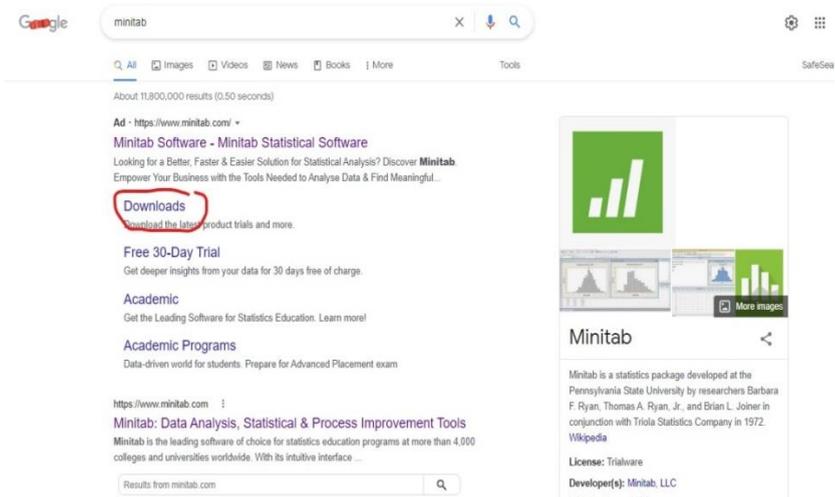
Microsoft Excel dengan kemampuan untuk melakukan analisis statistik yang kompleks. Sebelumnya, minitab telah merilis versi ringan dari program analisis statistik NIST yaitu OMNITAB. Software ini menyediakan berbagai perintah yang memungkinkan proses pemasukan data, manipulasi data, plotting, dan dapat menangani berbagai analisis statistik, termasuk analisis deskriptif, korelasi, regresi logistik, anova, analisis multivariat, membuat peramalan dengan analisis *time series*, analisis reliabilitas, dan lain sebagainya.

Minitab juga dikenal sebagai program statistik dengan tingkat akurasi yang tinggi dalam inferensi statistik dan memiliki keunggulan yaitu dapat digunakan dalam pengolahan data statistik untuk keperluan sosial dan teknik. Selain dapat menangani berbagai analisis statistik, dilihat dari segi manfaatnya, minitab juga memberikan kemampuan dengan mudah dalam membuat grafik statistik dan menampilkannya dalam format probabilistik yang lebih menarik dan juga informatif. Jika dilihat dari segi aplikasinya, minitab memiliki ukuran worksheet dinamis dan memuat kolom sampai 4000 dan juga memiliki tampilan menu yang lengkap disertai toolbar-toolbar sehingga memudahkan dalam menjalankan perintah. Minitab menyediakan fungsi makro untuk membuat program berulang kali, memperluas fungsi minitab, dan juga mendesain perintah sendiri. Lalu minitab juga memiliki bahasa pemrograman makro yang lebih sederhana.

B. Instalasi Software

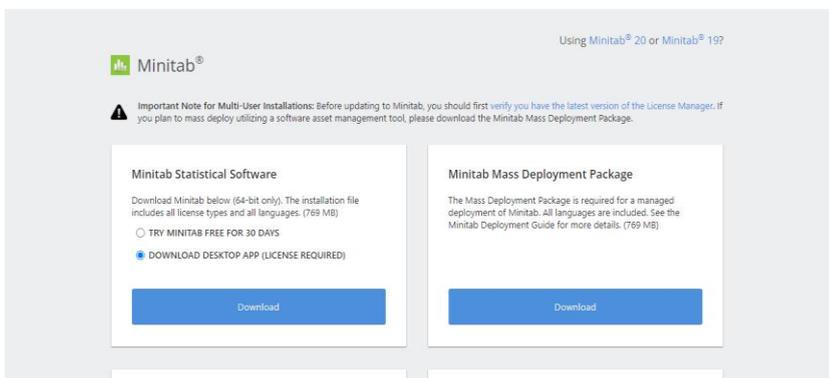
Seperti software pada umumnya, sebelum dapat menggunakan aplikasi Minitab, tentunya harus meng-*install* aplikasinya terlebih dahulu pada laptop atau komputer desktop yang digunakan. Terdapat banyak versi minitab yang dapat dipilih

seperti minitab 19, minitab 20, dan lain-lain. Sebelum memasuki proses install Minitab, harus dipastikan bahwa sudah memiliki file master installer Minitab yang dapat di download pada laman pencarian google minitab.



Gambar 5.1. Tampilan Laman Pencarian Google Minitab

Setelah klik download, akan muncul pilihan Try Minitab Free For 30 Days atau Download Desktop App (License Required).



Gambar 5.2. Pilihan Sebelum Mendownload File Installer Minitab

Untuk Try Minitab Free For 30 Days dapat diakses dengan dua langkah yaitu melengkapi formulir yang tersedia dan mencantumkan email untuk aktivasi trial.

The image shows a registration form for a 30-day free trial of Minitab. The form is titled "Start Your Free 30-Day Trial" and includes instructions to complete the form and wait for a follow-up email. It contains input fields for "First Name", "Last Name", and "Work / Academic Email", each with a "Please complete this required field." message. A reCAPTCHA widget is present, and a "Submit" button is at the bottom.

Gambar 5.3. Register Awal untuk Free 30 Day Trial

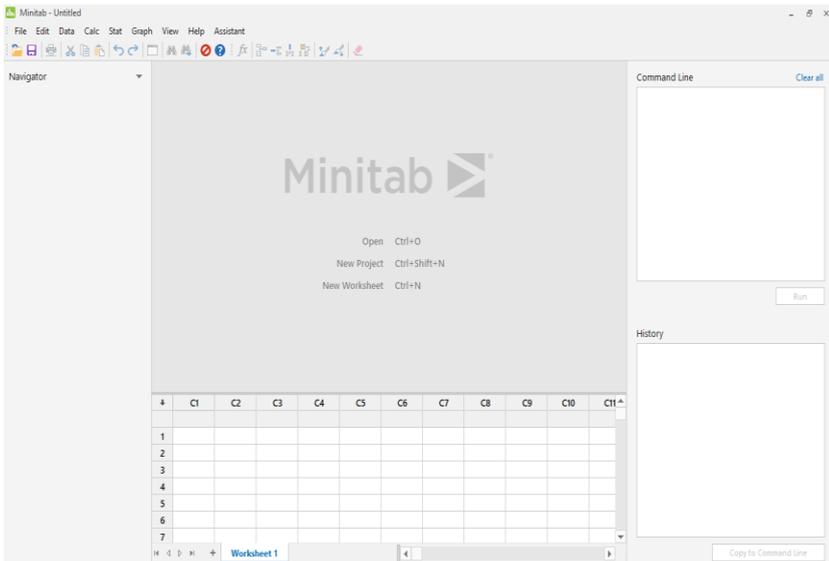
Lalu, lihat pada email terdapat pesan dari Minitab. Dan di sana terdapat link untuk memulai penggunaan aplikasi Minitab. Selanjutnya, klik link tersebut dan trial aplikasi Minitab sudah dapat digunakan baik dengan mendownload ke desktop (hanya untuk windows 64-bit) atau membukanya pada App Web.



Gambar 5.4. Tampilan untuk Mendownload Software Minitab untuk Free 30 Days Trial

C. Bagian-Bagian Software Minitab

Setelah Anda membuka program Minitab, di layar akan terlihat seperti gambar di bawah ini.



Gambar 5.5. Tampilan Awal pada Software Minitab

Output Pane dan Data Pane (Worksheet)

Pada gambar di atas, terdapat dua kotak yang terpisah. Kotak yang berada di bagian atas merupakan Output Pane sedangkan kotak yang berada di bagian bawah dinamakan Data Pane/Worksheet. Output Pane merupakan tempat *output* yang ditampilkan, bisa berupa tabel, grafik, maupun hasil analisis data. Sedangkan Worksheet terdiri dari kolom-kolom dan baris, di mana 1 kolom berisi variabel tertentu dan 1 baris berisi suatu observasi dan berfungsi untuk mengisi data yang akan dianalisis.

Navigator

Secara *default*, navigator tidak ditampilkan. Namun, untuk menampilkannya klik **View > Navigator**. Navigator menunjukkan semua hasil analisis yang akan ditampilkan dalam *output* pane. Daftar *output* pada navigator berurutan dari yang terlama ke terbaru atau daftar yang paling bawah merupakan *output* yang terbaru. Di sini bisa dilakukan mengubah nama *output*, mengeskpor *output* ke Ms. Word, Ms. PowePoint, dan lain-lain. Juga dapat menghapus hasil analisis yang ditampilkan.

Menu Bar dan Toolbar

Menu bar terdiri dari beberapa menu yaitu File, Edit, Data, Calc, Stat, Graph, View, Help, dan Assistant. Untuk fungsi dari setiap menu bar terdapat pada tabel berikut:

Tabel 5.1. Menu Bar dan Fungsinya

Menu Bar	Fungsi
File	Menyediakan perintah seperti membuka file, menutup file, mencetak, menyimpan file, dan lain sebagainya.
Edit	Untuk menyunting operasi. Terdiri dari beberapa submenu seperti undo, redo, clear cells, delete cells, copy cells, paste cells, dan lain-lain.
Data	Menyediakan submenu-submenu untuk merubah susunan data seperti menggabungkan data menjadi satu kolom, mengganti tipe data, memisahkan data tertentu, dan lain sebagainya.
Calc	Menghitung pernyataan-pernyataan matematika. Pada menu ini juga terdapat beberapa perintah untuk melakukan analisis secara statistik seperti peluang suatu distribusi, dsb.
Stat	Dapat digunakan beberapa metode statistik untuk mengolah atau menganalisis data. Terdapat sub menu seperti statistik deskriptif, analisis regresi, ANOVA, desain eksperimen, dan lain-lain. Setiap sub menu mempunyai metode tersendiri yang dapat dipilih sesuai dengan tujuan penelitian yang digunakan.
Graph	Untuk menampilkan grafik, salah satunya grafik dasar seperti scatterplot, plot time series, histogram, boxplot, plot countour, dan lain-lain.
View	Untuk menampilkan navigator, command line/history, juga data pane maupun <i>output</i> pane.
Help	Menu Help disediakan untuk memberikan panduan pada pengguna dalam mengoperasikan minitab.
Assistant	Memandu melalui seluruh analisis dan bahkan membantu menafsirkan dan mempresentasikan hasil analisis.

Toolbar

Toolbar adalah alat untuk memudahkan dan mempercepat perintah pada Minitab. Toolbar pada Minitab juga membentuk tombol-tombol dalam window Minitab sehingga akan mudah

dalam pengoperasiannya yaitu untuk menjalankan suatu perintah hanya dengan menekan toolbar tertentu. Bentuknya sama seperti beberapa program aplikasi lain, seperti open, save, cut, copy, paste, dan lain sebagainya.

Command Line/History

Command line/history tidak ditampilkan secara default. Klik **View > Command line/history** agar command line bisa ditampilkan. Command line berisi bahasa perintah yang digunakan dalam analisis data. Kita dapat mengedit dan memformat teks, melakukan perintah menyalin, dan lain sebagainya. Saat analisis berjalan, bahasa akan muncul secara otomatis. Jika memasukkan suatu command biasanya diikuti oleh satu atau beberapa argumen. Argumen menyatakan karakteristik dari data seperti posisi atau nama yang dapat berupa variabel (kolom, konstanta, matriks), teks, atau angka. Dalam membuat argumen tertentu, minitab memberi kemudahan seperti:

1. K menyatakan suatu konstanta, misal K10.
2. C menyatakan suatu kolom, misal C11.
3. M menyatakan suatu matriks, misal M3.
4. [] menyatakan argumen terpilih, seperti [K1].
5. C...C menyatakan daftar satu/lebih kolom yang dipisahkan oleh spasi.

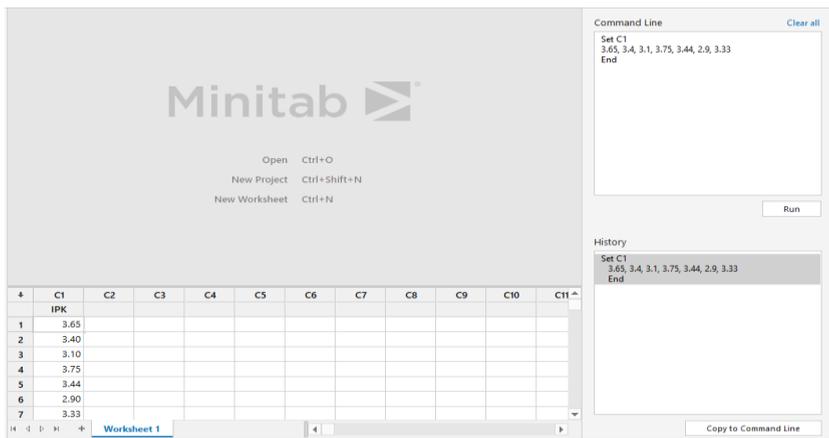
Terdapat simbol khusus yang digunakan pada suatu command atau subcommand, yaitu

1. ‘&’ (Continuation) untuk melanjutkan command yang belum lengkap ke baris selanjutnya.
2. ‘#’ (Comment) untuk memberi komentar/penjelasan tentang command (tidak mempengaruhi proses jalannya macro).
3. ‘*’ (Missing Value) untuk nilai yang tidak ada/hilang.

D. Cara Input Data

Terdapat beberapa cara untuk menginput data pada software minitab. Data yang diinput pada minitab merupakan data dalam bentuk yang sudah jadi. Cara yang pertama, yaitu dengan langsung menginput data pada data pane atau worksheet. Jika data sudah tersedia dalam format excel, maka data diinput dengan meng-copy paste data excel. Yang kedua, adalah dengan import data melalui menu bar **File > Open**. Cara lainnya untuk menginput data pada minitab ada dengan menggunakan command line. Sebagai contoh jika pada worksheet kolom C1 akan diisi IPK mahasiswa, maka pada command line dapat ditulis bahasa perintah:

```
Set C1
3.65, 3.4, 3.1, 3.75, 3.44, 2.9, 3.33
End
```



Gambar 6.6. Input Data Melalui Command Line

E. Contoh Aplikasi

Data yang digunakan pada contoh kasus analisis sistem antrian ini adalah data sistem antrian *Customer Service* Stasiun Gubeg Baru, Surabaya. Data ini didapat dari data primer yang diperoleh

dengan pengamatan secara langsung pada tanggal 30 April 2015 pada pukul 11.50-13.30 WIB. *Customer Service* Gubeg baru memiliki dua server, tetapi pada contoh kasus ini hanya dilakukan pengamatan pada satu server saja dan diasumsikan server yang kedua memiliki proporsi kerja yang sama dengan server satu.

1. Input dan Output dalam Sistem Antrian

Input dalam sistem antrian di *Customer Service* Stasiun Gubeg Baru adalah pelanggan yang datang kemudian mengambil nomor antrian untuk meminta layanan dari server. Disiplin antrian pada kasus ini adalah FCFS atau *First Come First Served*. Sedangkan *output* dalam sistem antrian ini adalah pelanggan yang telah mendapatkan pelayanan kemudian diperbolehkan untuk keluar dari ruangan *customer service*.

2. Bentuk Jasa Pelayanan dan Model Antrian

Bentuk jasa pelayanan pada *customer service* ini adalah konsultasi mengenai informasi tiket kereta api. Model Pelayanan *customer service* ini adalah *multi server, single phase*. Server dalam sistem antrian ini adalah 2 orang pegawai yang diberi tugas untuk melayani pelanggan. Model antrian dalam *Customer Service* Stasiun Gubeg Baru adalah $M/M/2/\sim/\sim$. Dengan keterangan sebagai berikut:

- a. Simbol pertama **M** adalah waktu antar-kedatangan yang berdistribusi eksponensial.
- b. Simbol **M** kedua merupakan waktu pelayanan yang berdistribusi eksponensial.
- c. Angka **2** menunjukkan banyaknya server yaitu ada sebanyak 2 server.

- d. Simbol keempat yaitu \sim menunjukkan sumber input yang tidak terbatas atau *infinite*.
- e. Simbol terakhir yaitu \sim adalah panjang antrian yang juga tidak terbatas atau *infinite*.

3. Analisis Sistem Antrian

Data sistem antrian dianalisis dengan menggunakan software minitab. Sebelum menganalisis, data waktu antar-kedatangan pelanggan di CS stasiun dan waktu pelayanan CS stasiun di input ke dalam Minitab. Berikut tabel dari data waktu antar-kedatangan dan waktu pelayanan.

Tabel 5.2. Waktu Antar-kedatangan Pelanggan

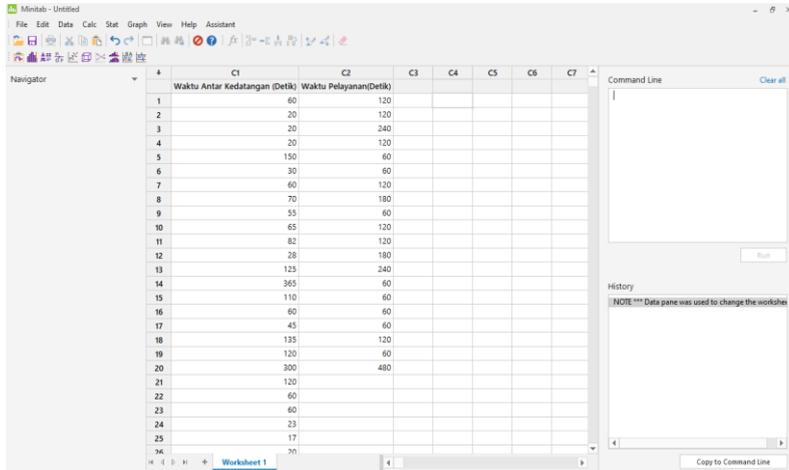
No	Durasi (detik)	No	Durasi (detik)	No	Durasi (detik)
1	60	15	110	28	11
2	20	16	60	29	14
3	20	17	45	30	60
4	20	18	135	31	180
5	150	19	120	32	60
6	30	20	300	33	240
7	60	21	120	34	180
8	70	22	60	35	120
9	55	23	60	36	60
10	65	24	23	37	60
11	82	25	17	38	40
12	28	26	20	39	80
13	125	27	35	40	180
14	365				

Tabel 5.3. Waktu Pelayanan

No	Durasi (detik)	No	Durasi (detik)
1	120	11	120
2	120	12	180
3	240	13	240
4	120	14	60
5	60	15	60

6	60	16	60
7	120	17	60
8	180	18	120
9	60	19	60
10	120	20	480

Data diinput dengan mengcopy-paste dari excel ke worksheet pada Minitab seperti pada gambar berikut:



Gambar 5.7. Input Data pada Minitab

- **Uji Distribusi Eksponensial**

Sebelum melakukan analisis lebih lanjut, dilakukan uji terlebih dahulu apakah waktu antar kedatangan dan waktu pelayanan berdistribusi eksponensial atau tidak.

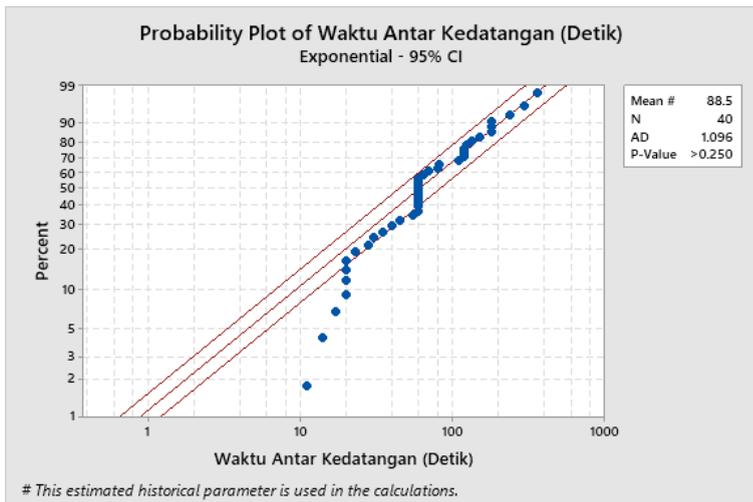
Uji Waktu Antar-kedatangan

Hipotesis:

H_0 = Waktu antar-kedatangan pelanggan di *Customer Servis Stasiun Gubeng Baru* berdistribusi eksponensial

H_1 = Waktu antar-kedatangan pelanggan di *Customer Servis Stasiun Gubeng Baru* tidak berdistribusi eksponensial

Kemudian, data tersebut dianalisis menggunakan grafik melalui menu bar **Graph** > **Probability Plot**. Selanjutnya dapat dipilih distribusi yang ingin diujikan. Berikut merupakan hasil atau *output* Minitab grafik probabilitas waktu antar-kedatangan dengan tingkat kepercayaan 95%.



Gambar 5.8. Grafik Probabilitas Waktu Antar-kedatangan Pelanggan

Berdasarkan hasil di atas, didapatkan p-value sebesar >0.250 , sehingga p-value lebih besar dari nilai $\alpha = 0.05$. Maka **H_0 diterima**, artinya waktu antar-kedatangan pelanggan berdistribusi eksponensial.

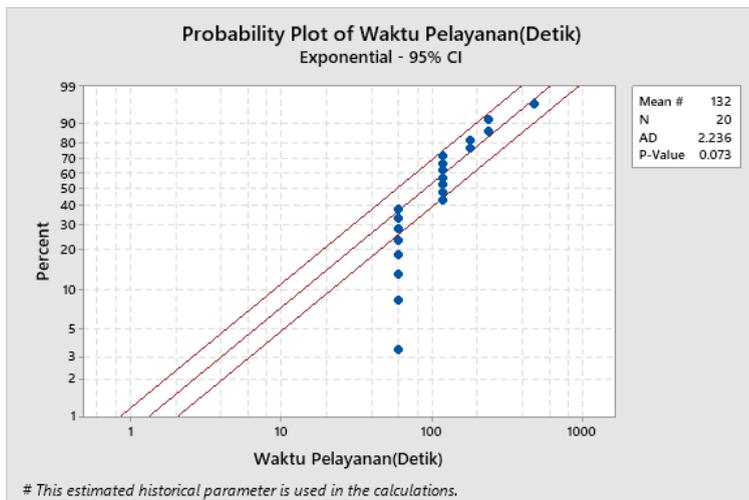
Uji Waktu Pelayanan Pelanggan

Hipotesis:

H_0 = Waktu pelayanan pelanggan di *Customer Servis* Stasiun Gubeng Baru berdistribusi eksponensial

H_1 = Waktu pelayanan pelanggan di *Customer Servis* Stasiun Gubeng Baru tidak berdistribusi eksponensial

Seperti pada uji waktu antar-kedatangan pelanggan, berikut merupakan hasil atau *output* minitab grafik probabilitas waktu pelayanan pelanggan dengan tingkat kepercayaan 95%.



Gambar 5.9. Grafik Probabilitas Waktu Pelayanan Pelanggan

Berdasarkan hasil di atas, didapatkan p-value sebesar 0.073, sehingga p-value lebih besar dari nilai $\alpha = 0.05$. Maka H_0 **diterima**, artinya waktu pelayanan pelanggan berdistribusi eksponensial.

- **Hasil Perhitungan dan Analisa dari Sistem Antrian**

Untuk melakukan perhitungan dan menganalisis, dilakukan dengan menggunakan command line atau bahasa perintah secara manual pada software Minitab. Berikut ini

merupakan hasil dari perhitungan pengamatan sistem antrian di CS stasiun:

Waktu Antar-kedatangan ($\frac{1}{\lambda}$)

```
#Waktu Antar Kedatangan dan Lambda
let k1 = sum (C1) / count (C1)
let k2 = (1/k1) * (3600)
print k1 k2
```

```
K1      88.5000
K2      40.6780
```

K1 merupakan waktu antar-kedatangan ($1/\lambda$) yang dihitung dari jumlah waktu antar-kedatangan dibagi dengan banyaknya pelanggan yang masuk ke dalam sistem antrian, dan didapatkan hasil $1/\lambda = 88,5$. Sedangkan K2 adalah λ atau tingkat kedatangan pelanggan yang meng-antri, dan didapatkan hasil $\lambda = 40.67$ pelanggan/jam.

Waktu Pelayanan Pelanggan ($\frac{1}{\mu}$)

```
#Waktu Pelayanan
let k3 = sum (C2) / count (C2)
let k4 = (1/k3) * (3600)
print k3 k4
```

```
K3      132.000
K4      27.2727
```

K3 adalah waktu pelayanan ($1/\mu$) yang dihitung dari jumlah waktu pelayanan dibagi dengan banyaknya pelanggan dilayani, dan didapatkan hasil $1/\mu = 132$. Sedangkan K4 adalah μ atau tingkat pelayanan pelanggan, dan didapatkan hasil $\mu = 27.27$ pelanggan/jam.

Utilitas Sistem (ρ)

Berdasarkan waktu antar-kedatangan dan waktu pelayanan an pelanggan, nilai utilitas dari dua server tersebut dapat diketahui sebagai berikut:

```
#Utilitas
let k5 = k2 / (2*k4)
print k5
K5      0.745763
```

Didapatkan hasil nilai utilitas sistem yaitu sebesar 0,745. Hasil tersebut Diperoleh dari rumus $\rho = \frac{\lambda}{2\mu}$. Artinya dengan 2 server pegawai didapatkan proporsi sistem bekerja sebesar 0,745 juga bahwa rata-rata server sibuk sebesar 74,5% dari total jam kerja server selama waktu survei yang dilakukan oleh peneliti.

Probabilitas Kedua Server Menganggur (P_0)

```
#Probabilitas Kedua Server Menganggur
let k6 = k2/k4
let k7 = 1/((k6^0) + (k6^1) + ((k6^2)/(2*(1-k5))))
print k7
K7      0.145631
```

Berdasarkan hasil perhitungan di atas, diperoleh probabilitas kedua server menganggur atau tidak terpakai yaitu 0.145. Hasil tersebut diperoleh dari rumus

$$P_0 = \frac{1}{\sum_{n=0}^{s-1} \frac{(\frac{\lambda}{\mu})^n}{n!} + \frac{(\frac{\lambda}{\mu})^s}{s!(1-\frac{\lambda}{s\mu})}}$$

Artinya bahwa peluang kedua *server customer service* Stasiun Gubeng Baru menganggur (probabilitas dari 0 unit yang berada dalam sistem) adalah 14,5% dari total jam kerja.

Probabilitas Ada Server yang Mengganggu ($P_0 + P_1$)

```
#Probabilitas ada server yang mengganggu
let k8 = k6*k7
let k9 = k7+k8
print K9
K9      0.362844
```

Didapatkan hasil probabilitas ada server yang mengganggu yaitu 0,362. K8 merupakan nilai P_1 dengan rumus $P_1 = \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^1 P_0$. Artinya peluang ada server customer service yang mengganggu pada jam kerja adalah 36,2% dari total jam kerja.

Rata-Rata Jumlah Pelanggan yang Menunggu untuk Dilayani (L_q)

```
#Rata-rata jumlah pelanggan yang menunggu untuk
dilayani
let k10 = (k7*(k6^2)*k5) / (2*(1-k5)^2)
print k10
K10      1.86899
```

Dari hasil perhitungan di atas, didapatkan rata-rata jumlah pelanggan stasiun kereta api yang menunggu untuk dilayani CS adalah sebanyak $1,86 \approx 2$ pelanggan. Hasil

tersebut didapatkan dari rumus $L_q = \frac{P_0 \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^s \rho}{s!(1-\rho)^2}$.

Rata-Rata Waktu yang Diperlukan Pelanggan untuk Menunggu Dilayani (W_q)

```
#Rata-rata waktu yang diperlukan pelanggan untuk
menunggu dilayani
let k11 = k10/k2
print k11
K11      0.0459461
```

Didapatkan nilai rata-rata waktu yang diperlukan pelanggan untuk menunggu dilayani adalah 0.046 jam atau 2.76 menit. Nilai W_q tersebut didapatkan dari rumus

$$W_q = \frac{L_q}{\lambda}.$$

Rata-Rata Waktu yang Diperlukan Pelanggan di Dalam Ruang CS (W)

```
#Rata-rata waktu yang diperlukan pelanggan di dalam
ruang CS tersebut
let k12 = (k11+(1/k4))
print k12
K12    0.0826127
```

Dari perhitungan di atas didapatkan bahwa rata-rata waktu yang diperlukan pelanggan di ruang CS Stasiun Gubeng Baru yaitu saat mengantri dan selesai dilayani adalah 0,083 jam atau 4,98 menit. Nilai W tersebut diperoleh dari rumus $W = W_q + \frac{1}{\mu}$.

Rata-Rata Jumlah Pelanggan Berada Dalam Ruang CS (L)

```
#Rata-rata jumlah pelanggan berada di dalam ruang CS
tersebut
let k13 = k10+k6
print k13
K13    3.36052
```

Didapatkan hasil bahwa rata-rata jumlah pelanggan berada dalam ruangan CS ada sebanyak 3,36 pelanggan, dan didapat melalui rumus $L = L_q + \frac{\lambda}{\mu}$.

Berikut ini adalah ringkasan dari hasil perhitungan sistem antrian beberapa parameter di *Customer Service*

Stasiun Gubeng Baru, Surabaya yang disajikan dalam bentuk tabel di bawah ini:

Tabel 5.4. Hasil Perhitungan Sistem Antrian

Parameter	Angka
P_0	14,5%
$P_0 + P_1$	36,2%
L_q	2 pelanggan
W_q	2,76 menit
W	4,98 menit
L	3 pelanggan

F. Kesimpulan

1. Bentuk jasa pelayanan dalam sistem antrian di CS Stasiun Gubeng Baru adalah berupa konsultasi informasi berkenaan dengan tiket kereta api dengan server sebanyak 2 orang.
2. Waktu antar-kedatangan pelanggan dan waktu pelayanan pada sistem antrian *customer service* Stasiun Gubeng Baru berdistribusi eksponensial.
3. Didapatkan hasil perhitungan sistem antrian pelanggan sebagai berikut.
 - a. Tingkat kedatangan pelanggan (λ) yang mengantri adalah 40,68 pelanggan/jam.
 - b. Tingkat pelayanan pelanggan (μ) adalah 27,27 pelanggan/jam.
 - c. Rata-rata server sibuk (**utilitas/ ρ**) adalah sebesar 0.764 dari total jam kerja server selama waktu penelitian.
 - d. Peluang bahwa kedua server *customer service* stasiun yang menganggur atau pelayanan tidak terpakai (P_0) adalah 14,5% dari total jam kerja.

- e. Peluang bahwa ada server *cusomer service* stasiun yang menganggur ($P_0 + P_1$) adalah 36,2% dari total jam kerja.
- f. Rata-rata jumlah pelanggan stasiun kereta api yang menunggu untuk dilayani oleh *customer service* (L_q) sebanyak 2 pelanggan.
- g. Rata-rata waktu yang diperlukan pelanggan stasiun kereta api untuk menunggu dilayani oleh *customer service* (W_q) adalah 2,76 menit.
- h. Rata-rata waktu yang diperlukan pelanggan di ruang *customer service* stasiun yaitu ketika mengantri dan telah selesai dilayani (W) adalah 4,98 menit.
- i. Rata-rata jumlah pelanggan yang berada di ruang *customer service* stasiun ada sebanyak 3 pelanggan.

G. Kelebihan dan Kekurangan Software

Setelah dilakukan analisis dengan menggunakan software Minitab, dapat disimpulkan beberapa kelebihan dan kekurangan dari software minitab.

Kelebihan

1. Mudah dalam menginputkan data karena data dapat di copy dari file excel atau word.
2. Gambar atau grafik pada Minitab menarik dan informatif.
3. Analisis pada Minitab dapat dengan mudah karena sudah tersedia menu-menu pada Minitab disertain toolbar sehingga memudahkan menjalankan perintah.
4. Minitab memberi fasilitas makro untuk membuat program atau mendesain perintah sendiri.
5. Walaupun berbayar, Minitab menyediakan gratis uji coba selama 30 hari.

Kekurangan

1. Minitab merupakan software yang berbayar.
2. Minitab tidak memiliki menu bar khusus untuk mengolah data antrian.
3. Pada jendela worksheet di Minitab menggunakan struktur yang tetap sehingga lebih sulit dimanipulasi daripada dalam program spreadsheet seperti Microsoft Excel.

Daftar Pustaka

“Tutorial Minitab”. Diakses pada 14 Desember 2021, dari <https://www.smartstat.info/tutorial/minitab.html>

Academia.edu. 2015. *Analisis Sistem Antrian Customer Service Stasiun Gubeng Baru Surabaya*. Diakses pada 13 Desember 2021 dari https://www.academia.edu/12506773/Analisis_Sistem_Antrian_Customer_Service_Stasiun_Gubeng_Baru_Surabaya

Academia.edu. 2015. *Statistik*. Diakses pada 14 Desember 2021, dari <https://www.academia.edu/10359014/STATISTIK>

Gunawan, Hendra. 2020, 19 Oktober. *Pengenalan Software Minitab* [Video]. Youtube. <https://www.youtube.com/watch?v=TRyzFWY6oYU>

Krism. 2020. *Bagaimana Cara Menggunakan Minitab?* Diakses pada 21 Desember 2021 dari <https://www.dictio.id/t/bagaimana-cara-menggunakan-minitab/125088>

Setiabudi, V. *Minitab*. Diakses pada 13 Desember 2021, dari <https://adoc.pub/minitab-perbandingan-kelebihan-dan-kelemahan-program-aplikas.html>

Tridiyani, Anisa. *Pengenalan Minitab*. Diakses pada 14 Desember 2021, dari <https://www.scribd.com/document/42664743/pengenalan-minitab>

Warman, Joni. 2013. *Pengolahan Data Menggunakan Minitab*. Diakses pada 21 Desember 2021, dari <https://joniwarman.wordpress.com/2013/07/02/pengolahan-data-menggunakan-minitab/>

06.



Analisis Data dan Simulasi Sistem Antrian Menggunakan Software AnyLogic

Sephia Devi Cantika

A. Pendahuluan

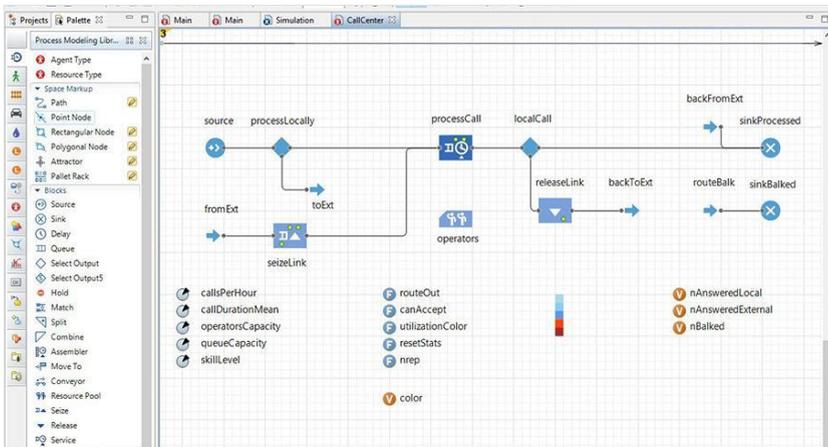
Antrian adalah ketika seorang pelanggan datang untuk dilayani, menunggu untuk dilayani jika penyedia layanan (server) masih sibuk, menerima pelayanan dan kemudian meninggalkan sistem setelah dilayani. Proses antrian adalah suatu proses hubungan dengan kedatangan seorang pelanggan di fasilitas pelayanan, kemudian menunggu dalam suatu baris (antrian) jika semua server sibuk, dan akhirnya meninggalkan layanan tersebut. Sistem antrian adalah suatu kumpulan pelanggan, pelayan dan suatu aturan yang mengatur kedatangan para pelanggan dan penanganan masalah (Sitompul, 2014).

Setiap proses antrian melibatkan kedatangan, misalnya orang, mobil, panggilan telepon untuk dilayani, dan lain-lain. Unsur ini sering disebut sebagai proses input. Proses input meliputi sumber kedatangan atau yang biasa disebut *calling population*, dan cara kedatangan tersebut terjadi biasanya

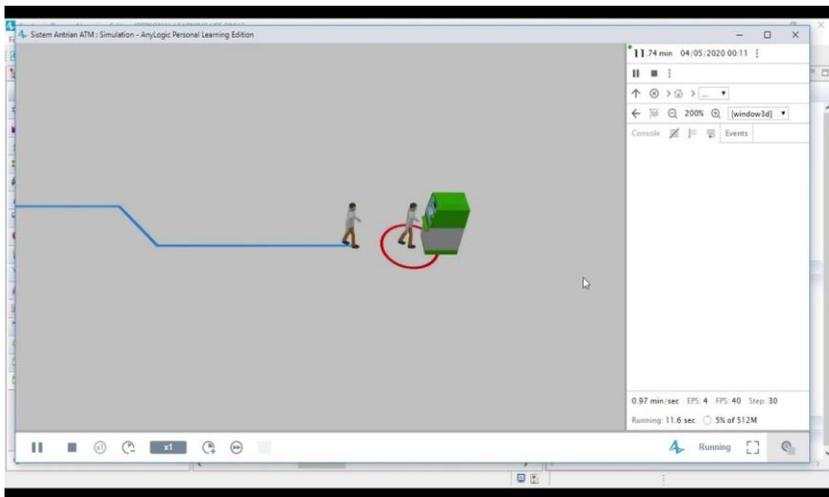
merupakan variabel acak. Karakteristik dari populasi yang akan dilayani dapat diidentifikasi berdasarkan ukuran, pola kedatangan, dan perilaku dari populasi yang akan dilayani. Menurut ukurannya, populasi yang akan mendapat pelayanan bisa terbatas (*finite*) atau bisa juga tidak terbatas (*infinite*). Misalnya, jumlah mahasiswa yang mengantri untuk registrasi perguruan tinggi sudah diketahui jumlahnya (*finite*), sedangkan jumlah pengemudi mobil yang akan memasuki tol dan melakukan antrian pembayaran untuk melewati jalan tol jumlahnya tidak terbatas (*infinite*). Menurut pola kedatangannya, bisa teratur atau bahkan acak (*random*). Pola kedatangan yang teratur dapat ditemukan pada proses pembuatan/pengemasan produk yang sudah distandarisasi. Pada proses ini, kedatangan produk untuk diproses pada bagian selanjutnya biasanya sudah ditentukan waktunya, misalnya setiap 30 detik. Sedangkan pola kedatangan yang bersifat acak contohnya kedatangan kendaraan memasuki loket tol. Pola kedatangan acak ini dapat digambarkan dengan distribusi statistik dan dapat ditentukan dengan dua metode yaitu distribusi kedatangan per satuan waktu dan distribusi waktu antar-kedatangan.

Software antrian adalah program yang digunakan untuk mengatur antrian dalam pelayanan pelanggan misalnya antrian paspor, pasien di rumah sakit atau klinik, loket pembayaran listrik, bank, dan lain sebagainya. Hal ini mengingat bahwa kenyamanan *customer* atau pelanggan adalah prioritas utama. Untuk mengatasi rumitnya antrian, lebih baik menggunakan aplikasi atau software antrian untuk memudahkan dalam pelayanan tersebut dan menyadarkan pelanggan akan budaya mengantri. Salah satu software antrian sederhana yang dapat digunakan untuk meningkatkan pelayanan dan kepuasan pelanggan adalah AnyLogic Software.

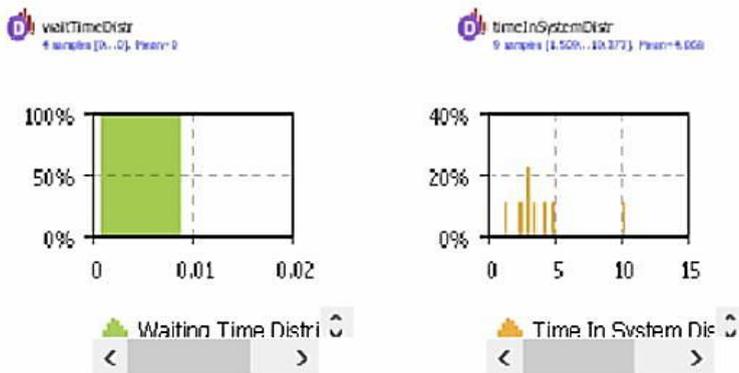
Software Anylogic adalah perangkat lunak atau pemodelan simulasi multimethod buatan The AnyLogic Company. Software ini dapat berjalan di Windows, macOS, dan Linux. Dapat digunakan untuk melakukan simulasi pasar dan kompetisi, perawatan kesehatan, manufaktur, rantai pasokan dan logistik, ritel, proses bisnis, dinamika sosial dan ekosistem, pertahanan, proyek dan manajemen aset, dan masih banyak lagi. Pada software ini juga terdapat fitur GIS Map yang digunakan sebagai Google Map jika kita memerlukannya pada saat melakukan simulasi. Secara keseluruhan software ini sudah mencakup semua tipe pemodelan sistem yang ada saat ini seperti Discrete Event, Dynamic System, dan Agent Based Modeling (ABM).



Gambar 6.1. Pemodelan dengan Software AnyLogic
(Sumber: <https://www.anylogic.com/features/timeline/>)



Gambar 6.2. Simulasi dengan AnyLogic Software
(Sumber: <https://www.anylogic.com/features/timeline/>)



Gambar 6.3. Hasil Pemodelan dan Simulasi dengan Software AnyLogic
(Sumber: <http://ejournal.uinmalang.ac.id/index.php/saintek/article/download/5164/7049>)

Software pada hasil pemodelan dan simulasi di atas dapat dilihat bahwa AnyLogic dapat menampilkan hasil berupa Animation, eksport Animation, Real-Time Viewing, dan 3D animation. Dapat pula berupa bagan diagram garis dan diagram

batang. Jika dibandingkan dengan beberapa aplikasi simulasi antrian lainnya misal Arena dan Promodel, aplikasi Anylogic memiliki fitur lebih lengkap dan lebih rinci daripada aplikasi antrian lainnya. Pada software AnyLogic juga dapat melakukan verifikasi model yang bertujuan untuk memastikan bahwa model simulasi yang telah dibuat sudah benar. Menu Problem pada software Anylogic dapat digunakan untuk memeriksa apakah logika pemrograman pada model simulasi memiliki error.

Software Anylogic mendukung desain simulasi gerak diskrit, kontinu, dan campuran dari sistem yang kompleks. AnyLogic memiliki menu palette yang menyediakan daftar elemen dalam model grafis. Berikut adalah beberapa elemen yang digunakan dalam simulasi:

1. SOURCE

Elemen ini biasanya digunakan sebagai titik awal untuk proses pemodelan. Pada source ini, memungkinkan pengguna untuk mengatur kedatangan *customer* dengan mengatur pada bagian properties. Dalam beberapa kasus, pengguna mungkin ingin menggunakan dua atau lebih block source untuk menerapkan pola kedatangan yang lebih kompleks.

2. QUEUE

Elemen di mana ada *customer* yang sedang menunggu diterima oleh *service* berikutnya dalam proses antrian. Antrian dapat berupa FIFO (*First In First Out*), LIFO (*Last In Last Out*), SIRO (*Service In Random Order*), atau PS (*Priority Service*).

3. PICKUP-DROPOFF

Pickup menghapus *customer* dari objek Queue tertentu dan menambahkannya ke konten dari *customer* container. *Customer* yang ditambahkan nanti dapat diturunkan menggunakan objek *DropOff*. *DropOff* menghapus *customer* yang terdapat dalam *customer* container yang masuk dan mengeluarkannya melalui port *outDropoff*.

4. SERVICE

Elemen ini adalah gabungan dari *delay* dan *queue*, sehingga dapat digunakan untuk mengumpulkan sejumlah unit sumber daya, mengatur *delay time* untuk menunda *customer*, kemudian melepaskan *customer* tersebut ke proses selanjutnya.

5. RESOURCE POOL

Resource Pool yaitu satu set unit sumber daya yang dapat dimasukkan atau dilepaskan oleh *customer* menggunakan beberapa blok *Seize*, *Release*, *Assembler* atau *Service*. Ada tiga jenis Resource yaitu, statis, bergerak (*moving*), dan portabel. Statis dikaitkan dengan lokasi tertentu (yaitu *node*) di dalam jaringan dan tidak dapat dipindahkan. Resource *moving* dapat bergerak sendiri dan mewakili staf ataupun kendaraan. Lalu sumber daya portabel dapat dipindahkan oleh *customer* atau dengan memindahkan sumber daya tersebut.

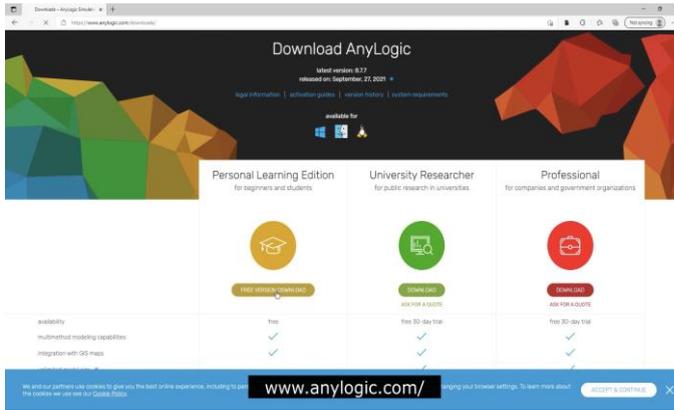
6. SINK

Elemen yang digunakan untuk melepaskan *customer*, biasanya merupakan titik akhir dalam proses pemodelan. *Customer* tidak akan dihapus dari model jika tidak terhubung di akhir prosesnya dengan blok *sink* atau *exit*.

B. Menginstal dan Menjalankan Software AnyLogic

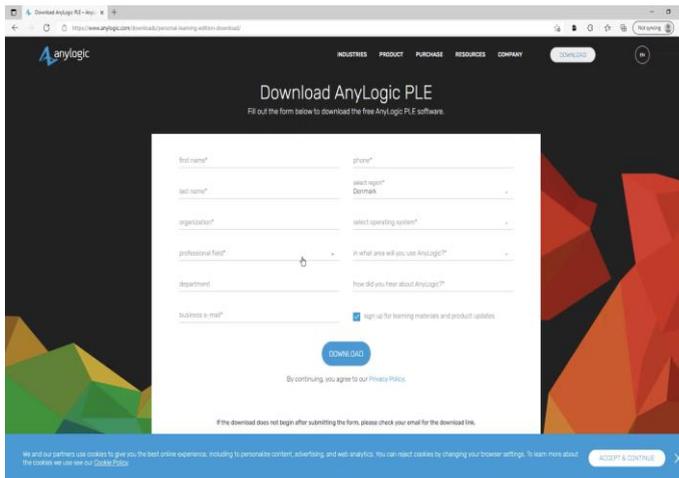
Cara Install Software AnyLogic yaitu sebagai berikut:

1. Mengunduh software AnyLogic dengan mengklik “*personal learning edition for beginners and students*”.



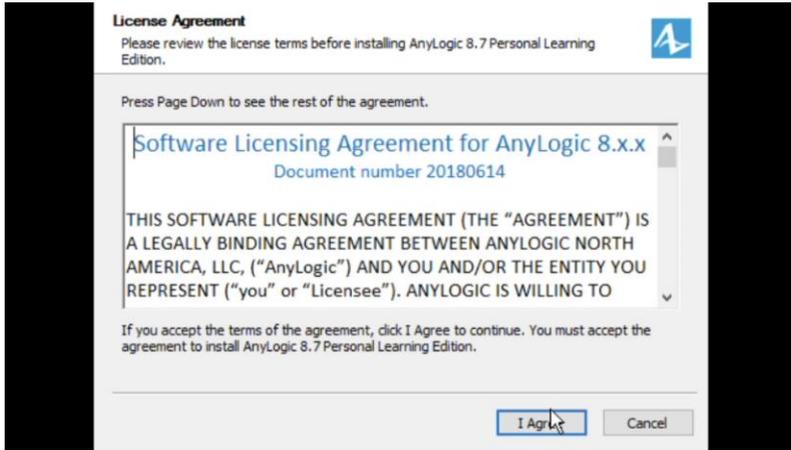
Gambar 6.4. Langkah Awal Mengunduh Software AnyLogic (Sumber: https://www.academia.edu/41437803/Tutorial_Anylogic_ATIK_SETIAWATI_D)

2. Mengisi Identitas sesuai kolom yang tersedia.



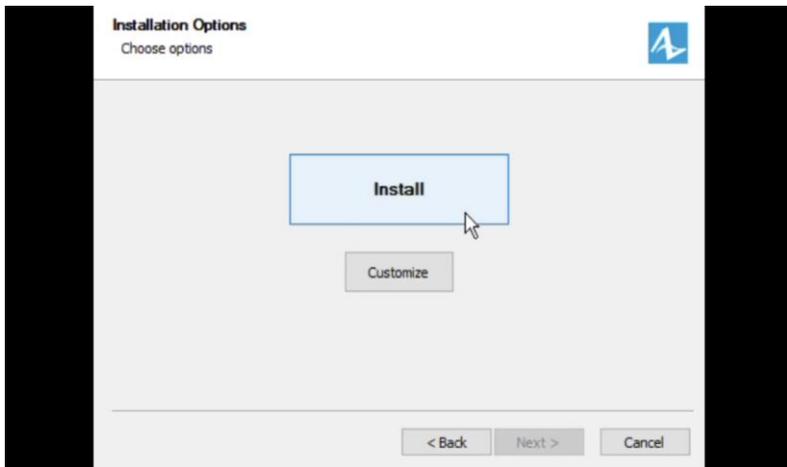
Gambar 6.5. Langkah Kedua Mengunduh Software AnyLogic (Sumber: https://www.academia.edu/41437803/Tutorial_Anylogic_ATIK_SETIAWATI_D)

3. Software yang telah diunduh akan tersimpan pada folder yang telah dipilih, klik enter pada file yang telah selesai diunduh sampai muncul tampilan kotak dialog seperti gambar di bawah ini, lalu klik “i agree”.



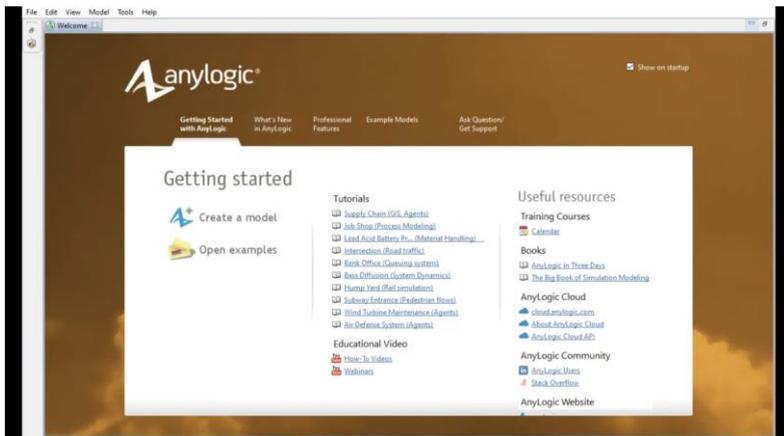
Gambar 6.6. Langkah Ketiga Mengunduh Software AnyLogic (Sumber: https://www.academia.edu/41437803/Tutorial_Anylogic_ATIK_SETIAWATI_D)

4. Setelah mengklik “install” maka akan muncul tampilan seperti pada gambar. Tunggu sampai selesai maka software AnyLogic telah terpasang pada laptop.



Gambar 6.7. Langkah Terakhir Mengunduh Software AnyLogic
(Sumber: https://www.academia.edu/41437803/Tutorial_Anylogic_ATIK_SETIAWATI_D)

5. Tampilan awal software AnyLogic yang sudah terpasang pada perangkat. Untuk memulai menjalankan software AnyLogic, klik “create a model”.



Gambar 6.8. Tampilan Awal Saat Membuka Software AnyLogic
(Sumber: https://www.academia.edu/41437803/Tutorial_Anylogic_ATIK_SETIAWATI_D)

C. Simulasi Sistem Antrian Keluar Parkir Mobil

Sistem antrian yang baik sangat diperlukan untuk menjaga proses pelayanan tetap tertib. Kegunaan sistem antrian ini sangat membantu dalam memberikan kelancaran pelayanan kepada pelanggan. Pada saat ini, sistem antrian telah diterapkan di berbagai tempat menggunakan komputer dalam mengatur antrian. Pelanggan hanya perlu menekan tombol pada layar mesin/komputer untuk mendapatkan nomor antrian kemudian nomor antrian tersebut dicetak. Mengenai sistem antrian, kali ini kita akan melihat sistem antrian tempat parkir di Mall PVJ. Ketika adanya pelayanan dalam antrian tentu membuat waktu tunggu pelanggan yang lain semakin lama. Dengan adanya hal ini, tentu membutuhkan sistem antrian yang sangat baik. Oleh karena itu, pada simulasi sistem ini dipilih tempat parkir PVJ untuk mengamati sistem antrian.

Transportasi adalah suatu pergerakan kendaraan, orang, atau barang dari satu tempat ke tempat lain melalui sistem yang ada untuk memenuhi kebutuhan. Pergerakan kendaraan akan terus meningkat seiring dengan peningkatan kondisi ekonomi kedua tempat tersebut, serta sarana dan prasarana yang tersedia. Namun, peningkatan pergerakan kendaraan itu sendiri dapat menyebabkan kemacetan lalu lintas, kebisingan, polusi udara, dan masalah parkir.

Di sisi lain, Kota Bandung merupakan salah satu kota besar di Indonesia yang mengalami peningkatan perekonomian cukup pesat, terbukti dengan terus meningkatnya pembangunan pusat perbelanjaan di setiap sudut kota. Saat ini Kota Bandung memiliki beberapa pusat perbelanjaan yang besar, lengkap dan luas dengan fasilitas berteknologi tinggi, di antaranya adalah Paris Van Java Mall.



Gambar 6.9. Area Parkir Mall PVJ
(sumber: <https://twitter.com/pvjbandung/status/729506217895317505>)

Mall Paris Van Java adalah pusat perbelanjaan yang dapat memenuhi kebutuhan sandang, pangan, dan lainnya. Oleh karena itu, mall ini merupakan daya tarik bagi pengunjung dan menyebabkan peningkatan permintaan akan fasilitas parkir. Dilihat dari jumlah kendaraan yang datang, pintu Mall Paris Van Java tidak pernah ditutup. Namun menurut pengunjung, pengunjung kerap kesulitan mencari tempat parkir. Sulitnya mendapatkan tempat parkir bagi pengunjung menjadi salah satu penyebab dievaluasinya kapasitas parkir di Mall Paris Van Java serta fasilitas parkir yang tersedia.



Gambar 6.10. Antre Keluar dan Masuk Area Parkir PVJ
(sumber: <https://news.detik.com/berita-jawa-barat/d-2769775/duh-sudah-antre-2-jam-belum-juga-keluar-dari-tempat-parkir-pvj>)

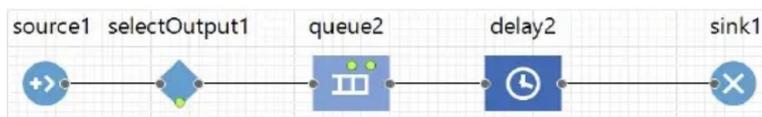
D. Pengumpulan Data

Pengambilan data dilakukan di area parkir Mall PVJ (Paris Van Java) pada pukul 17.00 WIB-18.00 WIB. Data yang diambil adalah data saat mobil keluar dari area parkir. Pengambilan data dilakukan setiap 2 menit (jumlah mobil yang keluar dari tempat parkir setiap 2 menit). Untuk mewakili jam sibuk maka pengambilan data dilakukan selama 1 jam. Simulasi sistem berjalan selama 2 jam dengan membandingkan *Single Server* dan *Multi Server*. Data dapat dilihat pada lampiran 3.

E. Pengolahan Data

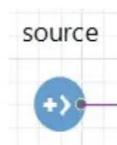
Pengolahan data dilakukan pembuatan AnyLogic simulasi dengan membandingkan 3 kondisi, yaitu

1. Pembuatan AnyLogic Simulation 1 Server (Server Tunggal)



Gambar 6.11. Anylogic Server Tunggal
(Sumber: Pengolahan Data AnyLogic Simulation)

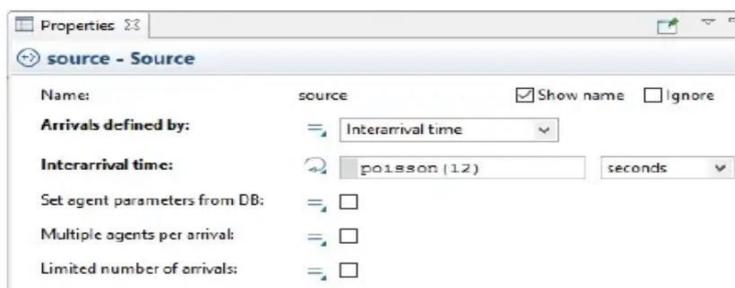
Sumber Kedatangan



Gambar 6.12. Simbol Sumber Kedatangan
(Sumber: Pengolahan Data AnyLogic Simulation)

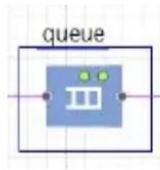
Sumber kedatangan kita setting dengan ketentuan sebagai berikut:

- Arrivals defined by: Interarrival time* (waktu antar-kedatangan).
- Interarrival time: Poisson (12)* dengan satuan *second*.



Gambar 6.13. *Properties* Kedatangan (*Source*)
(Sumber: Pengolahan Data AnyLogic Simulation)

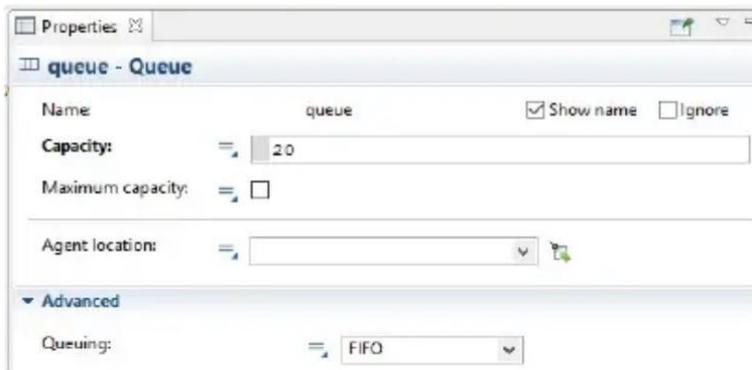
Antrian Server (Queue)



Gambar 6.14. Simbol Antrian Server (*Queue*)
(Sumber: Pengolahan Data AnyLogic Simulation)

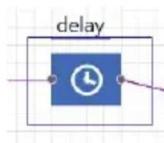
Antrian Server (*queue*) kita setting dengan ketentuan sebagai berikut:

- a. *Capacity*: 20.
- b. *Queuing*: FIFO (sistem keluaran).



Gambar 6.15. *Properties* Antrian Server (*Queue*)
(Sumber: Pengolahan Data AnyLogic Simulation)

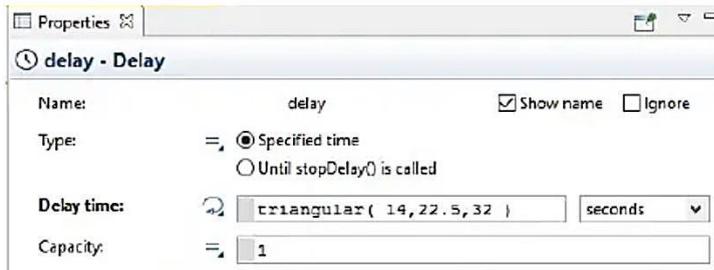
Waktu Antrian (Delay)



Gambar 6.16. Simbol Waktu Antrian (*Delay*)
(Sumber: Pengolahan Data AnyLogic Simulation)

Waktu antrian (*delay*) kita setting dengan ketentuan sebagai berikut:

- a. *Type: Specified time* (waktu sudah ditentukan) dari pengolahan data tabel.
- b. Proses persatuan mobil *capacity* 1.
- c. *Delay time: Triangular* (14, 22.5, 32) dalam satuan *second*.



Gambar 6.17. *Properties* Waktu Antrian (*Queue*)
(Sumber: Pengolahan Data AnyLogic Simulation)

Hasil Keluaran (*Output*)



Gambar 6.18. Simbol Keluar Antrian (*Output*)
(Sumber: Pengolahan Data AnyLogic Simulation)

Keluar antrian (*output*) kita setting dengan ketentuan sebagai berikut:

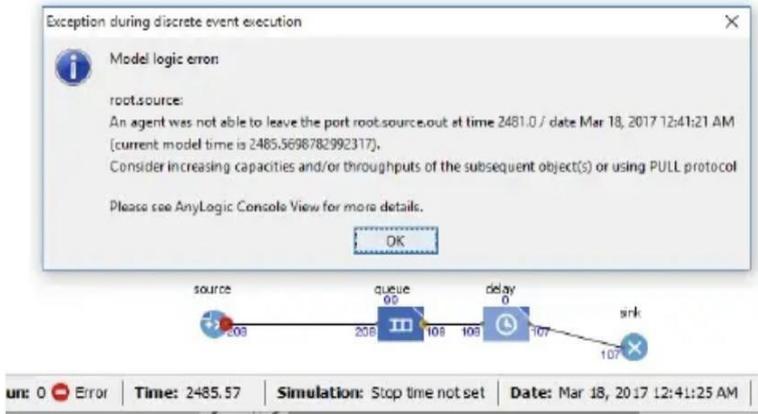
- a. *Type: Specified time* (waktu sudah ditentukan) dari pengolahan data tabel.



Gambar 6.19. *Properties* Keluar Antrian (*Output*)
(Sumber: Pengolahan Data AnyLogic Simulation)

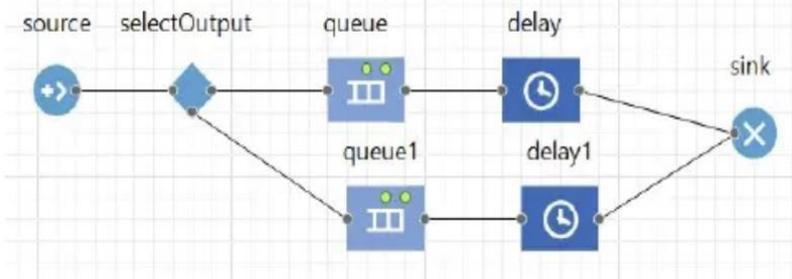
Pengolahan 1 server (server tunggal) yang berjalan selama 2 jam menggunakan software AnyLogic simulation memiliki hasil sebagai berikut:

- a. *Error*-nya AnyLogic simulation disebabkan oleh antrian yang *overload* (sistem antrian yang panjang di area parkir lebih dari 20 antrian).
- b. *Overload*-nya antrian terjadi pada menit ke 42.
- c. Banyaknya pelanggan yang masuk sebanyak 208 pelanggan.
- d. Banyaknya pelanggan yang sedang mengantri sebanyak 99 pelanggan.
- e. Banyaknya pelanggan yang sedang diproses sebanyak 0 pelanggan.
- f. Banyaknya pelanggan yang keluar sebanyak 107 pelanggan.



Gambar 6.20. *Overload* Antrian pada Menit ke-42
(Sumber: Pengolahan Data AnyLogic Simulation)

2. Pembuatan AnyLogic Simulation 2 Server (Server Ganda)



Gambar 6.21. AnyLogic Simulation 2 Server (Server Ganda)
(Sumber: Pengolahan Data AnyLogic Simulation)

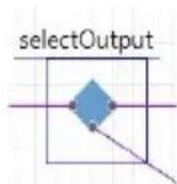
3. Sumber Kedatangan

Sumber kedatangan 2 server (server tunggal) disetting sama dengan sumber kedatangan 1 server (*single server*).

Pemilihan Server (Select Output)

Pengolahan 2 server (server ganda) memiliki perbedaan dengan 1 server (server tunggal), pada 1 server (server tunggal) tidak memiliki pemilihan server sehingga pelanggan

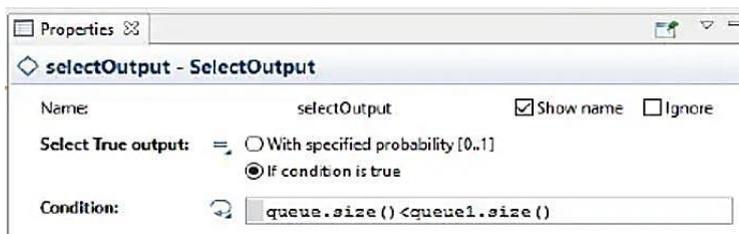
akan mengantri langsung pada 1 server, sedangkan pada 2 server (server *ganda*) pelanggan harus memilih server mana yang memiliki antrian paling pendek atau paling cepat.



Gambar 6.22. Simbol Pemilihan Server (*Select Output*)
(Sumber: Pengolahan Data AnyLogic Simulation)

Pemilihan server (*select output*) kita setting dengan ketentuan sebagai berikut:

- a. *Select true output: If condition is true.*
- b. *Condition: queue.size() < Condition: queue1.size().* Artinya, jika server 1 dalam antrian panjang (melebihi kapasitas antrian), server 2 akan dibuka (ON) untuk mengurangi jumlah antrian di server 1.



Gambar 6.23. *Properties* Pemilihan Server (*Select Output*)
(Sumber: Pengolahan Data AnyLogic Simulation)

Antrian Server (Queue)

Antrian server (*queue*) pada 2 server (*server ganda*) kami setting sama dengan antrian server (*queue*) 1 server (*server tunggal*). Antrian server 1 dan antrian server 2 disetting dengan *capacity* 20 unit.

Waktu Server (Delay)



Gambar 6.24. Simbol Waktu Antrian (*Delay*) *Multi Server* (2 Server)

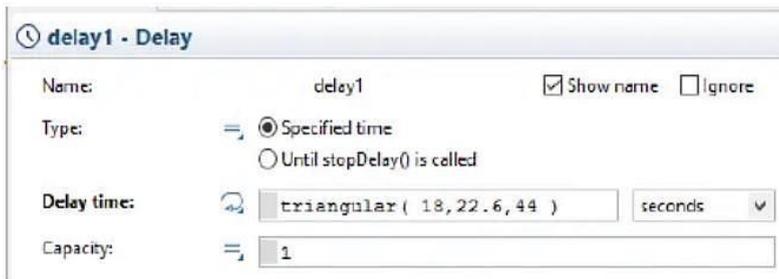
(Sumber: Pengolahan Data AnyLogic Simulation)

Waktu antrian (*delay*) kita setting dengan ketentuan sebagai berikut:

- Type: Specified time* (waktu sudah ditentukan) dari pengolahan data tabel.
- Proses waktu antrian *capacity* 1.
- Delay time* untuk server ke-1 adalah *triangular* (14, 22.5, 32) dalam satuan *second*.
- Delay time* untuk server ke-2 adalah *triangular* (18, 22.6, 44) dalam satuan *second*.

Name	delay	<input checked="" type="checkbox"/> Show name	<input type="checkbox"/> Ignore
Type	<input checked="" type="radio"/> Specified time <input type="radio"/> Until stopDelay() is called		
Delay time:	<input type="text" value="triangular 14, 22.5, 32)"/>	<input type="text" value="seconds"/>	
Capacity:	<input type="text" value="1"/>		

Gambar 6.25. *Properties Delay Time* untuk Server ke-1
(Sumber: Pengolahan Data AnyLogic Simulation)

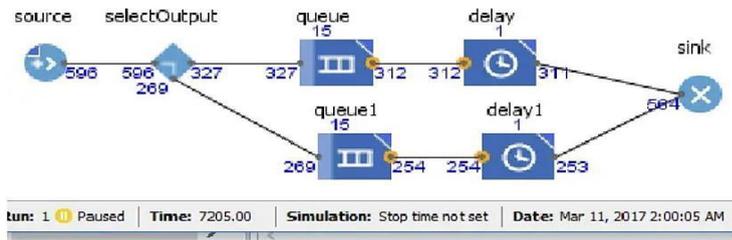


Gambar 6.26. *Properties Delay Time* untuk Server ke-2
(Sumber: Pengolahan Data AnyLogic Simulation)

Hasil Keluaran (Output)

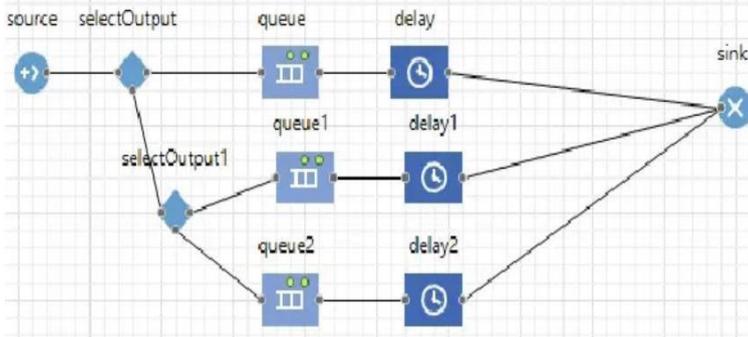
Pengolahan 2 server (server ganda) yang dilakukan dilakukan selama 2 jam menggunakan software AnyLogic simulation memiliki hasil sebagai berikut:

- a. Banyaknya pelanggan yang masuk sebanyak 596 pelanggan.
- b. Pelanggan memilih server 1 dan server 2.
- c. Banyaknya pelanggan yang masuk pada server 1 sebanyak 327 pelanggan.
- d. Banyaknya pelanggan yang sedang mengantri sebanyak 15 pelanggan.
- e. Banyaknya pelanggan yang sedang diproses sebanyak 1 pelanggan.
- f. Banyaknya pelanggan yang keluar sebanyak 311 pelanggan.
- g. Banyaknya pelanggan yang masuk pada server 2 sebanyak 269 pelanggan.
- h. Banyaknya pelanggan yang sedang mengantri sebanyak 15 pelanggan.
- i. Banyaknya pelanggan yang sedang diproses sebanyak 1 pelanggan.
- j. Banyaknya pelanggan yang keluar sebanyak 253 pelanggan.



Gambar 6.27. Keluar Antrian (*Output*) 2 Server (Server Ganda)
(Sumber: Pengolahan Data AnyLogic Simulation)

4. Pembuatan AnyLogic Simulation 3 Server (*Multi Server*)



Gambar 6.28. AnyLogic Simulation 3 Server (*Multi Server*)
(Sumber: Pengolahan Data AnyLogic Simulation)

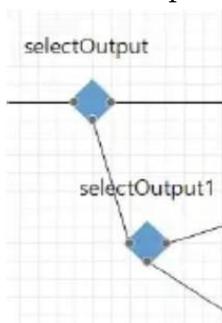
Sumber Kedatangan

Sumber kedatangan 3 server (*multi server*) kami setting sama dengan sumber kedatangan 1 server (*server tunggal*) dan sumber kedatangan 2 server (*server ganda*).

Pemilihan Server (Select Output)

Pengolahan 3 server (*multi server*) memiliki perbedaan dengan 1 server (*server tunggal*) dan 2 server (*server ganda*), pada 1 server (*server tunggal*) tidak memiliki pemilihan server sehingga pelanggan akan mengantri langsung pada 1 server, pada 2 server (*server ganda*) pelanggan akan memilih

server mana yang memiliki antrian paling pendek atau paling cepat, pada 3 server (*multi server*) pelanggan pelanggan akan memilih server mana yang memiliki antrian paling pendek atau paling cepat dengan asumsi antrian server 2 *overload* atau jumlah pelanggan lebih dari kapasitas antrian.

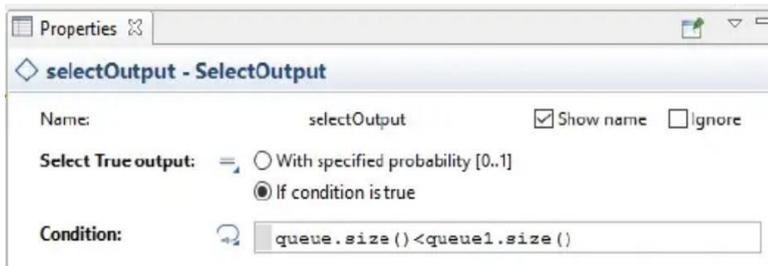


Gambar 6.29. Simbol Pemilihan Server pada 3 Server
(*Select Output*)

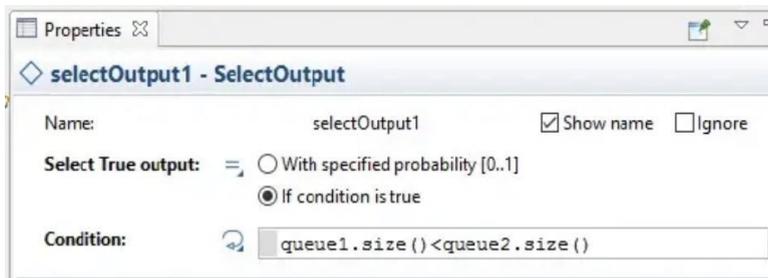
(Sumber: Pengolahan Data AnyLogic Simulation)

Pemilihan server (*select output*) kita setting dengan ketentuan sebagai berikut:

- a. *Select true output: If condition is true.*
- b. *Condition: queue.size() < Condition: queue1.size().* Artinya, jika server 1 dalam antrian panjang (melebihi kapasitas antrian), server 2 akan dibuka (ON) untuk mengurangi jumlah antrian di server 1.
- c. *Condition: queue1.size() < Condition: queue2.size().* Artinya, jika server 2 dan server 1 dalam antrian panjang (melebihi kapasitas antrian), server 3 akan dibuka (ON) untuk mengurangi jumlah antrian di server 1 dan 2.



Gambar 6.30. Pemilihan Server (*Select Output*)
(Sumber: Pengolahan Data AnyLogic Simulation)

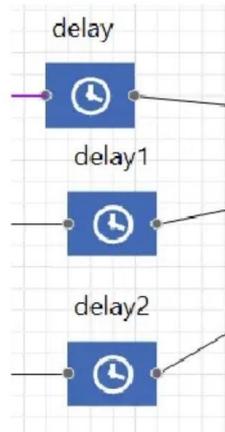


Gambar 6.31. Pemilihan Server (*Select Output 1*)
(Sumber: Pengolahan Data AnyLogic Simulation)

Antrian Server (Queue)

Antrian server (*queue*) pada 3 server (*multi server*) kami setting sama dengan antrian server (*queue*) 1 server (server tunggal) dan antrian server (*queue*) 2 server (server ganda). Antrian server 1 dan antrian server 2 disetting dengan *capacity* 20 unit.

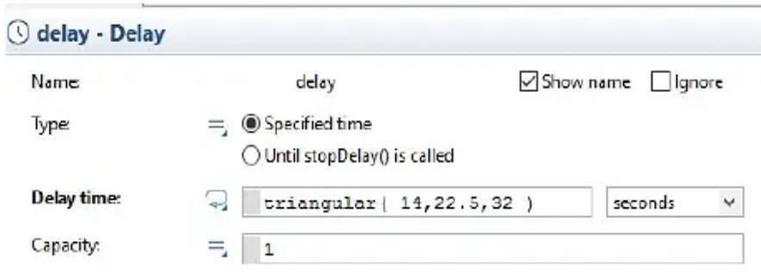
Waktu Antrian (Delay)



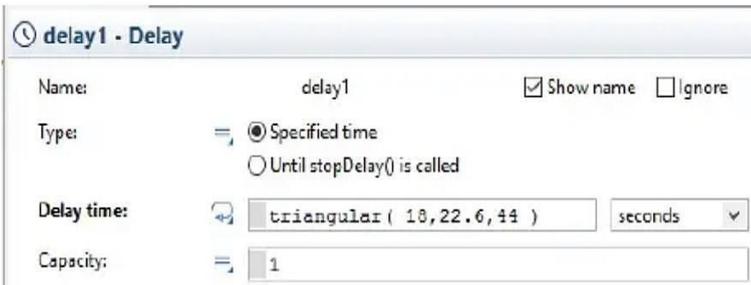
Gambar 6.32. Simbol Waktu Antrian (*Delay*) Multi Server
(3 Server)
(Sumber: Pengolahan Data AnyLogic Simulation)

Waktu antrian (*delay*) kita setting dengan ketentuan sebagai berikut:

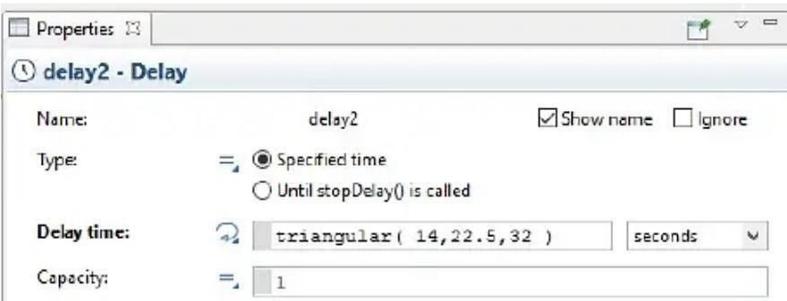
- Type: Specified time* (waktu sudah ditentukan) dari pengolahan data tabel.
- Proses waktu antrian *capacity* 1.
- Delay time* untuk server ke-1 adalah *triangular* (14, 22.5, 32) dalam satuan *second*.
- Delay time* untuk server ke-2 adalah *triangular* (18, 22.6, 44) dalam satuan *second*.
- Delay time* untuk server ke-3 adalah *triangular* (14, 22.5, 32) dalam satuan *second*.



Gambar 6.33. *Delay Time* untuk Server ke-1
(Sumber: Pengolahan Data AnyLogic Simulation)



Gambar 6.34. *Delay Time* untuk Server ke-2
(Sumber: Pengolahan Data AnyLogic Simulation)

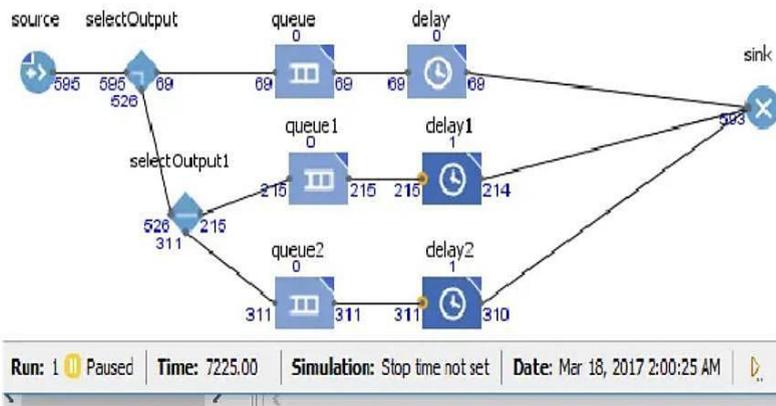


Gambar 6.35. *Delay Time* untuk Server ke-3
(Sumber: Pengolahan Data AnyLogic Simulation)

Hasil Keluaran (Output)

Pengolahan 2 server (server ganda) yang berjalan selama 2 jam menggunakan software AnyLogic simulation memiliki hasil:

- a. Banyaknya pelanggan yang masuk sebanyak 596 pelanggan.
- b. Pelanggan memilih server 1, server 2 dan server 3.
- c. Banyaknya pelanggan yang masuk pada server 1 sebanyak 69 pelanggan.
- d. Banyaknya pelanggan yang sedang mengantri sebanyak 0 pelanggan.
- e. Banyaknya pelanggan yang sedang diproses sebanyak 0 pelanggan.
- f. Banyaknya pelanggan yang keluar sebanyak 69 pelanggan.
- g. Banyaknya pelanggan yang masuk pada server 2 sebanyak 215 pelanggan.
- h. Banyaknya pelanggan yang sedang mengantri sebanyak 0 pelanggan.
- i. Banyaknya pelanggan yang sedang diproses sebanyak 1 pelanggan.
- j. Banyaknya pelanggan yang keluar sebanyak 214 pelanggan.
- k. Banyaknya pelanggan yang masuk pada server 3 sebanyak 311 pelanggan.
- l. Banyaknya pelanggan yang sedang mengantri sebanyak 0 pelanggan.
- m. Banyaknya pelanggan yang sedang diproses sebanyak 1 pelanggan.
- n. Banyaknya pelanggan yang keluar sebanyak 310 pelanggan.



Gambar 6.36. Keluar Antrian (*Output*) 3 Server (*Multi Server*)
(Sumber: Pengolahan Data AnyLogic Simulation)

F. Hasil dan Pembahasan

Simulasi AnyLogic antara 1 server (*single server*), 2 server (*multi server*), dan 3 server (*multi server*) dari proses lahan parkir di area PVJ dapat dianalisis sebagai berikut:

Tabel 7.1. Pengolahan Data 1 Server, 2 Server, 3 Server

Item	1 Server (Single Server)	2 Server (Multi Server)	3 Server (Multi Server)
Jumlah Pelanggan yang masuk \leq 2 jam (7200 detik)	208	596	595
Rata – rata jumlah pelanggan yang mengantri	99	15	0
Rata – rata pelanggan yang sedang diproses	0	1	0 ~ 1
Pelanggan yang keluar	107	594	593

(Sumber: Pengolahan Data AnyLogic Simulation)

Setelah mengamati dan mengolah data diperoleh hasil sebagai berikut:

1. Sistem keluarnya pelanggan di tempat parkir PVJ dengan 1 server tidak dapat dilakukan karena alasan berikut:
 - a. Antrian terlalu panjang.
 - b. Proses maksimal hanya bisa sampai menit ke-42.
 - c. Banyaknya pelanggan yang masuk terlalu sedikit jika dibandingkan dengan 2 server (*multi server*) dan 3 server (*multi server*).

2. Sistem keluarnya pelanggan di tempat parkir PVJ dengan 3 server tidak dapat dijalankan, bahkan jika tidak ada antrian panjang dan 0 hingga 1 pelanggan yang mengantri, berikut alasannya:
 - a. Pemborosan biaya operasional.
 - b. Biaya personalia (karyawan).
 - c. Biaya sistem server.

3. Sistem keluarnya pelanggan di tempat parkir PVJ dengan 2 server adalah yang paling optimal dibandingkan dengan 1 server dan 3 server, dikarenakan:
 - a. Banyaknya pelanggan yang masuk ke area parkir sebanyak 596 pelanggan.
 - b. Rata-rata antrian 15 pelanggan (masih standar).
 - c. Ada 1 pelanggan yang sedang diproses.

G. Kesimpulan

Software AnyLogic diciptakan dengan maksud membantu proses memodelkan lingkungan yang kompleks, misalnya membuat model simulasi antrian untuk memaksimalkan pelayanan untuk pelanggan dan meminimalisir terjadinya antrian pelanggan yang

overload. Software AnyLogic merupakan pemodelan simulasi multimethod buatan The AnyLogic Company yang memiliki fitur lebih lengkap dan lebih rinci daripada software antrian lainnya. Pada hasil pemodelan dan simulasinya dapat menampilkan hasil berupa Animation, ekspor Animation, Real-Time Viewing, dan 3D animation dan software ini juga memiliki kelebihan yang tidak terdapat pada software lainnya yaitu dapat berjalan di Windows, macOS, dan Linux. Pada software AnyLogic juga dapat melakukan verifikasi model yang bertujuan untuk memastikan bahwa model simulasi yang telah dibuat sudah benar. Menu Problem pada software AnyLogic dapat digunakan untuk memeriksa apakah logika pemrograman pada model simulasi memiliki *error*.

Setelah melakukan simulasi pada data di atas menggunakan sistem AnyLogic selama 2 jam (7200 detik), dapat kita simpulkan:

1. Banyaknya pelanggan yang masuk ke sistem 1 server, 2 server, dan 3 server, memiliki jumlah pelanggan yang berbeda-beda (1 server sebanyak 208, 2 server sebanyak 596, 3 server sebanyak 595).
2. Tingkat *error* lebih tinggi untuk sistem dengan 1 server (*error* pada menit ke-42).
3. Pada sistem 1 server memiliki jumlah antrian sebanyak 99 pelanggan, 2 server sebanyak 15 pelanggan, dan 3 server sebanyak 0 pelanggan.
4. Waktu pemrosesan sistem hingga 0 pelanggan di 1 server, hingga 1 pelanggan di 2 server, hingga 0 ~ 1 pelanggan di 3 server.
5. Banyaknya pelanggan yang keluar pada sistem 1 server sebanyak 107 pelanggan, 2 server sebanyak 594 pelanggan, dan 3 server sebanyak 593 pelanggan.

H. Saran

Saran dari penulis jika dilihat dari perbandingan simulasi sistem menggunakan software AnyLogic System antara *multi server* (2 server dan 3 server) dan server tunggal (1 server) untuk parkir keluar PVJ, maka penulis menganjurkan menggunakan server ganda (2 server), dikarenakan hasil yang lebih optimal. Sistem dengan 3 server (*multi server*) tidak optimal karena biaya operasional yang tinggi, sedangkan jika menggunakan 1 server (server tunggal) maka antrian pelanggan akan *overload*, pelanggan kecewa, dan tempat parkir menjadi ramai atau macet.

Daftar Pustaka

- Akbar, A. 2017. *Antrian Keluar Parkir Mobil*. Universitas Widyatama, Fakultas Teknik. Bandung: Laboratorium Sistem Informasi dan Keputusan.
- Anugrah Putra Eko W, M. N. 2020. Pemodelan dan Simulasi Antrian Pendaftaran Driver Baru Go-Jek di Sidoarjo. *Majalah Ilmiah UNIKOM*, 17.
- APRILITA, L. 2018. Pemodelan dan Simulasi Proses Bongkar Muat di Belawan International Container Terminalagent Based Modelling. *FM-GKM-S1TI-FT-6-06-07*, 80.
- Khamidatullailiyah, Y. G. 2020. Simulasi Model Proses Tebang Muat Angkut (TMA) On Farm pada Tanaman Tebu. *Jurnal Teknologi Informasi dan Terapan (J-TIT) Vol. 7 No. 2 Desember 2020 ISSN: 2580-2291*, 118-124.
- Yaqin, M. A. 2018. Survey Aplikasi Pemodelan dan Simulasi Proses Bisnis Open Source. *Jurnal Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi*, 10, 59-64.

Lampiran

Lampiran 1. Data Hasil Pengamatan Antrian pada Layanan Pengisian Bahan Bakar Premium

Kendaraan ke-	Waktu Antar-Kedatangan (Detik)	Waktu Proses Pelayanan (Detik)
1	60	17
2	3	15
3	81	32
4	258	21
5	91	27
6	44	15
7	98	16
8	174	30
9	91	20
10	195	35
11	26	27
12	34	27
13	1	22
14	170	26
15	125	33
16	39	39
17	30	23
18	89	22
19	125	17
20	15	15
21	35	24
22	48	13
23	33	18
24	54	44
25	70	21
26	73	46
27	61	28
28	0	24
29	72	25
30	75	28
31	36	16

32	69	27
33	51	30
34	23	17
35	92	13
36	62	14
37	57	13
38	71	17
39	47	18
40	25	16
41	14	21
42	30	17
43	44	20
44	50	21
45	70	29
46	57	34
47	169	14
48	72	12
49	34	16
50	55	22
51	41	29
52	64	22
53	29	20
54	47	22
55	69	17

Lampiran 2. Data Hasil Pengamatan Antrian pada
Layanan Pengisian Bahan Bakar Pertalite

Kendaraan ke-	Waktu Antar-Kedatangan (Detik)	Waktu Proses Pelayanan (Detik)
1	203	21
2	16	32
3	217	31
4	44	20
5	205	21
6	353	15
7	4	15
8	44	17
9	2	26
10	1	32
11	10	15
12	19	23
13	204	21
14	100	22
15	60	35
16	32	36
17	38	18
18	7	25
19	154	20
20	49	21
21	66	22
22	4	23
23	34	31
24	64	21
25	48	16
26	74	17
27	34	51
28	35	15
29	163	20
30	7	13
31	60	13
32	81	19
33	43	32
34	41	20
35	74	7
36	6	32
37	30	28
38	39	20

39	26	11
40	77	39
41	2	20
42	66	20
43	39	16
44	28	14
45	7	18
46	3	21
47	5	13
48	118	11
49	25	36
50	172	34
51	94	20
52	92	13
53	79	12
54	20	18

Lampiran 3. Data Kendaran di Parkiran Paris Van Java (PVJ)

Data Input	Waktu	Server 1			Server 2		
		Waktu pelayanan	Kedatangan	Total Kedatangan	Waktu pelayanan	Kedatangan	Total Kedatangan
1	17.00-17.02 (2menit)	18,0	ke - 1	6	32,0	ke - 1	4
		23,0	ke - 2		27,0	ke - 2	
		24,0	ke - 3		36,0	ke - 3	
		18,0	ke - 4		25,0	ke - 4	
		19,0	ke - 5				
		18,0	ke - 6				
2	17.02-17.04 (2menit)	24,0	ke - 1	5	44,0	ke - 1	3
		26,0	ke - 2		40,0	ke - 2	
		28,0	ke - 3		36,0	ke - 3	
		20,0	ke - 4				
		22,0	ke - 5				
3	17.04-17.06 (2menit)	24,0	ke - 1	5	32,0	ke - 1	4
		24,0	ke - 2		29,0	ke - 2	
		29,0	ke - 3		34,0	ke - 3	
		22,0	ke - 4		25,0	ke - 4	
		21,0	ke - 5				
4	17.06-17.08 (2menit)	18,0	ke - 1	6	24,0	ke - 1	5
		23,0	ke - 2		26,0	ke - 2	
		24,0	ke - 3		28,0	ke - 3	
		18,0	ke - 4		20,0	ke - 4	
		19,0	ke - 5		22,0	ke - 5	
		18,0	ke - 6				
5	17.08-17.10 (2menit)	24,0	ke - 1	5	32,0	ke - 1	4
		24,0	ke - 2		29,0	ke - 2	
		29,0	ke - 3		27,0	ke - 3	
		22,0	ke - 4		32,0	ke - 4	
		21,0	ke - 5				
6	17.10-17.12 (2menit)	20,0	ke - 1	6	30,0	ke - 1	4
		21,0	ke - 2		31,0	ke - 2	
		24,0	ke - 3		27,0	ke - 3	
		18,0	ke - 4		32,0	ke - 4	
		19,0	ke - 5				
		18,0	ke - 6				
7	17.12-17.14 (2menit)	24,0	ke - 1	5	24,0	ke - 1	5
		26,0	ke - 2		24,0	ke - 2	
		25,0	ke - 3		29,0	ke - 3	
		23,0	ke - 4		22,0	ke - 4	
		22,0	ke - 5		21,0	ke - 5	
8	17.14-17.16 (2menit)	18,0	ke - 1	6	32,0	ke - 1	4
		22,0	ke - 2		30,0	ke - 2	
		24,0	ke - 3		26,0	ke - 3	
		19,0	ke - 4		32,0	ke - 4	
		19,0	ke - 5				
		18,0	ke - 6				
9	17.16-17.18 (2menit)	24,0	ke - 1	5	21,0	ke - 1	5
		26,0	ke - 2		25,0	ke - 2	
		24,0	ke - 3		24,0	ke - 3	
		25,0	ke - 4		26,0	ke - 4	
		21,0	ke - 5		24,0	ke - 5	
10	17.18-17.20 (2menit)	32,0	ke - 1	4	32,0	ke - 1	4
		30,0	ke - 2		29,0	ke - 2	
		26,0	ke - 3		34,0	ke - 3	
		32,0	ke - 4		25,0	ke - 4	

Data Input	Waktu	Server 1			Server 2		
		Waktu pelayanan	Kedatangan	Total Kedatangan	Waktu pelayanan	Kedatangan	Total Kedatangan
11	17.20-17.22 (2menit)	24,0	ke - 1	5	24,0	ke - 1	5
		26,0	ke - 2		26,0	ke - 2	
		23,0	ke - 3		28,0	ke - 3	
		25,0	ke - 4		20,0	ke - 4	
		22,0	ke - 5		22,0	ke - 5	
12	17.22-17.24 (2menit)	24,0	ke - 1	5	31,0	ke - 1	4
		26,0	ke - 2		31,0	ke - 2	
		23,0	ke - 3		28,0	ke - 3	
		24,0	ke - 4		30,0	ke - 4	
		23,0	ke - 5				
13	17.24-17.26 (2menit)	24,0	ke - 1	5	31,0	ke - 1	4
		26,0	ke - 2		30,0	ke - 2	
		24,0	ke - 3		29,0	ke - 3	
		25,0	ke - 4		30,0		
		21,0	ke - 5				
14	17.26-17.28 (2menit)	24,0	ke - 1	5	42,0	ke - 1	3
		26,0	ke - 2		42,0	ke - 2	
		28,0	ke - 3		36,0	ke - 3	
		20,0	ke - 4				
		22,0	ke - 5				
15	17.28-17.30 (2menit)	20,0	ke - 1	6	32,0	ke - 1	4
		20,0	ke - 2		30,0	ke - 2	
		24,0	ke - 3		26,0	ke - 3	
		19,0	ke - 4		32,0	ke - 4	
		19,0	ke - 5				
		18,0	ke - 6				
16	17.30-17.32 (2menit)	20,0	ke - 1	6	24,0	ke - 1	5
		20,0	ke - 2		26,0	ke - 2	
		22,0	ke - 3		24,0	ke - 3	
		20,0	ke - 4		25,0	ke - 4	
		20,0	ke - 5		21,0	ke - 5	
		18,0	ke - 6				
17	17.32-17.34 (2menit)	24,0	ke - 1	5	31,0	ke - 1	4
		26,0	ke - 2		30,0	ke - 2	
		24,0	ke - 3		29,0	ke - 3	
		26,0	ke - 4		30,0	ke - 4	
		20,0	ke - 5				
18	17.34-17.36 (2menit)	31,0	ke - 1	4	28,0	ke - 1	4
		31,0	ke - 2		31,0	ke - 2	
		28,0	ke - 3		30,0	ke - 3	
		30,0	ke - 4		31,0	ke - 4	
19	17.36-17.38 (2menit)	24,0	ke - 1	5	24,0	ke - 1	5
		26,0	ke - 2		26,0	ke - 2	
		24,0	ke - 3		28,0	ke - 3	
		24,0	ke - 4		20,0	ke - 4	
		22,0	ke - 5		22,0	ke - 5	
20	17.38-17.40 (2menit)	19,0	ke - 1	6	31,0	ke - 1	4
		20,0	ke - 2		29,0	ke - 2	
		22,0	ke - 3		31,0	ke - 3	
		20,0	ke - 4		29,0	ke - 4	
		19,0	ke - 5				

Data Input	Waktu	Server 1			Server 2		
		Waktu pelayanan	Kedatangan	Total Kedatangan	Waktu pelayanan	Kedatangan	Total Kedatangan
21	17.38-17.40 (2menit)	17,0	ke - 1	6	18,0	ke - 1	6
		21,0	ke - 2		20,0	ke - 2	
		22,0	ke - 3		22,0	ke - 3	
		20,0	ke - 4		21,0	ke - 4	
		21,0	ke - 5		21,0	ke - 5	
		19,0	ke - 6		18,0	ke - 6	
22	17.42-17.44 (2menit)	31,0	ke - 1	4	30,0	ke - 1	4
		29,0	ke - 2		30,0	ke - 2	
		31,0	ke - 3		30,0	ke - 3	
		29,0	ke - 4		30,0	ke - 4	
23	17.44-17.46 (2menit)	24,0	ke - 1	5	31,0	ke - 1	4
		26,0	ke - 2		29,0	ke - 2	
		28,0	ke - 3		31,0	ke - 3	
		20,0	ke - 4		29,0	ke - 4	
24	17.46-17.48 (2menit)	19,0	ke - 1	6	31,0	ke - 1	4
		20,0	ke - 2		29,0	ke - 2	
		20,0	ke - 3		30,0	ke - 3	
		20,0	ke - 4		30,0	ke - 4	
		21,0	ke - 5				
		20,0	ke - 6				
25	17.48-17.50 (2menit)	19,0	ke - 1	6	31,0	ke - 1	4
		20,0	ke - 2		28,0	ke - 2	
		21,0	ke - 3		31,0	ke - 3	
		21,0	ke - 4		30,0	ke - 4	
		20,0	ke - 5				
26	17.50-17.52 (2menit)	18,0	ke - 1	7	31,0	ke - 1	4
		20,0	ke - 2		29,0	ke - 2	
		14,0	ke - 3		31,0	ke - 3	
		18,0	ke - 4		29,0	ke - 4	
		15,0	ke - 5				
		19,0	ke - 6				
		16,0	ke - 7				
27	17.52-17.54 (2menit)	24,0	ke - 1	5	24,0	ke - 1	5
		26,0	ke - 2		26,0	ke - 2	
		24,0	ke - 3		28,0	ke - 3	
		25,0	ke - 4		20,0	ke - 4	
		21,0	ke - 5		22,0	ke - 5	
28	17.54-17.56 (2menit)	24,0	ke - 1	5	42,0	ke - 1	3
		24,0	ke - 2		38,0	ke - 2	
		26,0	ke - 3		40,0	ke - 3	
		25,0	ke - 4				
		21,0	ke - 5				
29	17.56-17.58 (2menit)	19,0	ke - 1	6	31,0	ke - 1	4
		20,0	ke - 2		30,0	ke - 2	
		21,0	ke - 3		29,0	ke - 3	
		20,0	ke - 4		30,0	ke - 4	
		20,0	ke - 5				
		20,0	ke - 6				
30	17.58-18.00 (2menit)	24,0	ke - 1	5	30,0	ke - 1	4
		26,0	ke - 2		30,0	ke - 2	
		28,0	ke - 3		30,0	ke - 3	
		20,0	ke - 4		30,0	ke - 4	
		22,0	ke - 5				
Total	17.00-18.00	3600,0		160	3600,0		126

Tentang Penulis



Gungum Darmawan, M.Si.

Penulis kelahiran Bandung adalah dosen tetap (*faculty member*) program studi Statistika di Universitas Padjadjaran sejak tahun 2000. Lahir di Bandung, 18 Mei 1973, ayah 3 anak, telah menyelesaikan pendidikan formal sarjana di Departement Statistika Universitas Padjadjaran dan Magister Statistika di Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya. Sejak tahun 2017 tercatat sebagai *Phd student* Matematika di Universitas Gadjahmada, Jogjakarta. Karya-karya penulis di antaranya:

Buku

1. Ramadhan dalam Pandemi Covid-19, Penerbit Qiara Media, tahun 2021.
2. 365 Hari Indonesia Melawan Covid-19, Penerbit Insan Cendikia Mandiri, 2021.
3. Pengaruh Covid-19 di Berbagai Sektor, Penerbit Insan Cendikia Mandiri, 2021.
4. Kajian Lintas Perspektif Ilmu Tentang Pandemi Covid-19, Penerbit Qiara Media, 2021.

Artikel Jurnal (Paper)

1. Daily Forecast for Covid-19 During Ramadhan by Singular Spectrum Analysis, Journal of Advanced in Dynamical & Control Systems, 2020.
2. Covid-19 Daily Forecasting During Ramdhan in Countries with high muslim population, Journal of Physics Series, 2020.
3. Autocorrelation Analysis of Covid-19, based on Hijri Calendar, Journal of Physics Series, 2021.

Identitas Peneliti

INDN : 0018057302

NIP : 19730518 200012 1 001

Email : gumgum@unpad.ac.id

Scopus : H-indeks = 3

<https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57193953012>.

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-6363-548X?lang=en>

Googlescholar: H-Indeks = 6

<https://scholar.google.com/citations?hl=en&user=oktoMdsAAAAJ>

Sinta: <http://sinta.ristekbrin.go.id/authors/detail?id=6083056&view=overview>

Rahmalisa Aulia Fatharani

Penulis mahasiswi Departemen Statistika FMIPA UNPAD angkatan 2019, asal SMAN 2 Kota Cirebon. Alamat rumah Taman Puri Mulia Blok A4 No. 8, Cirebon. Kemampuan software-nya R dan Phyton. Pengalaman organisasi sebagai Statistics Students Executive board sebagai head of social science deivision (periode 2020-



2021) dan staff of social welfare department periode (2019-2020). Penulis juga mempunyai pengalaman sebagai committee Project Officer of Statistics Padjadjaran Olympiad (2019-2020) dan Study Pengenalan Lapangan SPL (2019-2020). Email: rahmalisaaf@gmail.com, rahmalisa19001@mail.unpad.ac.id. LinkedIn: www.linkedin.com/in/rahmalisaaulifatharani

Prestasi sebagai Mahasiswa di antaranya:

1. Highest GPA of Statistics UNPAD (2019-2021).
2. 1st Runner up of Statistics National Data Analysis, Halu Oleo University (2021).
3. Semifinal of Statistics National Data Analysis at Brawijaya University (2021).



Alifia Hani Nabilah

Penulis Mahasiswa Statistika Departement Statistika FMIPA UNPAD Angkatan 2019, penulis bersemangat dan bermotivasi tinggi dengan kemampuan kepemimpinan, inisiatif, adaptasi, dan komunikasi. Berpengalaman bekerja dalam tim dan juga bekerja secara mandiri di bawah tekanan untuk mencapai tujuan serta memenuhi tenggat waktu yang tepat. Aktif dalam keanggotaan berbagai organisasi dan kepanitiaan kampus.

Pengalaman organisasi sebagai Staff Departement Pengembangan Akademik Mahasiswa BE Himasta FMIPA UNPAD dan Stass Asesor Studi Pengenalan Lingkungan HIMASTA FMIPA UNPAD, Kepala Divisi Sekretaris Statistika Bulutangkis FMIPA UNPAD dan Kelapa divisi Survey Forum Kajian Statistika FMIPA UNPAD. Kemampuan software R dan Phyton. Kemampuan Bahasa: Bahasa Inggris. Email: alifiahani81@gmail.com

Warosatul Ambiya

Penulis mahasiswi departemen Statistika FMIPA UNPAD angkatan 2019, asal Bandung Jawa Barat. Mahasiswa Statistika yang memiliki kemampuan bekerja dan ingin terus berkembang dalam dunia industri. Senang mempelajari hal baru dan dapat bertanggung jawab. Pengalaman organisasi sebagai Bendahara 1 pada forum Komunikasi Kajian Statistika, FOKASI (periode 2021), sebagai Bendahara 2, Statday (2019-2020). Penulis juga mempunyai pengalaman sebagai committee Project Officer of Statistics Padjadjaran Olympiad (2021), Statt Keuangan BE HIMASTA (periode 2021), Koordinator Dana dan Konsumsi Statistics Got Talent (SGT) 2020, Staff Sponsorship Statday 2020 dan sebagai anggota Komisi IV BPA HIMASTA FMIPA UNPAD, 2020.



Email: warosatulanbiya29@gmail.com

Prestasi sebagai Mahasiswa di antaranya:

1. Finalis SIC Satria Data 2022.
2. Juara Favorit lomba Infografis *Statistics Infographic Competition* (SIC).
3. Sepuluh Besar finalis lomba infografis SIC, 2021.
4. Peserta *Big Data Challenge* (BDC).

Publikasi

Paper dengan judul “Penerapan Metode Peramalan GARCH dalam Memprediksi Jumlah Penumpang Kereta Api (Ribuan Orang) di Wilayah Jabodetabek”.

DOI: <https://doi.org/10.20956/j.v18i2.18382>



Hanifati Ajrina Rahim

Penulis mahasiswi Departemen Statistika FMIPA UNPAD angkatan 2019, penulis memiliki inisiatif, antusias, dan motivasi tinggi serta cukup terampil dalam mengoperasikan software statistik seperti Microsoft Excel dan R. Penulis sedang mencari kesempatan untuk

mengembangkan kemampuan penulis khususnya dalam bidang statistik. Penulis memiliki pengalaman bekerja dalam tim maupun mandiri untuk mencapai suatu tujuan. Penulis juga senang mempelajari hal baru dan memiliki komunikasi yang baik. Pengalaman organisasi sebagai Staff Divisi pendamping Kelompok, Staff Divisi Humas, Staff Departemen Kesejahteraan Mahasiswa dan Staff Departemen Human Resource Development Forum Ukhuwah Studi Islam HIMASTA FMIPA UNPAD pada tahun 2020-2021. Penulis juga sbagai Staff Divis Acara pada *Career day* 2020 HIMASTA FMIPA UNPAD. Email: hanifatiajrina5@gmail.com

Sephia Devi Cantika

Penulis mahasiswi Departemen Statistika FMIPA UNPAD angkatan 2019, asal SMA 6 Kota Tangerang. Aktif dalam organisasi dan memiliki jiwa kewirausahaan melalui pendirian bisnis online shop. Penulis terbiasa bersosialisasi, bertanggung jawab dan dapat diandalkan. Penulis juga *fast learner* yang



berani mencoba hal-hal baru. Pengalaman organisasi sebagai *staff of the marketing communication division*, UNPAD awards 2021, *staff of the event division*, studi pengenalan lingkungan

Statistika UNPAD 2021, *staff of the entrepreneurship department*,
himpunan mahasiswa statistika UNPAD, *staff of the public
relations division*, Statistics day 2020 dan *public relation
freelance*, PT REVOLUSI MILENIAL INDONESIA.

Email: Sephiadevi28@gmail.com