Bab 4
Pengumpulan dan Pengolahan Data

4.1. Pengumpulan Data

4.1.1. Pengumpulan Sekunder

4.1.1.1. Sejarah Perusahaan PT. Jasa Marga (Persero). Tbk

Jasa marga didirikan pada tahun 1978 ketika jalan bebas hambatan pertama yang menghubungkan Jakarta dengan Bogor selesai dibangun. Dengan pertimbangan agar biaya pengoperasian dan pemeliharaan ruas jalan tersebut dapat dilakukan secara mandiri tanpa membebani anggaran pemerintah. Menteri Pekerja Umum ketika itu Ir. Sutami mengusulkan mendirikan sebuah persero untuk mengelola jalan tersebut. Terbitlah peraturan pemerintah No. 4 tahun 1978 tentang penyertaan modal negara Republik Indonesia untuk pendirian persero.

PT. Jasa Marga (Persero) dibentuk pada tanggal 1 Maret 1987 dengan tujuan penyelenggaraan jalan tol di Indonesia. Pada tanggal 9 Maret 1987, Presiden Suharto meresmikan jalan tol tersebut sebagai jalan tol pertama di Indonesia yang diberi nama Jagorawi dengan karyawan 200 orang.

Sejak saat itu, Jasa Marga bersama pemerintah terus membangun jalan-jalan tol baru di wilayah Jabotabek, Bandung, Cirebon, Semarang, Surabaya, dan Medan. Sampai pada akhir tahun 80-an Jasa Marga adalah satu-satunya penyelenggara jalan tol di Indonesia. Hingga kemudian pemerintah pula investor swasta yang berfungsi sebagai regulator menjadi investor jalan tol dari pemerintah. Jasa Marga siap bersaing dengan investor jalan tol swsta dalam membangun, mengoperasikan, dan memelihara jalan tol.

Sejak saat ini Jasa Marga telah berkembang pesat mengoperasikan 491.62 km jalan tol dengan karyawan 5.705 orang. Tahun 2003, Jasa Marga bekerjasama dengan investor dari Malaysia, melalui Net Solution Ltd telah memberikan jasa manajemen mengoperasikan jembatan tol jamuna di Bangladesh selama 5 tahun.

4.1.1.2. Struktur Organisasi PT. Jasa Marga (Persero). Tbk

Struktur organisasi pada perusahaan sangatlah menentukan kelancaran jalannya perusahaan, dimana hubungan antara pimpinan dengan bawahan diatru dengan sebaik-baiknya. Struktur organisasi perusahaan dapat mengatur atau menjelaskan wewenang pekerjaan masing-masing fungsi atau seksi agar tidak terjadi kesalahpahaman pekerjaan. Jadi jelas bahwa struktur organisasi perusahaan merupakan hal yang sangat penting untuk mencapai sistem kerja yang baik.

PT. Jasa Marga (Persero). Tbk Cabang Purbaleunyi merupakan struktur organisasi yang jelas. Tugas dari masing-masing bagian sesuai dengan kedudukannya di dalam perusahaan. adapun struktur orgasisasi PT. Jasa Marga, (Persero). Tbk adalah sebagai berikut:

Struktur Organisasi PT. Jasa Marga (Persero). Tbk

Cabang Purbaleunyi Bandung



Gambar 4.1. Struktur Organisasi PT. Jasa Marga (Persero). Tbk

4.1.1.3. Visi dan Misi Perusahaan

Sebagai sebuah perusahaan pengola jalan tol di Indonesia, PT. Jasa Marga (Persero). Tbk mempunyai visi dan misi yang menjadi landasan berlangsungnya kegiatan perusahaan. adapun visi dan misi tersebut adalah sebagai berikut:

4.1.1.3.1. Visi Perusahaan

1. Menjadi perusahaan modern dalam bidang pembangunan dan pengoperasian jalan tol.
2. Menjadi pemimpin (*leader*) industri jalan tol dengan mengoperasikan mayoritas jalan tol di Indondesia.
3. Memiliki daya saing yang tinggi ditingkat nasional dan regional.

4.1.1.3.2. Misi Perusahaan

Adapun yang menjadi misi dari PT. Jasa Marga (Persero). Tbk adalah:

1. Menambah panjang jalan tol secara berkelanjutan, sehingga perusahaan menguasai paling sedikit 50 % panjang jalan tol di Indonesia dan usaha terkait lainnya.
2. Memaksimalkan pemanfaatan potensi keuangan perusahaan.
3. Meningkatkan mutu dan efisiensi jasa pelayanan tol melalui penggunaan teknologi yang optimal dan penerapan kaidah-kaidah manajemen perusahaan modern dengan tata kelola yang baik.

4.1.1.4. Letak dan Gerbang Tol Pasteur Cabang Purbaleunyi

Salah satu jalan yang menghubungkan arus lalu lintas dari Bandung ke luar Bandung atau sebaliknya adalah jalan tol, sehari-hari disebut Jalan Tol Pasteur. Kendaraan yang menggunakan jalan tol dikenakan biaya yang telah ditentukan. Oleh karena itu, pada jalan tol diadakan tempat-tempat transaksi baik pembayaran maupun pengambilan tiket masuk. Untuk sehari-harinya tempat transaksi disebut sebagai gerbang tol.

Untuk masuk dan keluar jalan Tol Pasteur terdapat beberapa tempat transaksi atau gerbang tol. Penulis melakukan penelitian terhadap salah satu gerbang tol, yaitu

Gerbang Tol Pasteur Cabang Purbaleunyi yang terletak di Plaza Tol Pasteur Jl. Djunjunan No. 257 Bandung.

4.1.1.5. Gerbang dan Gardu

Untuk mempermudah pengelolaan jasa jalan tol, maka setiap gardu ditandai dengan suatu kode nomor. Untuk gardu yang bernomor genap (gardu *exit*) berfungsi sebagai transaksi penyerahan tiket (pembayaran). Gardu yang bernomor ganjil (gardu *entrance*) berfungsi sebagai pengambilan tiket. Sistem penomoran gardu pada gerbang utama adalah sebagai berikut: angka paling besar berada di paling pinggir dari jalan sedangkan ditengah adalah angka paling rendah. Untuk gardu keluar, bila diurutkan dari selatan adalah angka 18, 16, 14, 12, s/d 2, sedangkan untuk gardu masuk, bila diurutkan dari utara 21,19,17,15, s/d 1. Melihat gerbang utama berjumlah 20 (sembilan belas) gardu, namun ada 7 (enam) gardu yang tidak dipergunakan lagi sehingga gardu yang aktif digunakan adalah sebanyak 13 gardu.

4.1.1.6. Sistem Pelayanan

Sistem pembayaran jasa jalan tol adalah Sistem tutup dan sistem terbuka. Pada gerbang tol Pasteur diterapkan sistem tertutup, dimana pengemudi kendaraan yang arah arus lalu lintasnya menuju Bandung, sebelum keluar dari jalan tol Pasteur terlebih dahulu menyerahkan tiket sekaligus menyerahkan uang dengan jumlah tertentu kepada petugas gardu keluar (*exit*). Sedangkan untuk pengemudi yang arah arus lalu lintasnya menuju keluar dari Bandung sebelum masuk jalan tol terlebih dahulu memperoleh tiket tanda masuk (*entrance*).

Setiap lajur lalu lintas pada gerbang tol Pasteur dilayani 1 (satu) gardu. Petugas yang bekerja untuk melayani de gerbang pembayaran adalah satu orang untuk 1 (satu) gardu, dengan demikian petugas yang melakukan transaksi pembayaran adalah sebanyak 8 (tiga belas) orang untuk *Shift* I, 13 (tiga belas) orang juga untuk *Shift* II, sedangkan untuk *Shift* III tidak semua gardu di buka untuk melayani pengemudi kendaraan. Dengan demikian petugas yang bekerja pada *Shift* III

kurang dari 13 (tiga belas) orang, dimana hal ini cukup beralasan mengingat lalu lintas cukup sepi atau tidak padat pada jam-jam tersebut.

Untuk gardu pengambilan (*entrance*) tiket tanda masuk adalah 5 (gardu) gardu, namun gardu ini tidak seperti gardu keluar (*exit*) tidak dilayani seorang petugas sebagaimana yang terdapat pada gardu keluar (*exit*) pada gardu masuk (*entrance*) adalah gardu tanpa orang atau yang disingkat sebagai GTO. Petugas bekerja selama 1 (satu) *Shift* adalah selama 8 (delapa) jam. Jadwal petugas tersebut sudah diatur sedemikian rupa, yakni *Shift* I bekerja dari jam 06.00 s/d 14.00 WIB, *Shift* II bekerja dari jam 14.00 s/d 22.00 WIB dan *Shift* III bekerja dari jam 22.00 s/d 06.00 WIB.

4.1.1.7. Tingkat Keberangkatan Selama 24 Jam

Tingkat keberangkatan dalam kasus gerbang tol Pasteur ini adalah besarnya volume arus lalu lintas yang meninggalkan sistem antrian. Bagi kendaraan yang akan keluar jalan, yakni melalui gardu keluar (*exit*), bahwa kendaraan tersebut terakhir sekali dalam sistem antrian adalah pada saat pengemudi kendaraan tersebut melakukan transaksi pembayaran atau penyerahan tiket.

Tujuan utama dari penelitian ini adalah mengurangi antrian, dan antrian paling banyak terjadi pada saat arus lalu lintas sibuk. Dengan pertimbangan data bulan Februari tahun 2011 tersebut, dimana pengumpulan data ini didapat dari instansi PT. Jasa Marga (Persero). Tbk. Volume lalu lintas dari jam 06.00 s/d 06.00 (24 jam) dan data yang dikumpulkan adalah mulai dari tanggal 1 Februari s/d 28 Februari 2011.

Tanggal/ Jam : 01/02/2011 / 06.00

Durasi (menit) : 1440

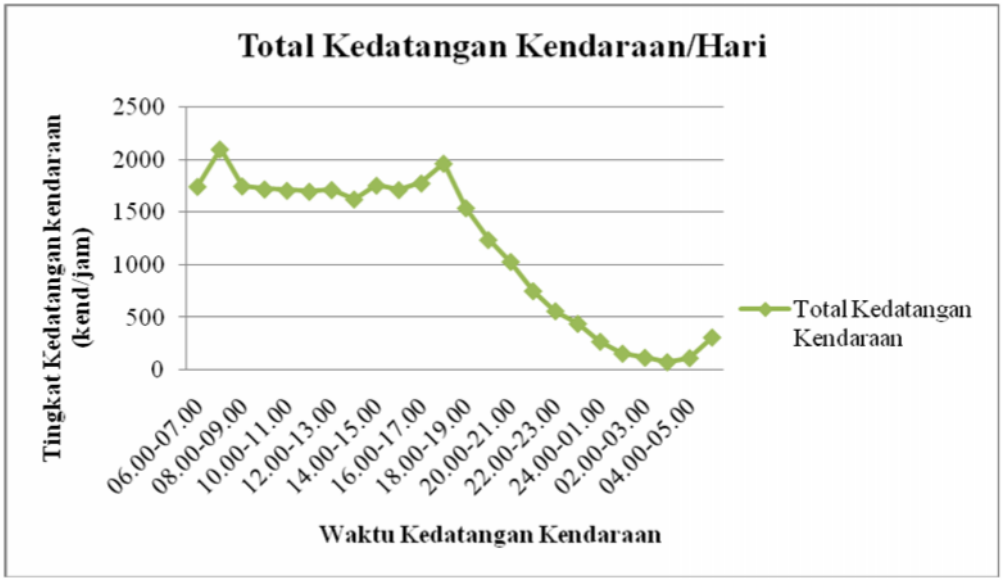
Periode : 60

Golongan : Semua

Tabel 4.1. Tingkat Kedatangan Kendaraan Gerbang Tol *Exit* Selama 24 Jam

Index	***Shift***	**Jam Awal**	**Jam Akhir**	***Exit-2***	***Exit-4***	***Exit-6***	***Exit-8***	***Exit-10***	***Eixt-12***	***Exit-14***	***Exit-16***	**Total Masuk**
1	1	6.00	7.00	291	168	234	293	232	230	255	44	1747
2	1	7.00	8.00	316	251	314	313	291	183	245	189	2102
3	1	8.00	9.00	266	279	291	283	251	213	61	107	1751
4	1	9.00	10.00	254	273	281	284	246	210	147	27	1722
5	1	10.00	11.00	247	273	277	282	237	195	131	68	1710
6	1	11.00	12.00	266	267	280	270	242	136	145	94	1700
7	1	12.00	13.00	252	274	274	276	240	230	104	66	1716
8	1	13.00	14.00	257	267	285	238	226	143	161	50	1627
9	2	14.00	15.00	233	199	187	261	220	257	192	209	1758
10	2	15.00	16.00	247	277	270	251	231	218	79	143	1716
11	2	16.00	17.00	263	267	264	260	257	245	192	31	1779
12	2	17.00	18.00	252	275	273	248	260	253	229	177	1967
13	2	18.00	19.00	223	253	245	243	209	189	71	110	1543
14	2	19.00	20.00	199	246	239	219	186	14	128	10	1241
15	2	20.00	21.00	113	230	100	188	158	113	92	39	1033
16	2	21.00	22.00	163	138	85	14	134	124	47	50	755
17	3	22.00	23.00	116	162	157	129	0	0	0	0	564
18	3	23.00	0.00	46	173	184	41	0	0	0	0	444
19	3	0.00	1.00	108	24	28	114	0	0	0	0	274
20	3	1.00	2.00	73	0	0	88	0	0	0	0	161
21	3	2.00	3.00	60	30	0	31	0	0	0	0	121
22	3	3.00	4.00	0	29	51	0	0	0	0	0	80
23	3	4.00	5.00	0	79	39	0	0	0	0	0	118
24	3	5.00	6.00	37	93	152	24	0	0	8	0	314
Total				**4282**	**4527**	**4510**	**4350**	**3620**	**2953**	**2287**	**1414**	**27943**

Sumber: PT. Jasa Marga (Persero). Tbk Februari 2011



Gambar 4.2. Tingkat Kedatangan Kendaraan Gerbang Tol *Exit*

4.1.2. Pengumpulan data Primer

4.1.2.1. Data Kedatangan Kendaraan

Tabel 4.2. Waktu Kedatangan Kendaraan Per 1 Gardu

Waktu Pelayanan Kendaraan		Kedatangan Kendaraan	
Mulai	**Akhir**	**Gardu 2**	**Gardu 4**
16.00	16.05	22	20
16.05	16.10	24	26
16.10	16.15	23	23
16.15	16.20	23	25
16.20	16.25	23	25
16.25	16.30	24	22
16.30	16.35	22	20
16.35	16.40	22	24
16.40	16.45	21	27
16.45	16.50	25	24
16.50	16.55	25	22
16.55	17.00	25	23
17.00	17.05	20	26
17.05	17.10	25	26
17.10	17.15	20	23
17.15	17.20	21	22
17.20	17.25	20	16
17.25	17.30	17	16
17.30	17.35	18	13
17.35	17.40	20	18
17.40	17.45	21	27
17.50	17.55	16	17
17.55	18.00	16	15

4.1.2.2. Data Waktu Pelayanan Kerdaraan

Tabel 4.3. Waktu Pelayanan Gardu 2 per 30 Kendaraan

No.	Waktu Kedatangan Kendaraan	Waktu Pelayanan Kendaraan (satuan detik)
1	16.00.00	7.30
2	16.00.11	10.00
3	16.01.00	6.60
4	16.02.00	9.60
5	16.02.13	9.60
6	16.02.26	6.40
7	16.02.36	3.50
8	16.02.43	4.90
9	16.03.00	8.00
10	16.03.11	9.80
11	16.03.21	6.40
12	16.04.00	4.50
13	16.04.08	4.70
14	16.04.16	6.10
15	16.04.25	8.20
16	16.05.00	7.00
17	16.05.10	6.80
18	16.05.20	7.10
19	16.05.30	6.40
20	16.05.51	2.80
21	16.06.00	4.60
22	16.06.08	5.60
23	16.06.17	6.60
24	16.06.35	4.50
25	16.06.49	6.10
26	16.07.00	4.00
27	16.07.10	6.70
28	16.07.18	4.50
29	16.07.35	5.20
30	16.07.53	6.60

4.2. Pengolahan Data

4.2.1. Data Gerbang *Exit*

Pengolahan data dilakukan berdasarkan *shift* I, *shift* II, *shift* III yang diberlakukan pada PT. Jasa Marga (Persero). Tbk.

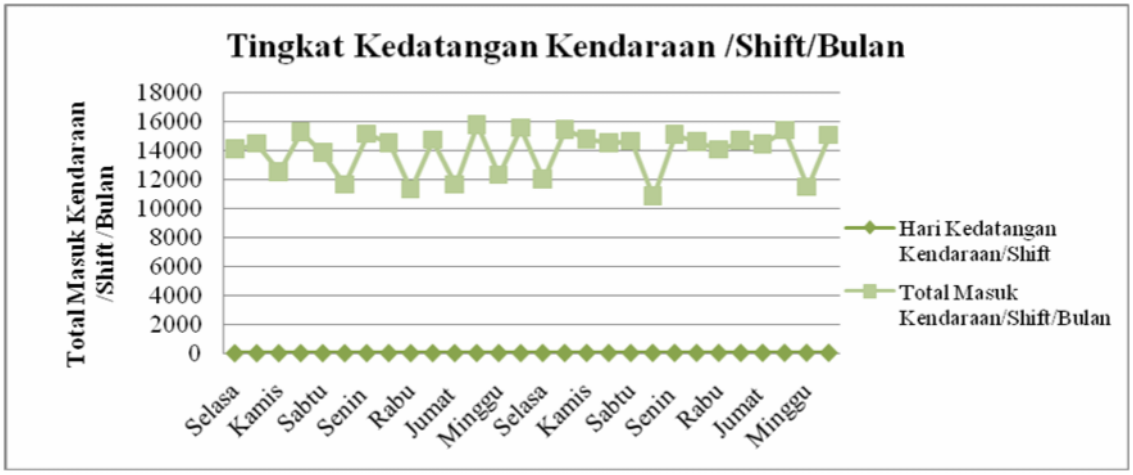
4.2.1.1. Data *Shift* I

4.2.1.1.1. Tingkat Kedatangan Kendaraan

Pola kedatangan kendaraan pada waktu *shift* I dengan uji data. Periode tingkat kedatangan kendaraan adalah 1 (satu) jam, dengan *shift* I dimulai pada jam 06.00-14.00 WIB.

Tabel 4.4. Data Volume Kendaraan Lalin Keluar (*exit*) per Gardu Pasteur Bulan Februari 2011 *Shift* I

Hari	Tgl	Volume Kendaraan								Total
		Exit-2	*Exit*-4	*Exit*-6	*Exit*-8	*Ext*-10	*Exit*-12	*Exit*-14	*Exit*-16	
Selasa	1	2149	2052	2236	2239	1965	1540	1249	645	14075
Rabu	2	2058	2285	2230	2177	1814	1779	1325	806	14474
Kamis	3	1700	1933	1985	1990	1504	1115	1132	1156	12515
Jumat	4	2167	2264	2214	2174	1915	1744	1638	1159	15275
Sabtu	5	2053	2175	2154	2177	1588	1628	1196	851	13822
Minggu	6	1732	1954	1952	1887	1308	1221	898	672	11624
Senin	7	2165	2334	2340	2161	1796	1810	1427	1101	15134
Selasa	8	2156	2332	2317	2285	1609	1714	1346	761	14520
Rabu	9	1768	1957	1805	1937	1534	1240	615	435	11291
Kamis	10	2162	2291	2203	2221	2046	1778	1146	876	14723
Jumat	11	1757	1811	1786	1685	1489	1184	1111	779	11602
Sabtu	12	2129	2124	2095	2183	1962	1968	1799	1528	15788
Minggu	13	1997	1905	1966	1970	1522	1304	852	785	12301
Senin	14	2301	2307	2347	2249	1972	1572	1602	1212	15562
Selasa	15	1816	1990	2000	1639	1597	995	885	1058	11980
Rabu	16	2205	2267	2347	2249	2130	1914	1345	988	15445
Kamis	**17**	2121	2246	2284	2204	1466	1858	1723	859	14761
Jumat	18	2122	2193	2249	2233	1568	1752	1398	997	14512
Sabtu	19	2018	2145	2103	2056	1788	1288	1899	1354	14651
Minggu	20	1777	1970	1935	1830	1135	937	942	277	10803
Senin	21	2222	2355	2093	2173	2065	1493	1689	986	15076
Selasa	22	2106	2313	2194	2259	1760	1691	1141	1121	14585
Rabu	23	2123	2093	1918	1689	1641	1601	1526	1465	14056
Kamis	24	2078	2316	2259	2255	1807	1784	1281	884	14664
Jumat	25	2267	2290	2324	2079	1857	1579	1051	995	14442
Sabtu	26	2098	2217	2117	2233	1587	2013	1683	1427	15375
Minggu	27	1914	1687	1970	1854	1506	870	967	668	11436
Senin	28	2291	2299	2339	2195	1903	1509	1438	1077	15051
Total		**57452**	**60105**	**59762**	**58283**	**47834**	**42881**	**36304**	**26922**	**389543**



Gambar 4.3. Tingkat Kedatangan Kendaraan pada *Shift* I/Jam/Gardu

Uji Keseragaman Distribusi

Tujuan uji kecocokan ini adalah untuk membandingkan frekuensi hasil sebenarnya diamati dengan frekuensi yang diharapkan.

1. Hipotesis

   H_0 = sampel mengikuti distribusi *poisson*

   H_1 = sampel tidak mengikuti distribusi *poisson*

2. Kriteria Penolakan

   H_0 ditolak jika $D_{max} \leq Dn_{\alpha,n}$

3. Uji Statistik

Tabel 4.5. Data Total Gardu *Exit* (Dalam Satuan Ribuan) *Shift* I

Total Masuk Kendaraan *Shift* I/Jam/Gardu	Pembulatan
14.075	15
14.474	15
12.515	13
15.275	16
13.822	14
11.624	12
15.134	16
14.52	15

Tabel Lanjutan 4.5. Data Total Gardu *Exit* (Dalam Satuan Ribuan) *Shift* I

11.291	12
14.723	15
11.602	12
15.788	16
12.301	13
15.562	16
11.98	12
15.445	16
14.761	15
14.512	15
14.651	15
10.803	11
15.076	16
14.585	15
14.056	15
14.664	15
14.442	15
15.375	16
11.436	12
15.051	16
389.543	404

Tabel 4.6. Distribusi Frekuensi Tingkat Kedatangan Kendaraan *Shift* I

xi	fi	fk	fo	fi.xi	Po	Dn
11	1	1	0.036	11	0.075	0.040
12	4	5	0.179	48	0.091	0.088
13	2	7	0.250	26	0.101	0.149
14	2	9	0.321	28	0.105	0.216
15	11	20	0.714	165	0.102	0.613
16	8	28	1.000	128	0.092	0.908
Total	**28**			**406**		

- $\bar{\chi} = \lambda = \dfrac{\sum fi.xi}{\text{fi}}$

  $= \dfrac{\sum 406}{28} = 14.500$

- $fo = \dfrac{fk}{\sum fi}$

  $fo_1 = \dfrac{1}{28} = 0.036$

  $fo_2 = \dfrac{5}{28} = 0.179$

  $fo_3 = \dfrac{7}{28} = 0.250$

- $Po = \dfrac{e^{-\lambda} - \lambda^{x_i}}{x_i!}$

  $P_1 = \dfrac{2.71828^{-14.500}\ \text{x}\, 14.500^{11}}{11!}$

  $P_1 = 0.075$

  $P_2 = \dfrac{2.71828^{-14.500}\ \text{x}\, 14.500^{12}}{12!}$

  $P_2 = 0.091$

  $P_3 = \dfrac{2.71828^{-14.500}\ \text{x}\, 14.500^{13}}{13!}$

  $P_3 = 0.101$

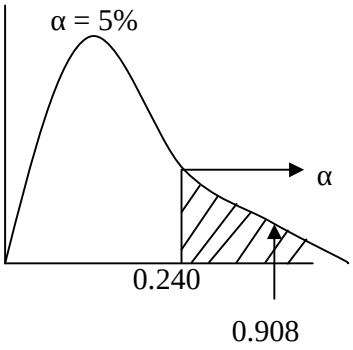
- Dn=| Po-fo|

  Dn= | 0.075-0.036|=0.040

  Dn= | 0.091-0.179|=0.088

  Dn= | 0.101-0.250|=0.149

4. Analisis



Gambar 4.4. Kurva Distribusi Tingkat Kedatangan Kendaraan *Shift* I

5. Kesimpulan

   Dn $_{max}$ = 0.908 ≤ Dn $_{\alpha,n}$ = 0.240 dengan α = 5% maka H_0 diterima atau mengikuti distribusi *poisson.*

Penetuan Rata-rata Jumlah Mobil Per Satuan Waktu (λ)

$$\text{Rata - rata jumlah kendaraan } (\lambda) = \frac{\sum \text{Jumlah kendaraan/ gardu/8 jam/bulan}}{\sum \text{waktu pelayanan kendaraan/ 8 jam/bulan}}$$

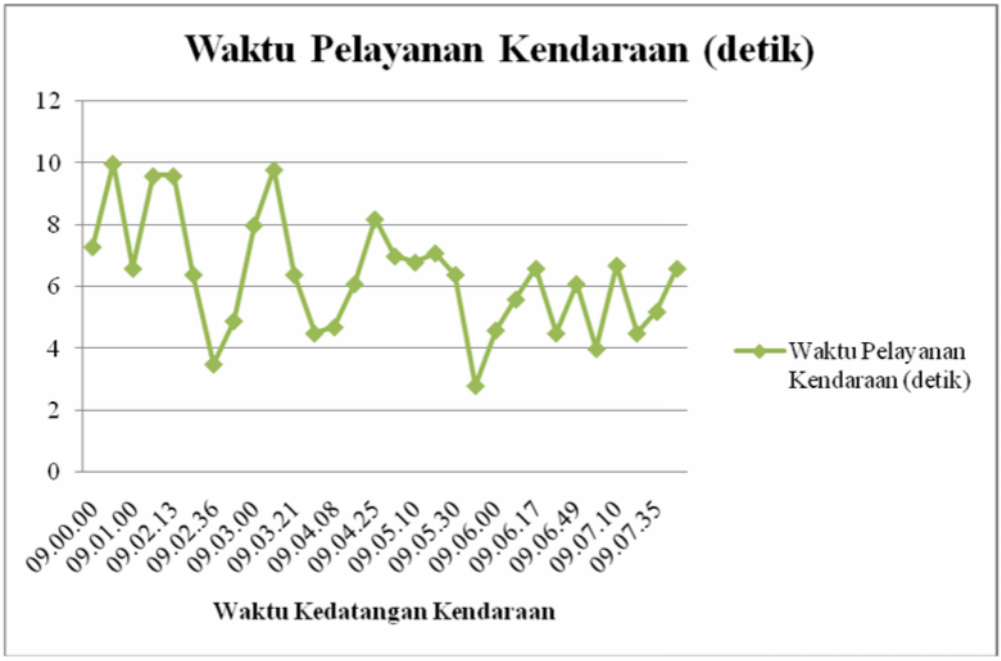
$$= \frac{389543}{28 \text{ x } 8} = 1739 \text{ kendaraan/jam}$$

$$= \frac{1}{1739} = 0.000575 \text{ jam/kendar aan}$$

4.2.1.1.2. Rata-Rata Pelayanan Kendaraan

Tabel 4.7. Data Waktu Pelayanan Kendaraan

No.	Waktu Kedatangan Kendaraan	Waktu Pelayanan Kendaraan (detik)
1	09.00.00	7.30
2	09.00.11	10.00
3	09.01.00	6.60
4	09.02.00	9.60
5	09.02.13	9.60
6	09.02.26	6.40
7	09.02.36	3.50
8	09.02.43	4.90
9	09.03.00	8.00
10	09.03.11	9.80
11	09.03.21	6.40
12	09.04.00	4.50
13	09.04.08	4.70
14	09.04.16	6.10
15	09.04.25	8.20
16	09.05.00	7.00
17	09.05.10	6.80
18	09.05.20	7.10
19	09.05.30	6.40
20	09.05.51	2.80
21	09.06.00	4.60
22	09.06.08	5.60
23	09.06.17	6.60
24	09.06.35	4.50
25	09.06.49	6.10
26	09.07.00	4.00
27	09.07.10	6.70
28	09.07.18	4.50
29	09.07.35	5.20
30	09.07.53	6.60
Total		**190.10**



Gambar 4.5. Plot Data Tingkat Pelayanan Kendaraan *Shift* I

Uji Kesesuaian Distribusi

Sebagaimana uji kecocokan yang telah dilakukan pada kedatangan kendaraan, maka waktu pelayanan kendaraan juga dilakukan uji kecocokan.

1. Hipotesis

   H_0 = sampel mengikuti distribusi *eksponensial*

   H_1 = sampel tidak mengikuti distribusi *eksponensial*

2. Kriteria Penolakan

   H_0 ditolak jika $D_{max} \leq Dn_{\alpha,n}$

3. Uji Statistik

Table 4.8. Distribusi Frekuensi Waktu Pelayanan Kendaraan

xi	f	fk	fi.xi	fo	Po	Dn
2.8	1	1	2.800	0.033	0.998	0.965
3.5	1	2	3.500	0.067	0.998	0.932
4	1	3	4.000	0.100	0.998	0.898
4.5	3	6	13.500	0.200	0.998	0.798
4.6	1	7	4.600	0.233	0.998	0.765

Tabel Lanjutan 4.8. Distribusi Frekuensi Waktu Pelayanan Kendaraan

4.7	1	8	4.700	0.267	0.998	0.732
4.9	1	9	4.900	0.300	0.998	0.698
5.2	1	10	5.200	0.333	0.998	0.665
5.6	1	11	5.600	0.367	0.998	0.632
6.1	2	13	12.200	0.433	0.998	0.565
6.4	3	16	19.200	0.533	0.998	0.465
6.6	3	19	19.800	0.633	0.998	0.365
6.7	1	20	6.700	0.667	0.998	0.332
6.8	1	21	6.800	0.700	0.998	0.298
7	1	22	7.000	0.733	0.998	0.265
7.1	1	23	7.100	0.767	0.998	0.232
7.3	1	24	7.300	0.800	0.998	0.198
8	1	25	8.000	0.833	0.998	0.165
8.2	1	26	8.200	0.867	0.998	0.132
9.6	2	28	19.200	0.933	0.998	0.065
9.8	1	29	9.800	0.967	0.998	0.032
10	1	30	10.000	1.000	0.998	0.002
Total	**30**		**190.100**			

- $\bar{\chi} = \lambda = \dfrac{\sum fi.xi}{\sum \text{fi}}$

  $= \dfrac{190.100}{30} = 6.336$

- $fo = \dfrac{fk}{\sum fi}$

  $fo_1 = \dfrac{1}{30} = 0.033$

  $fo_2 = \dfrac{2}{30} = 0.067$

  $fo_3 = \dfrac{3}{30} = 0.100$

- $Pi = 1 - e^{-\lambda}$

  $P_1 = 1 - 2.91828^{-6.336}$

  $P_1 = 0.998$

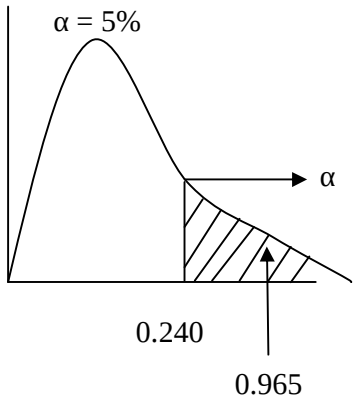
- Dn=| Po-fo|

  Dn= | 0.998-0.033|=0.965

  Dn= | 0.998-0.067|=0.932

  Dn= | 0.998-0.100|=0.898

4. Analisis



Gambar 4.5. Kurva Uji Kesesuaian Distribusi Tingkat Pelayanan Kendaraan *Shift* I

5. Kesimpulan

   Dn $_{max}$ = 0.965 ≤ Dn $_{\alpha,n}$ = 0.240 dengan α = 5% maka H_0 diterima atau mengikuti distribusi *eksponensial.*

Penentuan Rata-rata Waktu Pelayanan Kendaraan

$$\text{Pelayanan Rata-rata } (\mu) = \frac{\sum \text{waktu pelayanan kendaraan/detik}}{\sum \text{Jumlah kendaraan/detik}}$$

$$= \frac{190.100}{30} = 6.337 \text{detik/kendaraan}$$

$$= \frac{1}{6.337} = 0.158 \text{ kendaraan/ detik}$$

$$= 568.8 \approx 569 \text{ kendaraan/jam}$$

Rata-rata waktu pelayanan untuk keluar (*exit*) adalah 569 kendaraan/jam.

Utilitas

$$\rho = \frac{\lambda}{\mu \text{ c}}$$

$$\rho = \frac{1739}{569 \text{ x } 8} = 38.20\%$$

Artinya rata-rata jumlah kendaraan adalah 1739 kendaraan/jam dengan waktu pelayanan 569 kendaraan/jam dan membuka semua gardu yaitu 8 gardu. dan utilitasnya 38.20%.

4.2.1.1.3. Perhitungan Parameter Antrian

Berdasarkan kondisi tersebut, maka model antrian yang digunakan adalah M/M/c/GD/∞/∞. Dengan menggunakan model antrian tersebut diperoleh karakteristik operasi sebagai berikut:

1. Probabilitas tidak ada pelanggan yang menunggu

$$Po = \frac{1}{\sum_{n=0}^{c-1} \frac{\lambda^n}{n!\,\mu^n} + \frac{1}{c!}\left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^c \left\{\frac{c\mu}{c\mu - \lambda}\right\}}$$

$$\text{Po} = \frac{1}{\sum_{n=0}^{8-1} \frac{1739^0}{0!569^0} + \frac{1739^1}{1!569^1} + \frac{1739^2}{2!569^2} + \ldots + \frac{1739^7}{7!569^7} + \frac{1}{8!}\left(\frac{1739}{569}\right)^8 \left\{\frac{8(569)}{8(569) - 1739}\right\}} \text{P}$$

o = 0.0470 = 4.70%

2. Probabilitas ada n pelanggan dalam sistem n ≤ c

$$P_n = \frac{\lambda^n}{n!\,\mu^n} \frac{1}{\sum_{n=0}^{c-1} \frac{\lambda^n}{n!\,\mu^n} + \frac{1}{c!}\left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^c \left\{\frac{c\mu}{c\mu - \lambda}\right\}}$$

$$\text{P}_\text{n} = \frac{1739^7}{7!569^7} \frac{1}{\sum_{\text{n}=0}^{8-1} \frac{1739^0}{0!569^0} + \frac{1739^1}{1!569^1} + \ldots + \frac{1739^7}{7!569^7} + \frac{1}{8!}\left(\frac{1739}{569}\right)^8 \left\{\frac{8(569)}{8(569) - 1739}\right\}}$$

P_n= 0.0232 = 2.32%

3. Ekspektasi jumlah pelanggan dalam antrian (ENq)

$$EN_q = \frac{\lambda^c}{c!\,\mu^c}\frac{\lambda}{c\mu}\frac{1}{\left(1-\frac{\lambda}{c\mu}\right)^2}\frac{1}{\sum_{n=0}^{c-1}\frac{\lambda^n}{n!\,\mu^n}+\frac{1}{c!}\left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^c\left\{\frac{c\mu}{c\mu-\lambda}\right\}}$$

$$\mathrm{EN_q} = \frac{1793^8}{8!569^8}\frac{1739}{8(569)}\frac{1}{\left(1-\frac{1739}{8(569)}\right)^2}\frac{1}{\sum_{n=0}^{8-1}\frac{1739^0}{0!569^0}+\ldots+\frac{1739^7}{7!569^7}+\frac{1}{8!}\left(\frac{1739}{569}\right)^8\left\{\frac{8(1739)}{8(569)-569}\right\}}$$

ENq= 0.00887 kendaraan/jam

4. Ekspektasi waktu rata-rata pelanggan dalam antrian (EYq)

$$EY_q = \frac{\lambda^c}{c!\,\mu^c}\frac{\lambda}{c\mu}\frac{1}{\left(1-\frac{\lambda}{c\mu}\right)^2}\frac{1}{\sum_{n=0}^{c-1}\frac{\lambda^n}{n!\,\mu^n}+\frac{1}{c!}\left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^c\left\{\frac{c\mu}{c\mu-\lambda}\right\}}$$

$$\mathrm{E\,Y_q} = \frac{1793^8}{8!569^8}\frac{1739}{8(569)}\frac{1}{\left(1-\frac{1739}{8(569)}\right)^2}\frac{1}{\sum_{n=0}^{8-1}\frac{1739^0}{0!569^0}+\ldots+\frac{1739^7}{7!569^7}+\frac{1}{8!}\left(\frac{1739}{569}\right)^8\left\{\frac{8(1739)}{8(569)-569}\right\}}$$

EYq = 0.00887 jam/kendaraan

5. Ekspektasi waktu rata-rata pelanggan dalam dalam sistem (EY)

$$\mathrm{EY} = \mathrm{Ey_q} + \frac{1}{\mu}$$

6. $$\mathrm{EY} = 0.00887 + \frac{1}{569}$$

EY = 0.0106 jam/kendaraan

6. Ekspetasi Jumlah Konsumen dalam sistem (EN)

EN = λ.EY

EN = 1739 (0.0106) = 18.494 kendaraan/jam

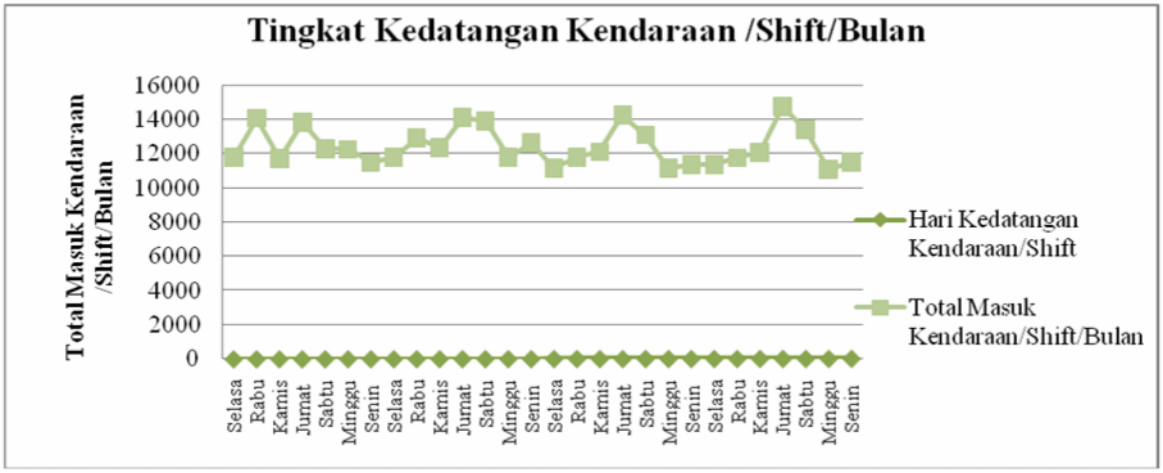
4.2.1.2. Data *Shift* II

4.2.1.2.1. Tingkat Kedatangan Kendaraan

Pola kedatangan pada waktu *Shift* II dengan uji data. Periode tingkat kedatangan kendaraan adalah 1 (satu) jam dengan *Shift* II dimulai pada jam 14.00-22.00 WIB.

Tabel 4.9. Data Volume Lalin Keluar (*Exit*) per Gardu Cabang Pasteur Bulan Februari 2011 *Shift* II

Hari	Tgl	Volume Kendaraan								Total
		Exit-2	*Exit*-4	*Exit*-6	*Exit*-8	*Ext*-10	*Exit*-12	*Exit*-14	*Exit*-16	
Selasa	1	1693	1885	1663	1684	1655	1413	1030	769	11792
Rabu	2	2017	2071	1901	2082	1794	1587	1447	1165	14064
Kamis	3	1935	1987	1760	1850	1571	1116	911	591	11721
Jumat	4	2082	2060	1805	1909	1825	1892	1269	993	13835
Sabtu	5	1908	2032	2006	1899	1370	1183	1089	775	12262
Minggu	6	1941	1842	1975	1968	1569	1412	1407	133	12247
Senin	7	1625	1818	1626	1839	1530	1086	1002	945	11471
Selasa	8	1767	1853	1827	1836	1419	1274	1073	725	11774
Rabu	9	1877	2165	1843	1881	1463	1355	1391	920	12895
Kamis	10	1855	1981	1922	1816	1566	1572	1251	362	12325
Jumat	11	2137	1930	1894	1972	1940	1662	1352	1208	14095
Sabtu	12	2016	1976	2022	2076	1815	1780	1254	931	13870
Minggu	13	1897	1916	1853	1863	1689	1370	1178	0	11766
Senin	14	1905	1841	1940	1681	1430	1465	1205	1179	12646
Selasa	15	1846	2012	1788	1774	1078	988	986	664	11136
Rabu	16	1796	1857	1906	1868	1163	1424	1140	651	11805
Kamis	**17**	1962	1931	1774	1829	1277	1290	1214	825	12102
Jumat	18	2113	1886	2003	1908	1777	1555	1822	1176	14240
Sabtu	19	1802	2103	1948	2104	1833	1768	1265	259	13082
Minggu	20	1824	1863	1909	1842	1381	1406	912	0	11137
Senin	21	1833	1963	1820	1776	1168	1084	897	828	11369
Selasa	22	1845	1903	1937	1760	1157	1061	1023	678	11364
Rabu	23	1752	2088	1762	1872	1147	1217	1260	644	11742
Kamis	24	1859	1978	1854	1804	1636	1029	1233	648	12041
Jumat	25	2162	2002	1959	1871	1908	1931	1424	1485	14742
Sabtu	26	1917	1958	1950	2114	1514	1462	1409	1086	13410
Minggu	27	2032	2068	1791	1609	1192	1122	1255	0	11069
Senin	28	1853	1917	1722	1705	1525	1299	820	663	11504
Total		**53251**	**54886**	**52160**	**52192**	**42392**	**38803**	**33519**	**20303**	**347506**



Gambar 4.6. Plot Data Tingkat Kedatangan Kendaraan *Shift* II

1. Hipotesis

   H_0 = sampel mengikuti distribusi *poisson*

   H_1 = sampel tidak mengikuti distribusi *poisson*

2. Kriteria Penolakan

   H_0 ditolak $D_{max} \leq Dn_{\alpha,n}$

3. Uji Statistik

Tabel 4.10. Total Data *Exit* Pada Saat Jam kerja *Shift* II Per Gardu

Total Masuk Kendaraan *Shift* I/Jam/Gardu	**Pembulatan**
11.792	12
14.064	15
11.721	12
13.835	14
12.262	13
12.247	13
11.471	12
11.774	12
12.895	13
12.325	13
14.095	15
13.87	14
11.766	12
12.646	13
11.136	12
11.805	12

Tabel Lanjutan 4.10. Total Data *Exit* Pada Saat Jam kerja *Shift* II Per Gardu

12.102	13
14.24	15
13.082	14
11.137	12
11.369	12
11.364	12
11.742	12
12.041	13
14.742	15
13.41	14
11.069	12
11.504	12
347.506	**363**

Tabel 4.11. Distribusi Frekuensi Tingkat Kedatangan Kendaraan *Shift* II

xi	fi	fk	fo	fi.xi	Po	Dn
12	13	13	0.464	156	0.110	0.354
13	7	20	0.714	91	0.110	0.604
14	4	24	0.857	56	0.102	0.755
15	4	28	1.000	60	0.088	0.912
Total	**28**			**363**		

- $\bar{\chi} = \lambda = \dfrac{\sum fi.xi}{\text{fi}}$

$$= \frac{\sum 363}{28} = 12.964$$

- $fo = \dfrac{fk}{\sum fi}$

$$fo_1 = \frac{13}{28} = 0.464$$

$$fo_2 = \frac{20}{28} = 0.714$$

$$fo_3 = \frac{24}{28} = 0.857$$

- $Po = \frac{e^{-\lambda} - \lambda^{x_i}}{x_i!}$

  $P_1 = \frac{2.71828^{-12.964} \text{ x } 12.964^{12}}{12!}$

  $P_1 = 0.110$

  $P_2 = \frac{2.71828^{-12.964} \text{ x } 12.964^{13}}{13!}$

  $P_2 = 0.110$

  $P_3 = \frac{2.71828^{-12.964} \text{ x } 12.964^{14}}{14!}$

  $P_3 = 0.102$

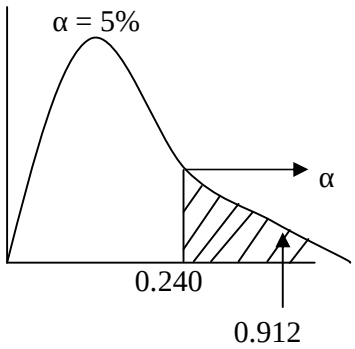
- Dn=| Po-fo|

  Dn= | 0.110-0.464|=0.354

  Dn= | 0.110-0.714|=0.604

  Dn= | 0.102-0.857|=0.755

4. Analisis



Gambar 4.7. Kurva Uji Kesesuaian Distribusi Tingkat Kedatangan Kendaraan *Shift* II

5. Kesimpulan

   Dn $_{max}$ = 0.912 ≤ Dn $_{\alpha,n}$ = 0.240 dengan α = 5% maka H_0 diterima atau mengikuti distribusi *poisson.*

Penentuan Rata-rata Jumlah Mobil Per Satuan Waktu (λ)

$$\text{Rata - rata jumlah kendaraan } (\lambda) = \frac{\sum \text{waktu pelayanan kendaraan/8 jam/bulan hari}}{\sum \text{Jumlah kendaraan/8 jam/bulan}}$$

$$= \frac{347506}{28 \text{ x } 8} = 1551 \text{ kendaraan/jam}$$

$$= \frac{1}{1551} = 0.430 \text{ detik/kend araan}$$

4.2.1.2.2. Rata-rata Pelayanan Kendaraan

Tabel 4.12. Data Waktu Pelayanan Kendaraan

No.	Waktu Kedatangan Kendaraan	Waktu Pelayanan Kendaraan(detik)
1	16.00.00	7.30
2	16.00.11	10.00
3	16.01.00	6.60
4	16.02.00	9.60
5	16.02.13	9.60
6	16.02.26	6.40
7	16.02.36	3.50
8	16.02.43	4.90
9	16.03.00	8.00
10	16.03.11	9.80
11	16.03.21	6.40
12	16.04.00	4.50
13	16.04.08	4.70
14	16.04.16	6.10
15	16.04.25	8.20
16	16.05.00	7.00
17	16.05.10	6.80
18	16.05.20	7.10
19	16.05.30	6.40
20	16.05.51	2.80
21	16.06.00	4.60
22	16.06.08	5.60
23	16.06.17	6.60
24	16.06.35	4.50
25	16.06.49	6.10

Tabel Lanjutan 4.12. Data Waktu Pelayanan Kendaraan

26	16.07.00	4.00
27	16.07.10	6.70
28	16.07.18	4.50
29	16.07.35	5.20
30	16.07.53	6.60
Total		**190.10**

Uji Kesesuaian Distribusi

Sebagaimana uji kecocokan yang telah dilakukan pada kedatangan kendaraan, maka waktu pelayanan juga dilakukan uji kecocokan.

1. Hipotesis

   H_0 = sampel mengikuti distribusi *eksponensial*

   H_1 = sampel tidak mengikuti distribusi *eksponensial*

2. Kriteria Penolakan

   H_0 ditolak jika $D_{max} \leq Dn_{\alpha,n}$

3. Uji Statistik

Table 4.13. Distribusi Frekuensi Waktu pelayanan Kendaraan *Shift* II

Xi	f	fk	fi.xi	fo	Po	Dn
2.8	1	1	2.800	0.033	0.998	0.965
3.5	1	2	3.500	0.067	0.998	0.932
4	1	3	4.000	0.100	0.998	0.898
4.5	3	6	13.500	0.200	0.998	0.798
4.6	1	7	4.600	0.233	0.998	0.765
4.7	1	8	4.700	0.267	0.998	0.732
4.9	1	9	4.900	0.300	0.998	0.698
5.2	1	10	5.200	0.333	0.998	0.665
5.6	1	11	5.600	0.367	0.998	0.632
6.1	2	13	12.200	0.433	0.998	0.565
6.4	3	16	19.200	0.533	0.998	0.465
6.6	3	19	19.800	0.633	0.998	0.365
6.7	1	20	6.700	0.667	0.998	0.332
6.8	1	21	6.800	0.700	0.998	0.298
7	1	22	7.000	0.733	0.998	0.265

Tabel Lanjutan 4.12. Data Waktu Pelayanan Kendaraan

7.1	1	23	7.100	0.767	0.998	0.232
7.3	1	24	7.300	0.800	0.998	0.198
8	1	25	8.000	0.833	0.998	0.165
8.2	1	26	8.200	0.867	0.998	0.132
9.6	2	28	19.200	0.933	0.998	0.065
9.8	1	29	9.800	0.967	0.998	0.032
10	1	30	10.000	1.000	0.998	0.002
Total	**30**		**190.100**			

- $\bar{\chi} = \lambda = \frac{\sum fi.xi}{\sum \text{fi}}$

  $= \frac{190.100}{30} = 6.336$

- $fo = \frac{fk}{\sum fi}$

  $fo_1 = \frac{1}{30} = 0.033$

  $fo_2 = \frac{2}{30} = 0.067$

  $fo_3 = \frac{3}{30} = 0.100$

- $Pi = 1 - e^{-\lambda}$

  $P_1 = 1 - 2.71828^{-6.336}$

  $P_1 = 0.998$

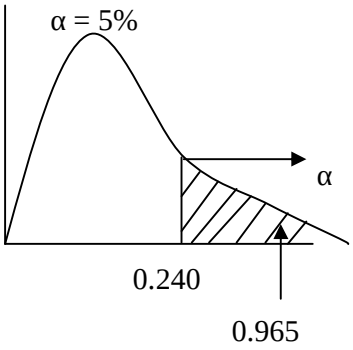
- Dn=| Po-fo|

  Dn= | 0.998-0.033|=0.965

  Dn= | 0.998-0.067|=0.932

  Dn= | 0.998-0.100|=0.898

4. Analisis



Gambar 4.8. Kurva Uji Kesesuaian Distribusi Waktu Pelayanan Kendaraan *Shift* II

5. Kesimpulan

   $Dn_{max} = 0.965 \leq Dn_{tabel} = 0.240$ dengan $\alpha = 5\%$ maka H_0 diterima atau mengikuti distribusi *eksponensial.*

Penentuan Rata-rata Waktu Pelayanan Kendaraan

$$\text{Pelayanan Rata-rata } (\mu) = \frac{\sum \text{waktu pelayanan kendaraan/detik}}{\sum \text{Jumlah kendaraan/detik}}$$

$$= \frac{190.100}{30} = 6.337 \text{ detik/kendaraan}$$

$$= \frac{1}{6.337} = 0.158 \text{ kendaraan/ detik}$$

$$= 568.8 \approx 569 \text{ kendaraan/jam}$$

Rata-rata waktu pelayanan untuk keluar (*exit*) adalah 6.337 detik/kendaraan

Utilitas

$$\rho = \frac{1551}{569 \text{ x } 8} = 34.072\%$$

Artinya rata-rata jumlah kendaraan adalah 1551 kendaraan/detik dengan waktu pelayanan 6.337 detik/kendaraan dan membuka semua gardu yaitu 8 gardu. Dan utilitas yang di peroleh adalah sebesar 34.072% .

4.2.2.1.3. Perhitungan Parameter Antrian

Berdasarkan kondisi tersebut, maka model antrian yang digunakan adalah M/M/c/GD/∞/∞. Dengan menggunakan model antrian tersebut diperoleh karakteristik operasi sebagai berikut:

1. Probabilitas tidak ada pelanggan yang menunggu

$$Po = \frac{1}{\sum_{n=0}^{c-1} \frac{\lambda^n}{n!\,\mu^n} + \frac{1}{c!}\left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^c \left\{\frac{c\mu}{c\mu - \lambda}\right\}}$$

$$\text{Po} = \frac{1}{\sum_{n=0}^{8-1} \frac{1551^0}{0!569^0} + \frac{1551^1}{1!569^1} + \frac{1551^2}{2!569^2} + \ldots + \frac{1551^7}{7!569^7} + \frac{1}{8!}\left(\frac{1551}{569}\right)^8 \left\{\frac{8(569)}{8(569) - 1551}\right\}} \text{P}$$

o = 0.0654 ≈6.54%

2. Probabilitas ada n pelanggan dalam sistem n ≤ c

$$P_n = \frac{\lambda^n}{n!\,\mu^n} \frac{1}{\sum_{n=0}^{c-1} \frac{\lambda^n}{n!\,\mu^n} + \frac{1}{c!}\left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^c \left\{\frac{c\mu}{c\mu - \lambda}\right\}}$$

$$\text{P}_\text{n} = \frac{1551^7}{7!569^7} \frac{1}{\sum_{n=0}^{8-1} \frac{1551^0}{0!569^0} + \ldots + \frac{1551^7}{7!569^7} + \frac{1}{8!}\left(\frac{1551}{569}\right)^8 \left\{\frac{8(569)}{8(569) - 1551}\right\}}$$

P_n= 0.0145= 1.45%

3. Ekspektasi jumlah pelanggan dalam antrian (ENq)

$$EN_q = \frac{\lambda^c}{c!\,\mu^c} \frac{\lambda}{c\mu} \frac{1}{\left(1 - \frac{\lambda}{c\mu}\right)^2} \frac{1}{\sum_{n=0}^{c-1} \frac{\lambda^n}{n!\,\mu^n} + \frac{1}{c!}\left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^c \left\{\frac{c\mu}{c\mu - \lambda}\right\}}$$

$$\text{EN}_\text{q} = \frac{1551^8}{8!569^8} \frac{1551}{8(569)} \frac{1}{\left(1 - \frac{1551}{8(569)}\right)^2} \frac{1}{\sum_{n=0}^{8-1} \frac{1551^0}{0!569^0} + \ldots + \frac{1551^7}{7!569^7} + \frac{1}{8!}\left(\frac{1551}{569}\right)^8 \left\{\frac{8(569)}{8(569) - 1551}\right\}}$$

ENq= 0.00387 kendaraan/jam

4. Ekspektasi waktu rata-rata pelanggan dalam antrian (EYq)

$$EY_q = \frac{\lambda^c}{c!\,\mu^c}\,\frac{1}{c\mu}\,\frac{1}{\left(1-\frac{\lambda}{c\mu}\right)^2}\,\frac{1}{\sum_{n=0}^{c-1}\frac{\lambda^n}{n!\,\mu^n}+\frac{1}{c!}\left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^c\left\{\frac{c\mu}{c\mu-\lambda}\right\}}$$

$$EY_q = \frac{1551^8}{8!\,569^8}\,\frac{1551}{8(569)}\,\frac{1}{\left(1-\frac{1551}{8(569)}\right)^2}\,\frac{1}{\sum_{n=0}^{8-1}\frac{1551^0}{0!\,569^0}+\ldots+\frac{1551^7}{7!\,569^7}+\frac{1}{8!}\left(\frac{1551}{569}\right)^8\left\{\frac{8(569)}{8(569)-1551}\right\}}$$

EYq = 0.00387 jam/kendaraan

5. Ekspektasi waktu rata-rata pelanggan dalam dalam system (EY)

$$EY = Ey_q + \frac{1}{\mu}$$

$$EY = 0.00387 \text{ x } \frac{1}{569}$$

EY = 0.00513 jam /kendaraan

6. Ekspetasi Jumlah Konsumen dalam sistem (EN)

EN = λ.EY

EN = 1551 (0.00513)=8.732 kendaraan/jam

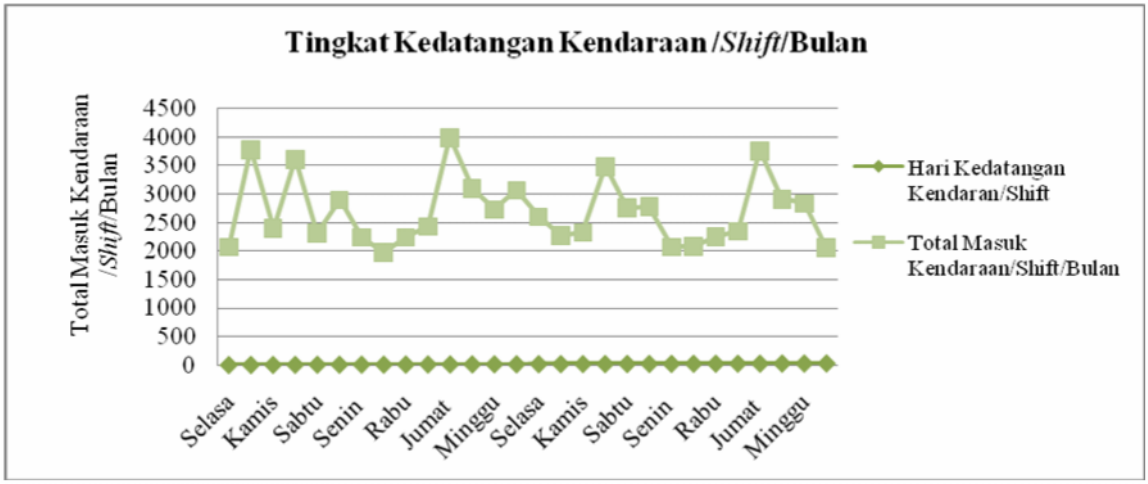
4.2.1.3. Data *Shift* III

4.2.1.3.1. Tingkat Kedatangan Kendaraan

Pola kedatangan pada waktu *shift* III dengan uji data. Periode tingkat kedatangan kendaraan adalah 1 (satu) jam dengan *shift* III dimulai pada jam 22.00-06.00 WIB

Tabel 4.14. Data Volume Lalin Keluar (*Exit*) per Gardu Cabang Pasteur Bulan Februari 2011 *Shift* III

Hari	Tgl	Volume Kendaraan								Total
		Exit-2	*Exit*-4	*Exit*-6	*Exit*-8	*Ext*-10	*Exit*-12	*Exit*-14	*Exit*-16	
Selasa	1	440	590	611	427	0	0	8	0	2076
Rabu	2	618	728	1005	892	543	0	0	0	3786
Kamis	3	532	533	568	423	311	12	14	6	2399
Jumat	4	600	727	860	742	658	25	0	0	3612
Sabtu	5	432	734	611	510	28	2	0	0	2317
Minggu	6	593	787	744	759	0	23	0	0	2906
Senin	7	501	629	607	507	0	0	0	0	2244
Selasa	8	386	634	575	378	0	0	0	1	1974
Rabu	9	417	540	614	631	0	20	24	0	2246
Kamis	10	630	574	623	606	0	0	0	0	2433
Jumat	11	692	821	876	837	735	0	21	18	4000
Sabtu	12	613	848	830	808	0	0	0	0	3099
Minggu	13	654	668	764	623	0	0	28	0	2737
Senin	14	749	572	734	624	363	0	15	15	3072
Selasa	15	631	654	634	682	0	0	0	0	2601
Rabu	16	547	577	599	550	0	0	0	0	2273
Kamis	**17**	502	546	668	608	0	5	0	0	2329
Jumat	18	723	718	722	777	542	0	4	0	3486
Sabtu	19	602	702	775	681	4	0	0	0	2764
Minggu	20	627	791	754	613	0	0	0	0	2785
Senin	21	485	508	593	470	7	14	0	0	2077
Selasa	22	414	578	573	514	0	4	0	0	2083
Rabu	23	448	625	635	540	0	0	6	0	2254
Kamis	24	530	656	564	599	0	3	0	0	2352
Jumat	25	639	852	760	799	646	36	29	0	3761
Sabtu	26	655	766	772	712	0	0	12	0	2917
Minggu	27	629	679	912	556	20	23	20	0	2839
Senin	28	537	608	494	407	13	0	0	0	2059
Total		**15826**	**18645**	**19477**	**17275**	**3870**	**167**	**181**	**40**	**75481**



Gambar 4.9. Plot Data Tingkat Kedatangan Kendaraan *Shift* III

1. Hipotesis

   H_0 = sampel mengikuti distribusi *poisson*

   H_1 = sampel tidak mengikuti distribusi *poisson*

2. Kriteria Penolakan

   H_0 ditolak $D_{max} \leq Dn_{\alpha,n}$

3. Uji Statistik

Tabel 4.15. Total Data *Exit* Pada Saat Jam kerja *Shift* III Per Gardu

Total Masuk Kendaraan *Shift* III/Jam/Gardu	**Pembulatan**
2.076	3
3.786	4
2.399	3
3.612	4
2.317	3
2.906	3
2.244	3
1.974	2
2.246	3
2.433	3
4.000	4
3.099	4
2.737	3
3.072	4
2.601	3
2.273	3
2.329	3

Tabel Lanjutan 4.15. Total Data *Exit* Pada Saat Jam kerja *Shift* III Per Gardu

3.486	4
2.764	3
2.785	3
2.077	3
2.083	3
2.254	3
2.352	3
3.761	4
2.917	3
2.839	3
2.059	3
75.481	90

Tabel 4.16. Distribusi Frekuensi Tingkat Kedatangan Kendaraan

xi	fi	fk	fo	fi.xi	Po	Dn
2	1	1	0.036	2	0.208	0.172
3	20	21	0.750	60	0.222	0.528
4	7	28	1.000	28	0.179	0.821
Total	**28**			**90**		

- $\bar{\chi} = \lambda = \dfrac{\sum fi.xi}{\text{fi}}$

$$= \frac{\sum 90}{28} = 3.214$$

- $fo = \dfrac{fk}{\sum fi}$

$$fo_1 = \frac{1}{28} = 0.036$$

$$fo_2 = \frac{21}{28} = 0.750$$

$$fo_3 = \frac{28}{28} = 1.000$$

$$Po = \frac{e^{-\lambda} - \lambda^{x_i}}{x_i!}$$

$$P_1 = \frac{2.71828^{-3.214} \text{ x } 3.214^2}{2!}$$

$$P_1 = 0.208$$

$$P_2 = \frac{2.71828^{-3.214} \text{ x } 3.214^3}{3!}$$

$$P_2 = 0.222$$

$$P_3 = \frac{2.71828^{-3.214} \text{ x } 3.214^4}{4!}$$

$$P_3 = 0.179$$

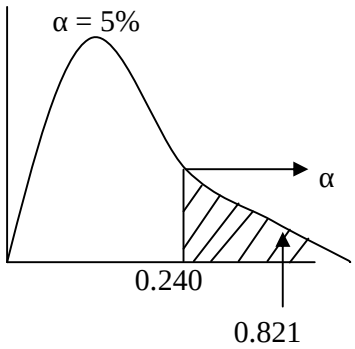
- Dn=| Po-fo|

  Dn= | 0.208-0.036|=0.172

  Dn= | 0.222-0.750|=0.528

  Dn= | 0.179-1.000|=0.821

4. Analisis



Gambar 4.10. Kurva Uji Kesesuaian Distribusi Tingkat Kedatangan Kendaraan *Shift* III

5. Kesimpulan

   Dn $_{max}$ = 0.821 ≤ Dn $_{\alpha,n}$ = 0.240 dengan α = 5% maka H_0 diterima atau mengikuti distribusi *poisson.*

Penentuan Rata-rata Jumlah Mobil per Satuan Waktu (λ)

$$\text{Rata - rata jumlah kendaraan } (\lambda) = \frac{\sum \text{Jumlah kendaraan/8 jam/bulan}}{\sum \text{waktu pelayanan kendaraan/8 jam/bulan hari}}$$

$$= \frac{75481}{28 \text{ x } 8} = 336.968 \approx 337 \text{ jam/kendaraan}$$

4.2.1.3.1. Rata-rata Pelayanan Kendaraan

Tabel 4.17. Data Waktu Pelayanan Kendaraan

No.	Waktu Kedatangan Kendaraan	Waktu Pelayanan Kendaraan(detik)
1	22.00.00	7.30
2	22.00.11	10.00
3	22.01.00	6.60
4	22.02.00	9.60
5	22.02.13	9.60
6	22.02.26	6.40
7	22.02.36	3.50
8	22.02.43	4.90
9	22.03.00	8.00
10	22.03.11	9.80
11	22.03.21	6.40
12	22.04.00	4.50
13	22.04.08	4.70
14	22.04.16	6.10
15	22.04.25	8.20
16	22.05.00	7.00
17	22.05.10	6.80
18	22.05.20	7.10
19	22.05.30	6.40
20	22.05.51	2.80
21	22.06.00	4.60
22	22.06.08	5.60
23	22.06.17	6.60
24	22.06.35	4.50
25	22.06.49	6.10
26	22.07.00	4.00
27	22.07.10	6.70

Tabel Lanjutan 4.17. Data Waktu Pelayanan Kendaraan

28	22.07.18	4.50
29	22.07.35	5.20
30	22.07.53	6.60
Total		**190.10**

Uji Kesesuaian Distribusi

Sebagaimana uji kecocokan yang telah dilakukan pada kedatangan kendaraan, maka waktu pelayanan juga dilakukan uji kecocokan.

1. Hipotesis

   H_0 = sampel mengikuti distribusi *eksponensial*

   H_1 = sampel tidak mengikuti distribusi *eksponensial*

2. Kriteria Penolakan

   H_0 ditolak jika $D_{max} \leq Dn_{\alpha,n}$

3. Uji Statistik

Table 4.18. Distribusi Frekuensi Waktu Pelayanan Kendaraan

Xi	f	fk	fi.xi	fo	Po	Dn
2.8	1	1	2.800	0.033	0.998	0.965
3.5	1	2	3.500	0.067	0.998	0.932
4	1	3	4.000	0.100	0.998	0.898
4.5	3	6	13.500	0.200	0.998	0.798
4.6	1	7	4.600	0.233	0.998	0.765
4.7	1	8	4.700	0.267	0.998	0.732
4.9	1	9	4.900	0.300	0.998	0.698
5.2	1	10	5.200	0.333	0.998	0.665
5.6	1	11	5.600	0.367	0.998	0.632
6.1	2	13	12.200	0.433	0.998	0.565
6.4	3	16	19.200	0.533	0.998	0.465
6.6	3	19	19.800	0.633	0.998	0.365
6.7	1	20	6.700	0.667	0.998	0.332
6.8	1	21	6.800	0.700	0.998	0.298
7	1	22	7.000	0.733	0.998	0.265
7.1	1	23	7.100	0.767	0.998	0.232
7.3	1	24	7.300	0.800	0.998	0.198

Tabel Lanjutan 4.18. Distribusi Frekuensi Waktu Pelayanan Kendaraan

8	1	25	8.000	0.833	0.998	0.165
8.2	1	26	8.200	0.867	0.998	0.132
9.6	2	28	19.200	0.933	0.998	0.065
9.8	1	29	9.800	0.967	0.998	0.032
10	1	30	10.000	1.000	0.998	0.002
Total	**30**		**190.100**			

- $\bar{\chi} = \lambda = \frac{\sum fi.xi}{\sum \text{fi}}$

  $= \frac{190.100}{30} = 6.336$

- $fo = \frac{fk}{\sum fi}$

  $fo_1 = \frac{1}{30} = 0.033$

  $fo_2 = \frac{2}{30} = 0.067$

  $fo_3 = \frac{3}{30} = 0.100$

- $Pi = 1 - e^{-\lambda}$

  $P_1 = 1 - 2.71828^{-6.336}$

  $P_1 = 0.998$

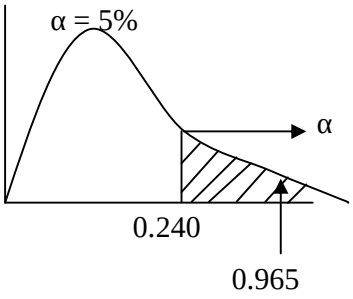
- Dn=| Po-fo|

  Dn= | 0.998-0.033|=0.965

  Dn= | 0.998-0.067|=0.932

  Dn= | 0.998-0.100|=0.898

4. Analisis



Gambar 4.11. Kurva Uji Kesesuaian Waktu Pelayanan Kendaraan *Shift* III

5. Kesimpulan

   Dn $_{max}$ = 0.965 ≤ Dn $_{tabel}$ = 0.240 dengan α = 5% maka H_0 diterima atau mengikuti distribusi *eksponensial.*

Penentuan Rata-rata Waktu Pelayanan Kendaraan

$$\text{PelayananRata-rata}(\mu) = \frac{\sum \text{waktu pelayanankendaraan/detik}}{\sum \text{Jumlah kendaraan/detik}}$$

$$= \frac{190.100}{30} = 6.337 \text{ detik/kendaraan}$$

$$= \frac{1}{6.337} = 0.158 \text{ kendaraan/ detik}$$

$$= 0.158 \text{ x } 3600 = 568.8 \approx 569 \text{ kendaraan/jam}$$

Rata-rata waktu pelayanan untuk *exit* adalah 569 kendaraan/jam.

Utilitas

$$\rho = \frac{337}{569 \text{ x } 8} = 7.403\%$$

Artinya rata-rata jumlah kendaraan adalah 337 kendaraan/jam dengan waktu pelayanan 569 kendaraan/jam dan membuka semua gardu yaitu 8 gardu. Dan utilitas yang di peroleh adalah sebesar 7.403%.

4.2.1.3.3. Perhitungan Parameter Antrian

Berdasarkan kondisi tersebut, maka model antrian yang digunakan adalah M/M/c/GD/∞/∞. Dengan menggunakan model antrian tersebut diperoleh karakteristik operasi sebagai berikut:

1. Probabilitas tidak ada pelanggan yang menunggu

$$Po = \frac{1}{\sum_{n=0}^{c-1} \frac{\lambda^n}{n!\,\mu^n} + \frac{1}{c!}\left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^c \left\{\frac{c\mu}{c\mu-\lambda}\right\}}$$

$$\text{Po} = \frac{1}{\sum_{n=0}^{8-1} \frac{337^0}{0!569^0} + \frac{337^1}{1!569^1} + \frac{337^2}{2!569^2} + \ldots + \frac{337^7}{7!569^7} + \frac{1}{8!}\left(\frac{337}{569}\right)^8 \left\{\frac{8(569)}{8(569)-337}\right\}}$$

Po = 0.553≈55.30%

2. Probabilitas ada n pelanggan dalam sistem n ≤ c

$$P_n = \frac{\lambda^n}{n!\,\mu^n} \frac{1}{\sum_{n=0}^{c-1} \frac{\lambda^n}{n!\,\mu^n} + \frac{1}{c!}\left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^c \left\{\frac{c\mu}{c\mu-\lambda}\right\}}$$

$$\text{P}_\text{n} = \frac{337^{\,7}}{7!569^7} \frac{1}{\sum_{n=0}^{8-1} \frac{337^{\,0}}{0!569^0} + \ldots + \frac{337^{\,7}}{7!569^7} + \frac{1}{8!}\left(\frac{337}{569}\right)^8 \left\{\frac{8(569)}{8(569)-337}\right\}}$$

$P_n = 2.805 \times 10^{-6} = 2.805 \times 10^{-4}$ %

3. Ekspektasi jumlah pelanggan dalam antrian (ENq)

$$EN_q = \frac{\lambda^c}{c!\,\mu^c} \frac{\lambda}{c\mu} \frac{1}{\left(1-\frac{\lambda}{c\mu}\right)^2} \frac{1}{\sum_{n=0}^{c-1} \frac{\lambda^n}{n!\,\mu^n} + \frac{1}{c!}\left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^c \left\{\frac{c\mu}{c\mu-\lambda}\right\}}$$

$$\text{EN}_\text{q} = \frac{337^8}{8!569^8} \frac{337}{8(569)} \frac{1}{\left(1-\frac{337}{8(569)}\right)^2} \frac{1}{\sum_{n=0}^{8-1} \frac{337^0}{0!569^0} + \ldots + \frac{337^7}{7!569^7} + \frac{1}{8!}\left(\frac{337}{569}\right)^8 \left\{\frac{8(569)}{8(569)-337}\right\}}$$

ENq= 1.793×10^{-8} kendaraan/jam

4. Ekspektasi waktu rata-rata pelanggan dalam antrian (EYq)

$$EY_q = \frac{\lambda^c}{c!\,\mu^c}\frac{1}{c\mu}\frac{1}{\left(1-\frac{\lambda}{c\mu}\right)^2}\frac{1}{\sum_{n=0}^{c-1}\frac{\lambda^n}{n!\,\mu^n}+\frac{1}{c!}\left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^c\left\{\frac{c\mu}{c\mu-\lambda}\right\}}$$

$$EY_q = \frac{337^8}{8!569^8}\frac{337}{8(569)}\frac{1}{\left(1-\frac{337}{8(569)}\right)^2}\frac{1}{\sum_{n=0}^{8-1}\frac{337^0}{0!569^0}+\ldots+\frac{337^7}{7!569^7}+\frac{1}{8!}\left(\frac{337}{569}\right)^8\left\{\frac{8(569)}{8(569)-337}\right\}}$$

EYq = 1.793 x 10^{-8} jam/kendaraan

5. Ekspektasi waktu rata-rata pelanggan dalam dalam system (EY)

$$EY = Ey_q + \frac{1}{\mu}$$

$$EY = 1.793x10^{-8} \text{ x } \frac{1}{569}$$

EY = 0.00175 jam/kendaraan

6. Ekspetasi Jumlah Konsumen dalam sistem (EN)

EN = λ.EY

EN= 337 (0.00175) = 0.592 kendaraan/jam

Perbandingan *Shift* I, *Shift* II, *Shift* III dari sistem antrian M/M/c/GD/∞/∞

Tabel 4.19. Perbandingan Sistem Antrian *Shift* I, *Shift* II, *Shift* III

No.	Perbandingan	*Exit*		
		***Shift* I**	***Shift* II**	***Shift* III**
1.	Rata-rata waktu kedatangan kendaraan	1739 kendaraan/jam	1551 kendaraan/jam	337 kendaraan/jam
2.	Rata-rata waktu pelayanan pelayanan	569 kendaraan/ jam	569 kendaraan/ jam	569 kendaraan/ jam
3.	Utilitas	38.20%	34.072%	7.403%
4.	Probabilitas tidak ada pelanggan dalam sistem (Po)	4.70%	6.54%	55.30%
5.	Probabilitas ada n pelanggang dalam sistem (Pn)	2.32%	1.452%	2.805×10^{-6}%
6.	Ekspektasi jumlah pelanggan dalam antrian (ENq)	0.00887kendaraan/jam	0.00387 kendaraan/jam	1.793×10^{-8} kendaraan/jam
7.	Ekspektasi waktu rata-rata pelanggan dalam antrian (EYq)	0.00887 jamdetik/kendaraan	0.00387 jam/kendaraan	1.793×10^{-8} jam/kendaraan
8.	Ekspektasi waktu rata-rata pelanggan dalam sistem (EY)	0.0106 jam/kendaraan	0.005563 jam /kendaraan	0.00175 /kendaraan
9.	Ekspektasi jumlah pelanggan dalam sistem	19 kendaraan/jam	9 kendaraan/jam	1 kendaraan/jam