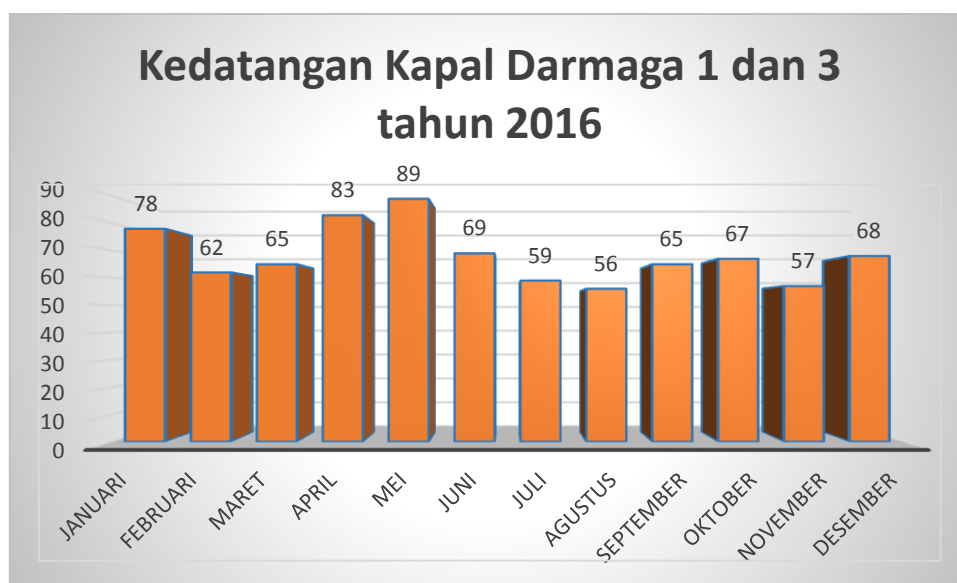


BAB V

HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Deskripsi Pergerakan Kedatangan Kapal Dermaga 1 dan 3 Pada Tahun 2016

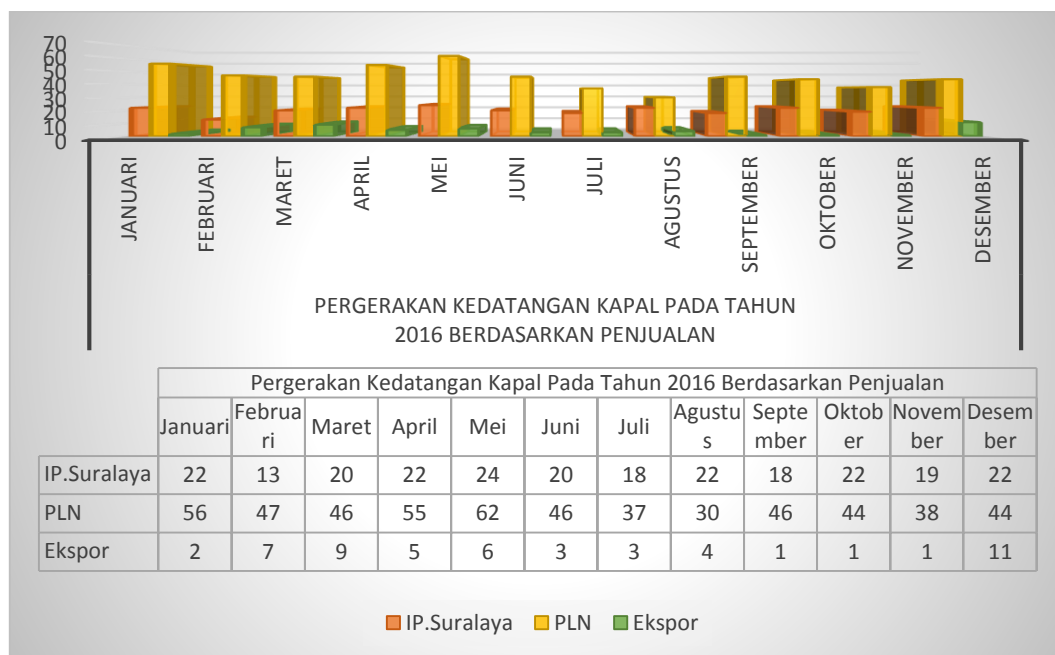
Pergerakan kedatangan kapal dermaga 1 dan 3 tahun 2016 di PT Bukit Asam (Persero) Tbk Bandar Lampung. Berdasarkan gambar **5.1** dapat dilihat bahwa kedatangan kapal bersifat fluktuatif, artinya tingkat kedatangan kapal selama bulan Januari sampai bulan Desember tidak stabil. Kedatangan pada bulan Januari yaitu sebanyak 78 kapal, pada bulan Februari mengalami penurunan sebanyak 62 kapal, pada bulan Maret mengalami kenaikan kembali menjadi 65 kapal, pada bulan April mengalami kenaikan kembali menjadi 83 kapal, pada bulan Mei mengalami penurunan menjadi 89 kapal, pada bulan Juni mengalami penurunan menjadi 69 kapal, pada bulan Juli mengalami penurunan menjadi 59 kapal, pada bulan Agustus mengalami sedikit penurunan menjadi 56 kapal, pada bulan September mengalami kenaikan menjadi 65 kapal, pada bulan Oktober mengalami sedikit penurunan menjadi 67 kapal, pada bulan November mengalami penurunan menjadi 57, dan pada bulan Desember kembali mengalami kenaikan yaitu menjadi 68 kapal. Berdasarkan kedatangan kapal dermaga 1 dan 3, kapal yang paling banyak datang yaitu pada bulan Mei sebanyak 89 kapal sedangkan kapal yang paling sedikit datang yaitu pada bulan Agustus sebanyak 56 kapal.



Gambar 5.1 Pergerakan Kedatangan Kapal Dermaga 1 dan 3 Pada Tahun 2016

5.2 Deskripsi Pegerakan Kedatangan Kapal Pada Tahun 2016 Berdasarkan Penjualan

Pergerakan kedatangan kapal pada tahun 2016 berdasarsarkan penjualan di PT Bukit Asam (Persero) Tbk Bandar Lampung. Berdasarkan gambar 5.2 dibawah ini penjualan yang paling tinggi didominasi oleh PLN, diikuti oleh IP.Suralaya dan Ekspor. Penjualan paling tinggi berada di bulan mei sebanyak 92 kapal. Terdiri dari IP Suralaya 24 kapal, PLN 62 Kapal, dan Ekspor 6 Kapal. Sedangkan penjualan paling sedikit berada di bulan Agustus sebanyak 56 kapal. Terdiri dari IP Suralaya 22 Kapal, PLN 30 kapal, dan Ekspor hanya 4 kapal.



Gambar 5.2 Pergerakan Kedatangan Kapal Pada Tahun 2016 Berdasarkan Penjualan

5.3 Deskripsi Pergerakan Kedatangan Kapal di Dermaga 1 Tahun 2016

Pergerakan kedatangan kapal yang datang di dermaga 1 tahun 2016 yang ada di PT Bukit Asam (Persero) Tbk Bandar Lampung. Berdasarkan gambar 5.3 dibawah ini diketahui bahwa pada bulan januari terdapat 55 kapal. Pada bulan Februari terdapat 45 kapal. Pada bulan Maret terdapat 48 kapal. Pada Bulan April terdapat 63 kapal. Pada bulann Mei terdapat 66 kapal. Pada bulan Juni Terdapat 47 kapal. Pada bulan Juli terdarpat 43 kapal. Pada bulan Agustus terdapat 48 kapal. Pada bulan September terdapat 50 kapal. Pada bulan Oktober terdapat 57 kapal. Pada Bulan November terdapat 45 kapal. Pada bulan Desember terdapat 52 Kapal. Berdasarkan kapal yang datang pada bulan Januari sampai bulan Desember, kapal yang paling banyak datang yaitu terdapat pada bulan Mei sebanyak 66 kapal, diikuti oleh pada bulan April sebanyak 63 kapal, pada bulan Oktober sebanyak 57 kapal, pada bulan Januari sebanyak 55, pada bulan Desember sebanyak 52 kapal, pada bulan September sebanyak 50 kapal, pada bulan Agustus dan Maret kedatangan kapal sama sebanyak 48 kapal, pada bulan Juni sebanyak 47 kapal, pada bulan

November dan Februari kedatangan kapal sama sebanyak 45 kapal, pada bulan Juli sebanyak 43 kapal. Contoh perhitungan mencari rata-rata kedatangan dan keberangkatan kapal di dermaga 1 adalah sebagai berikut:

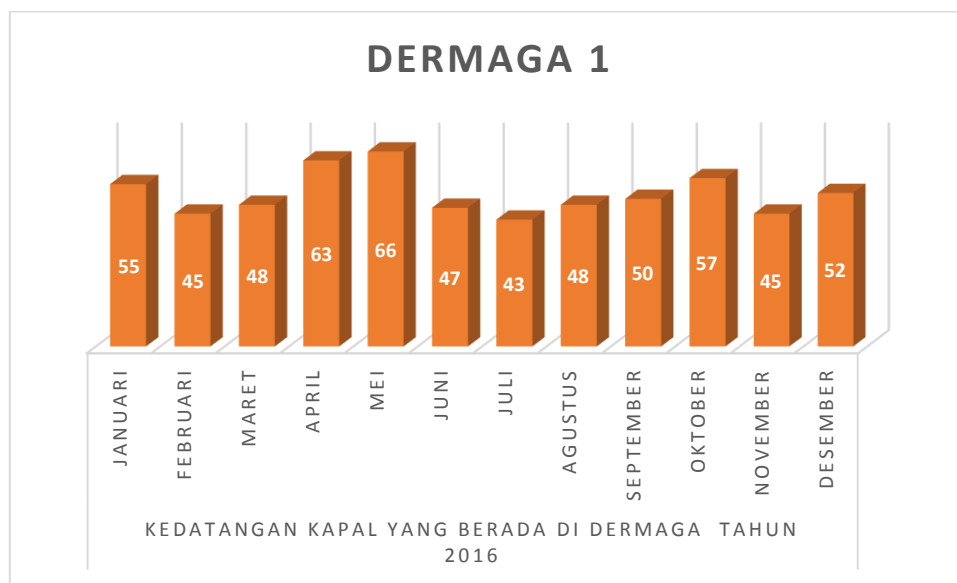
Tabel 4.1 Rata-rata Kedatangan Kapal Setiap Bulan di Dermaga 1

Bulan	Kedatangan	Kinerja	Rata-Rata Kedatangan
Januari	55	23	2,3913
Februari	45	22	2,045455

Tabel 4.2 Rata-rata Keberangkatan Kapal di Setiap Bulan Dermaga 3

Bulan	Keberangkatan	Kinerja	Rata-rata keberangkatan
Januari	114,7716485	23	4,977028196
Februari	66,09032	22	2,705709

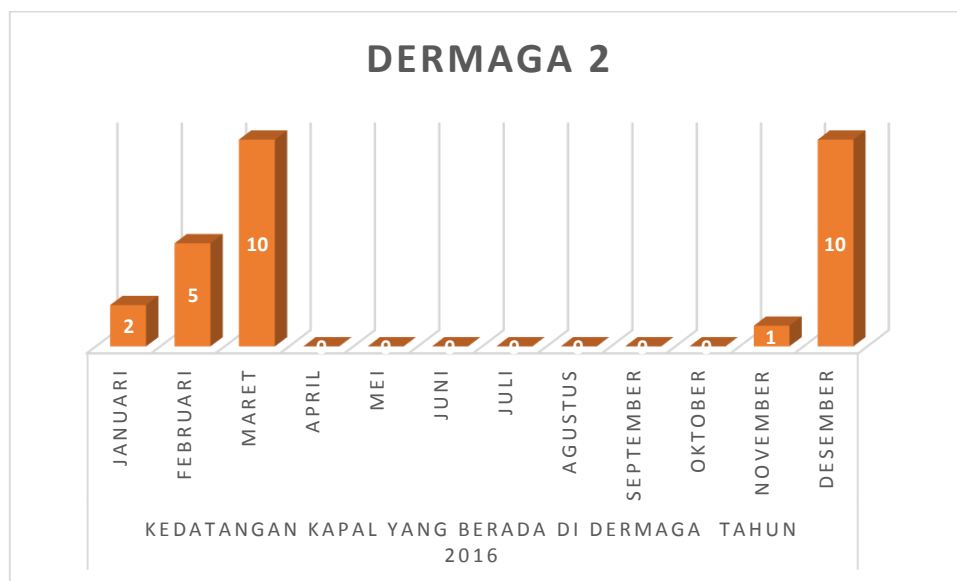
Berdasarkan tabel **4.1** rata-rata kedatangan kapal pada bulan januari yaitu 2,3913 dan rata-rata kedatangan kapal pada bulan februari yaitu 2,04545 dan pada tabel 4.2 rata-rata keberangkatan kapal pada bulan Januari yaitu 4,977028196 dan rata-rata keberangkatan kapal pada bulan Februari yaitu 2,705709. Hasil perhitungan selengkapnya terdapat pada **Lampiran 3** dan **Lampiran 4**.



Gambar 5.3 Pergerakan Kedatangan Kapal pada tahun 2016 di Dermaga 1

5.4 Deskripsi Pergerakan Kedatangan Kapal Di Dermaga 2 Pada Tahun 2016

Pergerakan kedatangan kapal yang datang di dermaga 2 pada tahun 2016 yang ada di PT Bukit Asam (Persero) Tbk Bandar Lampung. Berdasarkan gambar 5.4 dibawah ini diketahui bahwa pada bulan Januari sebanyak 2 kapal. Pada bulan Februari sebanyak 5 kapal. Pada bulan Maret sebanyak 10 kapal. Pada Bulan April sampai bulan Oktober. Pada bulan Novermber sebanyak 1 kapal. Pada bulan Desember sebanyak 10 Kapal. Berdasarkan kapal yang datang pada bulan Januari sampai bulan Desember, kapal yang paling banyak datang yaitu terdapat pada bulan Maret dan Desember yaitu sebanyak 10 kapal, diikuti oleh pada bulan Februari sebanyak 5 kapal, pada bulan Januari sebanyak 2 kapal, pada bulan November sebanyak 1 kapal.



Gambar 5.4 Pergerakan Kedatangan Kapal Pada Tahun 2016 di Dermaga 2

5.5 Deskripsi Pergerakan Kedatangan Kapal di Dermaga 3 Pada Tahun 2016

Pergerakan kedatangan kapal yang datang di Dermaga 3 pada tahun 2016 yang ada di PT Bukit Asam (Persero) Tbk Bandar Lampung. Berdasarkan gambar 5.5 dibawah ini diketahui bahwa pada bulan Januari sebanyak 23 kapal. Pada bulan Februari sebanyak 17 kapal. Pada bulan Maret sebanyak 17 kapal. Pada Bulan April sebanyak 19 kapal. Pada bulan Mei sebanyak 26 kapal. Pada bulan Juni sebanyak 22 Kapal. Pada bulan Juli sebanyak 15 kapal. Pada bulan Agustus sebanyak 8 kapal. Pada bulan September sebanyak 15 kapal. Pada bulan Oktober sebanyak 10 kapal. Pada Bulan November sebanyak 12 kapal. Pada bulan Desember terdapat 15 Kapal. Berdasarkan kapal yang datang pada bulan Januari sampai bulan Desember, kapal yang paling banyak datang yaitu terdapat pada bulan Mei sebanyak 23 kapal, diikuti oleh pada bulan Januari sebanyak 23 kapal, pada bulan Juni sebanyak 22 kapal, pada bulan April sebanyak 19 kapal, pada bulan Februari dan Maret mempunyai jumlah yang sama sebanyak 17 kapal, pada bulan Juli, September, dan Desember mempunyai jumlah yang sama sebanyak 15, pada bulan November sebanyak 12 kapal, pada bulan Oktober sebanyak 10 kapal, dan pada bulan Agustus sebanyak 8. Contoh perhitungan mencari rata-rata kedatangan dan keberangkatan kapal di Dermaga 3 adalah sebagai berikut:

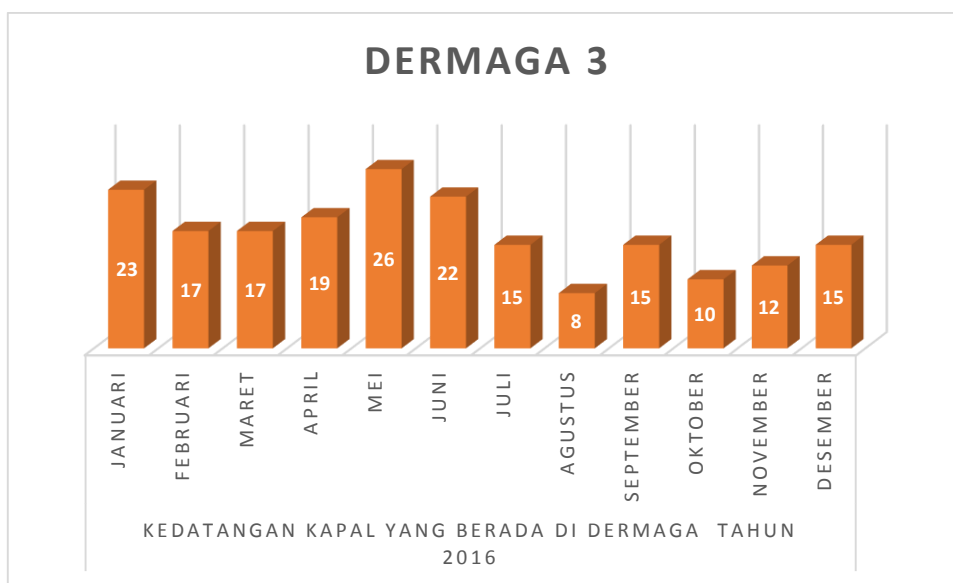
Tabel 4.3 Rata-rata Kedatangan Kapal di Dermaga 3

Bulan	Kedatangan	Kinerja	Rata-Rata Kedatangan
Januari	23	15	1,5333
Februari	17	13	1,307692

Tabel 4.4 Rata-rata Keberangkatan Kapal di Dermaga 3

Bulan	Keberangkatan	Kinerja	Rata-rata keberangkatan
Januari	42,95677229	15	4,977028196
Februari	31,30723	13	2,408248525

Berdasarkan tabel 4.1 rata-rata kedatangan kapal pada bulan januari yaitu 1,5333 dan rata-rata kedatangan kapal pada bulan februari yaitu 1,307692 dan tabel 4.2 rata-rata keberangkatan kapal pada bulan Januari yaitu 4,977028196 dan rata-rata keberangkatan kapal pada bulan Februari yaitu 2,408248525. Hasil perhitungan selengkapnya terdapat pada **Lampiran 3** dan **Lampiran 4**.

**Gambar 5.5** Pergerakan Kedatangan Kapal Pada Tahun 2016 di Dermaga 3

5.6 Uji Distribusi

Data yang didapatkan berasal dari bagian Penunjang Operasi PT Bukit Asam (Persero) Tbk Bandar Lampung meliputi penjualan batubara domestik pada tahun 2016. Selanjutnya melakukan pengujian distribusi kedatangan dan keberangkatan untuk menentukan model antrian yang sesuai. Namun pada dermaga 2 tidak dilakukan pengujian distribusi sebab kedatangan kapal dan keberangkatan sangat sedikit dibandingkan dengan dermaga 1 dan dermaga 3. Fungsi dermaga 2 hanya digunakan ketika dermaga lain mengalami perawatan dengan kata lain dermaga 2 tidak selalu digunakan.

1.6.1 Uji Distibusi Kedatangan dan Keberangkatan Dermaga 1 dan Dermaga 3

Dermaga 1 dan 3 melayani semua kedatangan kapal baik berupa domestik maupun mancanegara atau bisa diartikan sebagai dermaga utama. Setelah melakukan uji distribusi menggunakan *IBM SPSS Statitistics* didapatkan hasil seperti berikut:

Tabel 5.1 Uji Distribusi Kedatangan Dermaga 1 dan Dermaga 3

	Dermaga 1	Dermaga 3
Hipotesis	H0 : Data Kedatangan (<i>Arrival</i>) Kapal Berdistribusi Poisson	
	H1 : Data Kedatangan (<i>Arrival</i>) Kapal Tidak Berdistribusi Poisson	
Tingkat Kepercayaan	0,05	0,05
Daerah Kritis	Jika : Asymp. SIG (2-Tailed) < α Tolak H0	Jika : Asymp. SIG (2-Tailed) < α Tolak H0
<i>Asymp. SIG (2-Tailed)</i>	0,480	0,278
Keputusan	0,480 > 0,05	0,278 > 0,05

	Gagal Tolak H0	Gagal Tolak H0
Kesimpulan	Data kedatangan Kapal Berdistribusi Poisson	

Berdasarkan hasil uji distribusi kedatangan dengan menggunakan *IBM SPSS Statistics* menggunakan uji Poisson, bahwa data yang digunakan sudah sesuai dan berdistribusi Poisson.

Tabel 5.2 Uji Distribusi Keberangkatan Dermaga 1 dan Dermaga 3

	Dermaga 1	Dermaga 3
Hipotesis	H0 : Data Keberangkatan (<i>Departure</i>) Kapal Berdistribusi Poisson	
	H1 : Data Keberangkatan (<i>Departure</i>) Kapal Tidak Berdistribusi Poisson	
Tingkat Kepercayaan	0,05	0,05
Daerah Kritis	Jika : Asymp. SIG (2-Tailed) < α Tolak H0	Jika : Asymp. SIG (2-Tailed) < α Tolak H0
<i>Asymp. SIG (2-Tailed)</i>	0,537	0,322
Keputusan	0,537 > 0,05	0,322 > 0,05
	Gagal Tolak H0	Gaga Tolak H0
Kesimpulan	Data keberangkatan Kapal Berdistribusi Poisson	

Berdasarkan hasil uji distribusi kedatangan dengan menggunakan *IBM SPSS Statistics* menggunakan uji Poisson, bahwa data yang digunakan sudah sesuai dan berdistribusi Poisson.

5.7 Penentuan Model Antrian

Berdasarkan hasil dari Uji Kebaikan Suai (*Goodness of fit*) *Chi-Square* waktu antar kedatangan dan keberangkatan yang telah dilakukan, dapat ditentukan model dari suatu antrian. Model sistem antrian di PTBukit Asam (Persero) Tbk Bandar Lampung mengikuti bentuk *Multi Channel Single Phase* yang mempunyai antrian tunggal dengan 3 fasilitas pelayanan namun hanya digunakan 2 fasilitas. Disiplin antrian yang digunakan adalah *FCFS*, yaitu pelanggan yang datang terlebih dahulu akan dilayani dahulu. Distribusi waktu antar kedatangan berdistribusi *Poisson* dan keberangkatan berdistribusi *Poisson*. Jadi model antrian yang digunakan di PTBukit Asam (Persero) Tbk Bandar Lampung untuk dermaga 1 dan 3 adalah model (M/M/2): (FCFS/ ∞/∞).

5.8 Analisis Perhitungan Model Antrian

Selanjutnya yaitu melakukan perhitungan model antrian. Analisis perhitungan model antrian yang digunakan yaitu dengan menggunakan perhitungan secara manual dan menggunakan *Software R for Windows 7 32-bit*.

1.8.1 Analisis Perhitungan Manual

Model perhitungan yang digunakan untuk dermaga 1 dan 3 yaitu *Multi Channel Single Phase* yang mempunyai antrian ganda dan satu fasilitas pelayanan hanya meliputi kapal domestik dan menghilangkan kapal ekspor. Disiplin antrian yang didapatkan yaitu *FCFS*, artinya pelanggan yang datang terlebih dahulu akan dilayani pertama. Distribusi kedatangan yang didapatkan yaitu bersifat poisson dan distribusi keberangkatan bersifat poisson.

Kapal yang mengisi dermaga sesuai dengan jadwal yang telah ditentukan, namun bila mengikuti dengan jadwal yang telah ditentukan hasil perhitungan yang didapatkan sangat jauh dari kenyataan. Sehingga laju pelayanan yang digunakan adalah pelayanan heterogen karena mendapatkan hasil yang ideal. Berikut adalah nilai yang di dapatkan untuk dermaga 1 dan 3.

Tabel 5.3 Nilai λ dan μ dermaga 1 dan 3

λ	1 (rata-rata kedatangan kapal/bulan)
$\mu_{\text{dermaga 1}}$	3 (rata-rata keberangkatan kapal/bulan)
$\mu_{\text{dermaga 3}}$	2 (rata-rata keberangkatan kapal/bulan)

Keterangan;

λ : Nilai rata-rata kedatangan dermaga 1 dan 3

μ_{dermaga1} : Nilai rata-rata keberangkatan dermaga 1

μ_{dermaga3} : Nilai rata-rata keberangkatan dermaga 3

Setelah mendapatkan nilai kedatangan dan keberangkatan kapal, kemudian melakukan perhitungan *Multi Channel Single Phase* berdasarkan dermaga 1 dan dermaga 3.

Tabel 5.4 Nilai Dari Penjumlahan Keberangkatan

K	1	2
$\sum_{j=1}^k \mu_j$	3	5

Selanjutnya,

Tabel 5.5 Nilai dan Perhitungan Tiap Komponen

K	$\sum_{j=1}^k \mu_j$	λ^k	$\prod_{i=1}^k \sum_{j=1}^k \mu_j$	$\frac{\lambda^k}{\prod_{i=1}^k \sum_{j=1}^k \mu_j}$
1	3	1	3	0,33333
2	5	1	15	0,06667

Berikut adalah perhitungan antrian pada dermaga 1 dan 3 dengan menggunakan *Multi Channel Single Phase* dengan laju layanan yang heterogen;

$\lambda = 1$ (rata-rata kedatangan kapal/bulan)

$$\sum_{j=0}^2 \mu_j = 3 \text{ (rata-rata keberangkatan kapal/bulan)}$$

$$\rho = \frac{\lambda}{\sum_{j=1}^s \mu_j} = \frac{1}{3} = 0,3333333$$

Jadi faktor kegunaan pelayanan adalah 0,3333333. Karena $\rho < 1$ maka keadaan *Stady State* dapat terpenuhi.

a. Probabilitas tidak ada pelanggan dalam sistem

Berikut adalah perhitungan untuk mencari nilai P_0 ,

$$\begin{aligned} P_0 &= \frac{1}{\left[1 + \sum_{k=1}^{s-1} \frac{\lambda^k}{\prod_{i=1}^k \sum_{j=1}^i \mu_j} \right] + \left[\frac{\lambda^s}{\prod_{i=1}^s \sum_{j=1}^i \mu_j} \frac{1}{1 - \frac{\lambda}{\sum_{j=1}^s \mu_j}} \right]} \\ &= \frac{1}{\left[1 + \sum_{k=1}^{2-1} \frac{\lambda^k}{\prod_{i=1}^k \sum_{j=1}^i \mu_j} \right] + \left[\frac{\lambda^2}{\prod_{i=1}^2 \sum_{j=1}^i \mu_j} \frac{1}{1 - \frac{\lambda}{\sum_{j=1}^2 \mu_j}} \right]} \\ &= \frac{1}{[1,333333333] + [0,066666667 \times 1,25]} \\ &= \frac{1}{1,416666667} = 0,705882353 \end{aligned}$$

Dengan demikian bahwa peluang tidak ada kapal dalam sistem yaitu sebesar 0,705882353

b. Jumlah unit rata-rata yang diharapkan dalam antrian/banyak pelanggan dalam antrian (unit)

Berikut adalah perhitungan untuk mencari nilai L_q ,

$$L_q = P_0 \frac{\lambda^s}{\prod_{i=1}^s \sum_{j=1}^i \mu_j} \frac{\left(\frac{\lambda}{\sum_{j=1}^s \mu_j} \right)}{1 - \frac{\lambda}{\sum_{j=1}^s \mu_j}}$$

$$\begin{aligned}
&= P_0 \frac{\lambda^2}{\prod_{i=1}^2 \sum_{j=1}^i \mu_j} \frac{\left(\frac{\lambda}{\sum_{j=1}^2 \mu_j} \right)}{1 - \frac{\lambda}{\sum_{j=1}^2 \mu_j}} \\
&= 0,705882353 \times 0,066666667 \times 0,25 \\
&= 0,0117647706
\end{aligned}$$

Dengan demikian bahwa tidak ada kapal dalam antrian

c. Lama waktu yang dihabiskan satu pelanggan dalam antrian (menit)

Berikut adalah perhitungan untuk mencari nilai W_q ,

$$\begin{aligned}
W_q &= \frac{L_q}{\lambda} \\
&= \frac{0,0117647706}{1} = 0,0117647706 \text{ kapal/menit} \\
&= 0,0117647706 \times 60 \times 24 = 16,94117647 \text{ menit/kapal}
\end{aligned}$$

Berarti rata-rata menunggu kapal di dermaga adalah sebesar 16,94117647 menit/kapal.

d. Lama waktu yang dihabiskan waktu pelanggan dalam sistem (menit)

Berikut adalah perhitungan untuk mencari W_s ,

$$\begin{aligned}
W_s &= W_q + \frac{s}{\sum_{i=1}^s \mu_i} \\
&= 0,0117647706 + \frac{2}{5} \\
&= 0,411764706 \text{ kapal/hari} \\
&= 0,411764706 \times 60 \times 24 = 592,9411765 \text{ menit/kapal}
\end{aligned}$$

Berarti dalam dermaga rata-rata menunggu kapal dalam sistem atau dermaga sekitar 592 menit/kapal.

- e. **Jumlah unit rata-rata yang diharapkan dalam sistem/banyak pelanggan dalam sistem (unit)**

$$L_s = \frac{\lambda}{24} \times \frac{W_s}{60}$$

$$= \frac{1}{24} \times \frac{592,9411765}{60} = 0,411764706 \text{ kapal/hari}$$

$$= 0,411764706 \times 30 = 12,35294118 \text{ kapal/bulan}$$

Berarti jumlah kapal yang berada dalam sistem atau dermaga sekitar 12 kapal/bulan.

- f. **Perhitungan Menggunakan Aplikasi R Software**

```
> antrian.multi(2,1,3,2)
Kedatangan(lamda)= 1 kapal
Keberangkatan(miu)= 3 2 kapal
Jumlah Server(s)= 2 Server
Probabilitas Tidak Ada Pelanggan Dalam Sistem= 0.7058824
Banyak Pelanggan Dalam Sistem (Ls) menit/kapal= 0.4117647
Banyak Pelanggan Dalam Sistem (Ls) kapal/hari= 12.35294
Banyak Pelanggan Dalam Antrian (Lq)= 0.01176471
Lama waktu Yang Dihabiskan kapal Dalam Sistem (kapal/hari)= 0.4117647
Lama waktu Yang Dihabiskan kapal Dalam Sistem (menit/kapal)= 592.9412
Lama waktu Yang Dihabiskan kapal Dalam Antrian (kapal/hari)= 0.01176471
Lama waktu Yang Dihabiskan kapal Dalam Antrian (menit/kapal)= 16.94118
```

Gambar 5.6 Hasil Output menggunakan R Software

Hasil analisis pengujian teori antrian di PTBukit Asam (Persero) Tbk Bandar Lampung menggunakan model *Multi Channel Single Phase* dengan laju layanan heterogen. Berdasarkan nilai Lq dapat dikatakan bahwa tidak terdapat kapal dalam antrian, sedangkan pada nilai Ls jumlah kapal yang berada dalam sistem sekitar 12 kapal/bulan. Waktu yang dihabiskan kapal dalam sistem sekitar 592 menit/kapal dan waktu yang dihabiskan kapal dalam antriarn sekitar 16 menit/kapal. Dapat dikatakan bahwa antrian yang ada di PT Bukit Asam (Persero) Tbk Bandar Lampung sudah cukup efektif dalam mengantisipasi antrian kapal dengan laju layanan heterogen.