

## Evaluasi Antri Muat Kapal di Pelabuhan Muat untuk Mengurangi Waktu Tunggu di PT Bukit Asam Unit Pelabuhan Tarahan Kecamatan Panjang Kota Bandar Lampung Provinsi Lampung

<sup>1</sup>Helvijar Putra Utama, <sup>2</sup>Linda Pulungan, <sup>3</sup>Dudi Nasrudin Usman

<sup>1,2,3</sup>Prodi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Islam Bandung,

Jl. Tamansari No.1 Bandung 40116

Email: <sup>1</sup>helvijarputra92@gmail.com

**Abstrak.** Permasalahan yang terjadi di pelabuhan PT Bukit Asam adalah kedatangan kapal yang cukup tinggi, dan terjadi antrian kapal dari proses muat, yang selama ini belum maksimal, sehingga masih terjadi keterlambatan dari waktu yang dijadwalkan. Hal-hal tersebut dapat menyebabkan kapal yang telah datang di pelabuhan PT Bukit Asam, harus menunggu untuk berlabuh akibat dari keterlambatan proses muat sebelumnya. Antrian kapal untuk berlabuh ini akan mengakibatkan biaya tambahan, karena setiap kapal yang terlambat berlabuh akan meminta tambahan biaya (*demurrage*) yang dihitung dari berapa lama kapal mengantri. Metode penelitian yang diterapkan adalah metode statistik probabilitas atau probabilitas distribusi (Distribusi Poisson). Data yang telah dikelompokkan akan di uji terlebih dahulu dengan menggunakan uji kecocokan Chi Square. Kecocokan dari suatu distribusi empiric terhadap distribusi teoritik seperti distribusi poisson dapat di uji dengan Chi Square. Uji ini membuat perbandingan antara frekuensi pengamatan dengan frekuensi yang diharapkan untuk berbagai nilai variable random. Frekuensi yang diharapkan selalu timbul dari suatu dugaan atau hipotesa. Dari hasil penelitian ini diperoleh alternative untuk mengurangi antrian kapal dengan menggunakan model antrian single chanel multiple phase yaitu dengan memanfaatkan dua dermaga, karena tingkat penggunaan dermaga mempunyai nilai sebesar 97% berarti hanya 3% yang menganggur. Sedangkan untuk rata-rata konsumen dalam antrian dikategorikan pada kriteria sangat baik karena memiliki nilai antrian kurang dari 3 yaitu 1.28.

**Kata Kunci:** Distribusi Poisson, Tingkat Pelayanan Dermaga

### A. Pendahuluan

Dalam dunia pertambangan batubara, kegiatan pengapalan merupakan salah satu kegiatan yang sangat vital. Kegiatan pengapalan batubara melalui kapal atau tongkang tidak luput dari kegiatan pembongkaran dan pemuatan batubara kedalam palka ataupun tongkang. Pelabuhan merupakan rantai distribusi dan pemasaran produk serta penentuan kelancaran proses produksi pada industri berskala besar, PT Bukit Asam memiliki terminal laut yang dioperasikan untuk kepentingan sendiri atau Terminal Untuk Kepentingan Sendiri (TUKS) yang mampu menunjang aktifitas pemuatan batubara.

Permasalahan yang terjadi di pelabuhan PT Bukit Asam adalah kedatangan kapal yang cukup tinggi, dan terjadi antrian kapal dari proses muat, yang selama ini belum maksimal, sehingga masih terjadi keterlambatan dari waktu yang dijadwalkan. Hal-hal tersebut dapat menyebabkan kapal yang telah datang di pelabuhan PT Bukit Asam, harus menunggu untuk berlabuh akibat dari keterlambatan proses muat sebelumnya. Antrian kapal untuk berlabuh ini akan mengakibatkan biaya tambahan, karena setiap kapal yang terlambat berlabuh akan meminta tambahan biaya (*demurrage*) yang dihitung dari berapa lama kapal mengantri.

Penelitian ini bertujuan untuk membantu mengatasi permasalahan di PT Bukit Asam dengan mengkaji beberapa alternatif untuk mengurangi antrian kapal dengan metode simulasi. Digunakan metode simulasi karena dengan metode ini dapat memodelkan proses ril di lapangan dengan memperkirakan terjadinya masalah pada sistem tersebut yang tidak dapat dilakukan dengan metode manual.

### B. Landasan Teori

#### Sistem Antrian

Aktivitas menunggu dalam antrian tidak bisa benar-benar dihilangkan dalam kehidupan, namun berbagai upaya dilakukan untuk dapat mengurangi efek dari menunggu hingga dalam batas yang wajar atau dapat ditoleransi (Taha, 2011).

Studi tentang antrian berhubungan dengan aktivitas kuantifikasi fenomena menunggu dalam antrian dengan menggunakan ukuran performansi atau kinerja yang representatif, seperti rata-rata panjang antrian, rata-rata waktu tunggu dalam antrian, dan rata-rata utilisasi dari fasilitas. Teori antrian bukan merupakan teknik optimasi, namun lebih merupakan ukuran kinerja dari sistem antrian, yang kemudian dapat digunakan untuk mendesain instalasi fasilitas layanan yang dapat melayani antrian dengan optimal (pada batas yang cukup memuaskan atau dapat ditoleransi). Hasil dari analisis sistem antrian dapat digunakan dalam konteks optimasi biaya, dimana tujuan yang ingin dicapai adalah meminimalkan total dari dua komponen biaya, yaitu biaya melakukan layanan (*service*) dan biaya menunggu.

### Model Antrian

Dalam teori antrian terdapat beberapa struktur dasar model-model antrian, salah satu diantaranya adalah unit-unit (langganan) yang memerlukan pelayanan yang diturunkan dari suatu sumber input memasuki sistem antrian dan ikut dalam antrian. Dalam waktu tertentu, anggota antrian ini dipilih untuk dilayani. Pemilihan didasarkan pada suatu anturan tertentu dan setelah itu kemudian unit-unit meninggalkan sistem antrian.

Ada 4 model struktur antrian dasar yang umum terjadi didalam seluruh sistem antrian:

#### 1. Single Channel-Single Phase

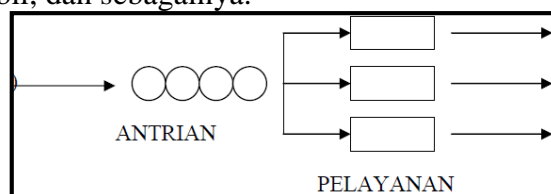
Sistem ini adalah yang paling sederhana. Single channel berarti bahwa hanya adasatu jalur untuk memasuki sistem pelayanan atau ada satu fasilitas pelayanan. Single phase menunjukkan bahwa hanya ada satu fasilitas pelayanan. Single phasemenunjukkan bahwa hanya ada satu station pelayanan atau sekumpulan tunggal operasi yang dilaksanakan. Setelah menerima pelayanan, individu-individu keluar dari sistem. Contoh untuk model struktur ini adalah seorang tukang cukur, pembelian tiket kertetaapi antarkota kecil yang dilayani oleh satu loket, seorang pelayan took, dan sebagainya.



Gambar 1. Single Chanel Single Phase

#### 2. Single channel-Multiphase

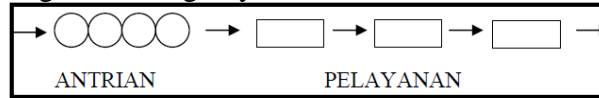
Istilah multiphase menunjukkan ada dua atau lebih pelayanan yang dilaksanakan secara berurutan (dalam phase-phase). Sebagai contoh, lini produksi massa, pencucian mobil, tukang cat mobil, dan sebagainya.



Gambar 2. Single Chanel Multiphase

### 3. Multichannel-Single Phase

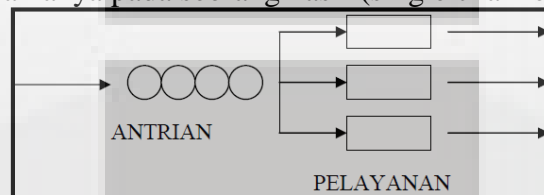
Sistem multichannel-single phase terjadi (ada) kapan saja dua atau lebih fasilitas pelayanan dialiri oleh antrian tunggal. Sebagai contoh model ini adalah pembeliantiket yang dilayani oleh lebih dari satu loket pelayanan potong rambut oleh beberapa tukang potong, dan sebagainya.



**Gambar 3.** Multichanel Single Phase

### 4. Multichannel-Multiphase

Contoh model ini yaitu herregistrasi para mahasiswa di universitas, pelayanan kepada pasien di rumah sakit dari pendaftaran, diagnosa, penyembuhan sampai pembayaran. Setiap sistem-sistem ini mempunyai beberapa fasilitas pelayanan pada setiap tahap, sehingga lebih dari satu individu dapat dilayani pada suatu waktu. Pada umumnya, jaringan antrian ini terlalu kompleks untuk dianalisa dengan teori antrian, mungkin simulasi lebih sering digunakan untuk menganalisa sistem ini. Selain empat model struktur antrian diatas sering terjadi struktur antrian diatas sering terjadi struktur campuran (mixed arrangements) yang merupakan campuran dari dua atau lebih struktur antrian diatas. Misal, Toko-toko dengan beberapa pelayanan (multichannel), namun pembayarannya hanya pada seorang kasir (single channel).



**Gambar 4.** Multichanel Multiphase

Dari keempat model diatas maka model yang cocok digunakan pada penelitian ini adalah model 2: multichanel single phase (M/M/S/I/I) yaitu M pertama menunjukkan tingkat kedatangan (poisson), M kedua menunjukkan tingkat pelayanan (poisson), S menunjukkan jumlah fasilitas pelayanan lebih dari satu, I pertama menunjukkan sumber populasi tak terbatas, I kedua menunjukkan panjang antrian tak terbatas.

#### Distribusi Poisson

Adalah distribusi probabilitas diskret yang menyatakan peluang jumlah peristiwa yang terjadi pada periode waktu tertentu apabila rata-rata kejadian tersebut diketahui dan dalam waktu yang saling bebas sejak kejadian terakhir. (distribusi Poisson juga dapat digunakan untuk jumlah kejadian pada interval tertentu seperti jarak, luas, atau volume).

Distribusi untuk satu peristiwa yang jarang terjadi didefinisikan sebagai Probabilitas poisson satu peristiwa. Probabilitas suatu peristiwa yang berdistribusi Poisson dirumuskan sebagai berikut.

$$P(x) = P(X = x) = \frac{e^{-\lambda} \lambda^x}{x!}$$

Dimana:

X = Banyaknya kedatangan dalam satuan waktu

e = Bilangan konstan e = 2,7183

$\lambda$  = Rata-rata terjadinya suatu peristiwa

### C. Hasil Penelitian

#### Kesesuaian Distribusi Kapal Masuk Menggunakan Uji Chi Square

Kesesuaian distribusi kapal masuk harus mengikuti distribusi poisson, dengan menggunakan uji *Chi Square* yaitu membandingkan frekuensi pengamatan ( $f_n$ ) dengan frekuensi harapan ( $e_n$ ).

Probabilitas untuk distribusi poisson ( $p_n$ ) dengan rata-rata kapal masuk ( $\lambda$ ) = 6.33 kapal perbulan menggunakan rumus:

$$P_n = \frac{\lambda^n e^{-\lambda}}{n!} = \frac{(6.33)^n e^{-6.33}}{n!}$$

Untuk menentukan frekuensi harapan  $e_n$  dapat dihitung dengan cara

$$e_n = [\sum f_n] P_n = 12 \cdot P_n$$

**Tabel 1.** Hasil Perhitungan  $P_n$  dan  $e_n$  Kapal Masuk

n	$P_n$	$e_n$
1	0.01128027	0.135363
2	0.03570206	0.428425
3	0.07533136	0.903976
4	0.11921187	1.430542
5	0.15092223	1.811067
6	0.15922296	1.910676
7	0.14398304	1.727796
8	0.11392658	1.367119
9	0.08012836	0.96154
10	0.05072125	0.608655
>11	0	0

Sumber: Data Hasil Penelitian di PT BA Unit Peltar, 2017

Sedangkan nilai Chi Square dapat dihitung dengan cara sebagai berikut:

$$X^2 = \sum_{n=0}^r \frac{(f_n - e_n)^2}{e_n}$$

Nilai  $v$  tes Chi Square ini adalah:

$$v = (\text{jumlah kelas}) - 1$$

Pada Tabel 2 berikut ini  $r = 4$  kelas, dan nilai berurutan dari  $f_n$  dapat dikombinasikan untuk memenuhi syarat ini.

Jadi didapat:

$$v = 4 - 1 = 3$$

Dengan menggunakan tingkat signifikan  $\alpha = 0.05$  dari Tabel Chi Square didapat nilai kritis  $X^2_{3(0.05)} = 7.8147$

**Tabel 2.** Nilai Chi Square Hitung Kapal Masuk

n	fn	en	X <sup>2</sup>
1	3	2.898307	0.101693
2			
3			
4			
5	7	6.816658	0.183342
6			
7			
8			
9	1	0.96154	0.03846
10	1	0.608655	0.391345
Total			0.71484

Sumber: Data Hasil Penelitian di PT BA Unit Peltar, 2017

Dari perhitungan diatas didapat X<sup>2</sup> hitung = 0.71484 dan X<sup>2</sup> 3 (0.05) = 7.8147 oleh karena itu X<sup>2</sup> < X<sup>2</sup> 3 (0.05) sehingga hipotesa jumlah kapal masuk di dermaga mengikuti distribusi poisson dengan rata-rata kapal masuk sebesar 6.33 kapal/bulan.

**Kesesuaian Distribusi Kapal Keluar Menggunakan Uji Chi Square**

Kesesuaian distribusi kapal keluar harus mengikuti distribusi poisson dengan menggunakan uji chi square yaitu membandingkan frekuensi pengamatan (gn) dengan frekuensi harapan (yn), dengan distribusi poisson di dapat dilihat pada Tabel 3.

**Tabel 3.** Hasil Perhitungan Pn dan en Kapal Keluar

n	P <sub>n</sub>	e <sub>n</sub>
3	0.13762732	1.651528
4	0.22364441	2.683733
5	0.29073773	3.488853
6	0.31496587	3.77959
7	0.29246831	3.50962
8	0.2376305	2.851566
9	0.17162203	2.059464
10	0.11155432	1.338652
11	0.06591846	0.791022
>12	0	0

Sumber: Data Hasil Penelitian di PT BA Unit Peltar, 2017

Sedangkan nilai Chi Square dapat dihitung dengan cara sebagai berikut:

$$X^2 = \sum_{n=0}^r \frac{(fn-en)^2}{en}$$

Nilai v tes Chi Square ini adalah:

$$v = (\text{jumlah kelas}) - 1$$

Pada Tabel 3. Berikut ini r = 4 kelas, dan nilai berurutan dari fn dapat dikombinasikan untuk memenuhi syarat ini.

Jadi didapat:

$$v = 4-1 = 3$$

Dengan menggunakan tingkat signifikan α = 0.05 dari Tabel Chi Square didapat nilai kritis X<sup>2</sup> 3(0.05) = 7.814

**Tabel 4.** Nilai Chi Square Hitung Kapal Keluar

n	fn	en	X <sup>2</sup>
3	6	11.6037	-5.6037
4			
5			
6			
7	5	9.759302	-4.7593
8			
9			
10			
11	1	0.791022	0.208978
Total			-10.154

Sumber: Data Hasil Penelitian di PT BA Unit Peltar, 2017

Dari perhitungan diatas didapat  $X^2$  hitung = -10.154 dan  $X^2_{3(0.05)} = 7.8147$  oleh karena itu  $X^2 < X^2_{3(0.05)}$  sehingga hipotesa jumlah kapal keluar di dermaga mengikuti distribusi poisson dengan rata-rata kapal keluar sebesar 6.5 kapal/bulan.

Jadi nilai rata-rata kapasitas pelayanan lebih besar dari laju rata-rata kapal masuk, sehingga dapat dikatakan antrian tersebut dapat diselesaikan dan dapat menggunakan model antrian yang telah ditentukan.

#### Pembahasan Karakteristik Sistem Antrian Kapal

Dari hasil perhitungan tersebut maka dapat dibandingkan karakteristik sistem antrian berdasarkan jumlah kapal masuk dan kapal keluar. Dapat di buat tabel perbandingannya seperti di bawah ini:

**Tabel 5.** Perbandingan Karakteristik Sistem Antrian

	Teoritis	Di Lapangan
Tingkat Kegunaan Dermaga (%)	97	56.1
Rata-rata Jumlah Pelanggan Dalam Antrian	0.27	2,75
Waktu Pelanggan Dalam Antrian (hari)	1.28	5.04
Waktu pelanggan Dalam Sistem (hari)	5.7	9.65

Sumber: Data Hasil Penelitian di PT BA Unit Peltar, 2017

Jika dilihat dari tabel perbandingan diatas karakteristik sistem antrian sangat baik berdasarkan perhitungan secara teoritis, karena tingkat penggunaan dermaga mempunyai nilai sebesar 97% berarti hanya 3% yang menganggur. Sedangkan untuk rata-rata konsumen dalam antrian dikategorikan pada kriterianya sangat baik karena memiliki nilai antrian kurang dari 3 yaitu 1.28.

Jika dibandingkan dengan kenyataan di lapangan untuk tingkat penggunaan dermaga 56.1% masuk pada kategori sangat buruk. Dan rata-rata waktu konsumen dalam antrian 5.04 (dalam hari), yang masuk pada kriteria cukup.

Berdasarkan perhitungan secara teoritis dan kenyataan di lapangan, memiliki perbandingan nilai yang jauh, itu dapat disebabkan oleh manajemen pelabuhan yang kurang baik, sehingga menimbulkan kerugian bagi perusahaan. Oleh karena itu manajemen pelabuhan dapat ditingkatkan dengan mengatur antrian kapal lebih baik lagi, dan memperhatikan tingkat kedatangan kapal, dan waktu tiba kapal.

#### D. Kesimpulan

Dari tujuan penelitian maka dapat disimpulkan bahwa rata-rata tingkat kapal masuk mempunyai nilai rata-rata perbulan dalam satu tahun ( $\lambda$ ) sebesar 6.33 kapal/bulan. Sedangkan rata-rata kapal keluar ( $\mu$ ) pangkalan mempunyai nilai sebesar 6.50 kapal/bulan dan kemampuan pelayanan dermaga ( $\mu$ ) mempunyai nilai 3.25 kapal/bulan/dermaga.

Berdasarkan perhitungan secara teoritis karakteristik sistem antrian pelayanan dermaga di pelabuhan tarahan dikategorikan baik. Karena kegunaan dermaga (P) memiliki nilai sebesar 97% yang berarti pihak PT BA dapat mengoptimalkan penggunaan dermaga sedangkan untuk waktu rata-rata pelanggan dalam antrian ( $W_q$ ) dikategorikan sangat baik karena memiliki nilai kurang dari 3 yaitu 1.28 hari, ini berarti sistem antrian dapat dilesaikan dengan kategori sangat sangat baik.

Faktor –faktor yang dapat menyebabkan demurrage khususnya pada pelabuhan batubara banyak berasal dari dari aspek teknis, contohnya saja seperti tibanya kapal bersamaan, waiting cargo akibat stock barang tidak tersedia di stockpile, loading rate rendah atau tidak sesuai kontrak.

Kendati demikian, langkah mengurangi beban *demurrage* dapat minimalisir dengan cara meningkatkan standar pelayanan pelabuhan komersial, terutama standar waktu kapal sandar (*berthing*), bongkar muat dan sebagainya.

Sebelum dilakukan penelitian biaya demurrage yang ditimbulkan sebesar \$ 511,472.23 dengan rata-rata biaya demurrage yang ditimbulkan perbulannya sebesar \$ 42,622.69.

Setelah dilakukan evaluasi terhadap pelayanan dermaga berdasarkan jumlah kapal masuk dan kapal keluar dengan menggunakan sitem antrian model *single chanel multiplephase*, biaya demurrage dapat dihindari.

#### Daftar Pustaka

- Blank, L. (1980), *Statistical Procedures for Engineering*, Volume 60, pp. 606-613
- Departemen Perhubungan Biro Hukum dan KLNS (2008), *Undang-undang Republik Indonesia nomor 17 Tahun 2008 tentang Pelayaran*, Jakarta.
- Keller, G. (2012), *Statistics for Management and Economic; Abbreviated*. 9<sup>th</sup> Edition, South Western Cengage Learning: Mason, USA.
- Kramadibrata, Soedjono. *Perencanaan Pelabuhan*. Bandung: Ganeca Exa 1985
- M.T. Mardono, Nurhayati. *Penelitian Operasional: Teori dan Latihan*. Bandung: Dharma Patria. 1986.
- PT. Pelindo II Cabang Tanjung Priok. *Realisasi Arus Barang Pelabuhan Tanjung Priok*. 2006.
- Subagyo, Pangestu, Drs, MBA, dkk. *Dasar-dasar Operation Research*. Edisi kedua. Yogyakarta: BPFE. 1986.
- Sugiono. *Metode Penelitian Bisnis*. Yogyakarta: Andi. 1991
- Taylor III, Bernard W. *Introduction to management Science Sains manajemen*. Edisi 8. Jakarta: Salemba empat. 2005