**Analisis Penerapan Sistem Antrian *Single Channel Multi Phase* Pada *Engine Overhaul* di PT. ALTRAK 1978 *Branch* Samarinda**

***Analysis of Queueing System Application Single Channel Multi Phase to Engine Overhaul in PT. ALTRAK 1978 Branch Samarinda***

**Youlinda Noviara D.L.S.1, Darnah A. Nohe2, Yuki Novia N.3**

1Mahasiswa Program Studi Statistika FMIPA Universitas Mulawarman

2,3Dosen Program Studi Statistika FMIPA Universitas Mulawarman

Email: yolindzutto@gmail.com1, darnah.98@gmail.com2, yukinovia@yahoo.com3

***Abstract***

*Queueing theory is a theory concerning to the mathematical study of the decomposition of the waiting time which is occured in the queue line. Queueing activity often occured in several places that require more server with less service facilities. Single channel multi phase is a model of single queue which pass through some series of services. The objective of Single Channel Multi Phase research analysis is to observe where a queuing process is happened in the engine overhaul sector engine receiving step and teardown stepin workshop PT. Altrak 1978 branch Samarinda, so that the properties of the queuing process can be obtained. As a result, the probability of busy service at engine receiving step is 98,3% and at teardown step is 88,3%. Meanwhile, the probability of empty service at engine receiving step is 1,7% and at the teardown step is 11,7%. The average number of engines in the queue line and system is 14 engines and 15 engines respectively at the engine receiving step, while the average number of engines in the queue line and system is 7 engines and 8 engines at the teardown step. An engine required 49,353 days in the queue line and 52,632 days for the entire queuing system for engine receiving step and for teardown step is 23,229 days and 26,316 days.*

*Keywords : Queueing theory, single channel multi phase, queue characteristics, engine overhaul.*

**Pendahuluan**

 Salah satu fenomena yang tidak dapat lepas dalam kehidupan sehari-hari adalah fenomena antrian. Fenomena ini sering terjadi apabila kebutuhan akan pelayanan melebihi kapastitas yang tersedia untuk pelayanan tersebut. Hal tersebut dapat dilihat ketika terjadinya barisan tunggu konsumen, komponen atau sistem yang sedang menunggu untuk dilayani, karena pada saat yang sama bagian pelayanan sedang melayani yang lain, sehingga tidak dapat melayani pada saat yang sama.

 Situasi menunggu merupakan bagian dari keadaan yang terjadi dalam rangkaian kegiatan operasional yang bersifat acak dalam suatu fasilitas pelayanan. Konsumen, komponen atau sistem yang datang ke tempat itu dengan waktu yang acak, tidak teratur dan tidak dapat segera dilayani sehingga harus menunggu cukup lama. Dengan penerapan teori antrian, maka penyedia layanan dapat mengusahakan agar dapat melayani pelanggannya dengan baik dan tanpa harus menunggu lama. Teori antrian didefinisikan sebagai teori yang menyangkut studi matematis dari antrian-antrian atau baris-baris penungguan (Dimyati, 2004).

 Antrian tidak hanya ditemui pada beberapa fasilitas pelayanan umum di mana masyarakat atau barang akan mengalami proses antrian mulai dari kedatangan, memasuki ruangan, menunggu, hingga proses pelayanan berlangsung. Contohnya antara lain antrian alat berat yang mesinnya akan diperbaiki, antrian batu bara yang akan diangkut, antrian pekerjaan di kantor, dan lain-lain. PT. Altrak 1978 *branch* Samarinda yang merupakan salah satu perusahaan mapan yang beroperasi sebagai agen tunggal dan distributor alat berat di Indonesia yang bergerak di berbagai sektor usaha terutama *rebuilding* dan *manufacturing*. Pada sektor usaha *rebuilding engine,* perusahaan ini memiliki target pada proses pertama dalam *rebuilding engine* yakni proses *recommendation preparation* selama 14 hari. Proses *recommendation preparation* terdiri dari tahap *engine receiving, teardown, measure, inspection,* *substitution component* dan *recommendation* (Hadi, 2010).

 Berdasarkan uraian di atas, maka penulis tertarik untuk menganalisis tahap-tahap antrian yang terjadi pada proses *recommendation preparation* yang memiliki target penyelesaian selama 14 hari, serta solusi penambahan jumlah mekanik 1 atau 2 orang agar tidak terjadi antrian pada proses *recommendation preparation*. Hal tersebut dapat dilihat pada analisis antrian yang dituangkan dalam bentuk skripsi sebagai syarat tugas akhir dengan judul “Analisis Penerapan Sistem Antrian *Single Channel Multi Phase* Pada *Engine Overhaul* di PT.Altrak 1978 Branch Samarinda”.

**Sejarah Teori Antrian**

 Teori tentang antrian ditemukan dan dikembangkan oleh A. K. Erlang, seorang insinyur dari Denmark yang bekerja pada perusahaan telepon di Kopenhagen pada tahun 1910. Erlang melakukan eksperimen tentang fluktuasi permintaan fasilitas telepon yang berhubungan dengan *automatic dialing equipment*, yaitu peralatan penyambungan telepon secara otomatis. Dalam waktu–waktu yang sibuk operator sangat kewalahan untuk melayani para penelepon secepatnya, sehingga para penelepon harus antri menunggu giliran.

**Teori Antrian**

 Antrian dapat terjadi apabila orang, komponen, transaksi atau unit barang yang menunggu untuk mendapatkan pelayanan dari fasilitas pelayanan yang sedang beroperasi pada kapasitas tertentu sehingga tidak melayani mereka untuk sementara waktu.

Antrian adalah orang-orang atau barang dalam sebuah barisan yang sedang menunggu untuk dilayani. Teori antrian adalah teori yang menyangkut studi matematis dari penguraian waktu tunggu yang terjadi dalam barisan antrian. Sedangkan, suatu proses antrian (*queueing process*) adalah suatu proses yang berhubungan dengan kedatangan seorang pelanggan pada suatu fasilitas pelayanan, kemudian menunggu dalam suatu baris (Kakiay,2004).

**Elemen Sistem Antrian**

 Menurut Thomas J Kakiay (2004), faktor penting dalam sistem antrian adalah pelanggan dan pelayanan, di mana ada periode waktu yang dibutuhkan oleh seorang pelanggan untuk mendapatkan pelayanan. Elemen sistem antrian adalah komponen yang merupakan bagian atau anggota dari sistem antrian, antara lain : pelanggan, pelayan dan antrian.

**Komponen Dasar Antrian**

 Komponen dasar antrian tergantung pada faktor-faktor berikut :

1. Pola kedatangan adalah cara individu-individu dari populasi memasuki sistem. Menurut Kakiay, pola kedatangan para pelanggan biasanya dicirikan oleh waktu antar kedatangan, yaitu antara kedatangan dua pelanggan yang berurutan pada suatu fasilitas pelayanan. Para pelanggan datang dengan tingkat kedatangan yang konstan ataupun acak (yaitu berapa banyak pelanggan-pelanggan per periode waktu) [4].

2. Pola Pelayanan digambarkan sebagai kecepatan (jumlah) pelanggan yang dilayani tiap unit satuan waktu sebagai satuan waktu yang dibutuhkan untuk melayani pelanggan. Dalam model *Single Channel Multi Phase*, setiap pelayanan diasumsikan mempunyai mutu pelayanan dan fasilitas yang sama.

3. Mekanisme Pelayanan adalah jumlah susunan fasilitas yang terdiri dari satu atau lebih fasilitas pelayanan yang disusun seri atau paralel, gabungan atau sirkuler. Suatu model pelayanan disebut tunggal apabila sistem hanya mempunyai satu fasilitas pelayanan dan model pelayanan disebut ganda apabila fasilitas pelayanan lebih dari satu.

4. Kapasitas sistem adalah jumlah maksimum pelanggan, mencakup yang sedang dilayani dan yang berada dalam antrian yang dapat ditampung oleh fasilitas pelayanan pada saat yang sama. Sebuah sistem yang tidak membatasi jumlah pelanggan di dalam fasilitas pelayanannya memiliki kapasitas tak terhingga, sedangkan suatu sistem yang membatasi jumlah pelanggan memiliki kapasitas berhingga.

5. Sumber panggilan dapat berupa mesin maupun manusia. Bila ada sejumlah mesin yang rusak maka sumber pemanggilan akan berkurang dan tidak dapat melayani pelanggan.

**Disiplin antrian**

Disiplin antrian adalah aturan di mana para pelanggan dilayani atau disiplin pelayanan (*service discipline*) yang memuat urutan (*order*) para pelanggan menerima layanan. Aturan urutan kedatangan dapat didasarkan pada : pertama datang pertama dilayani atau *First In First Order* (*FIFO*), terakhir datang pertama dilayani atau *Last In First Order* (*LIFO*), pelayanan dalam urutan acak atau *Service In Random Order* (*SIRO*) dan pelayanan berdasarkan prioritas atau *Priority Service* (*PS*). Menurut Thomas J Kakiay (2004) ada beberapa sistem antrian yaitu: *single channel single phase, multi channel single phase, multi channel multi phase* dan *single channel multi phase* (Kakiay,2004).

**Ukuran *Steady State* Kinerja Antrian**

 Jika suatu sistem antrian telah mulai berjalan, keadaan sistem (jumlah pelanggan dalam sistem) akan dipengaruhi oleh *state* (keadaan) awal dan kondisi *transient* (sementara). Tetapi semakin lama keadaan sistem akan independen terhadap *state* awal tersebut dan waktu yang dilaluinya. Keadaan sistem seperti ini dikatakan berada dalam kondisi *steady state* (Taha, 1997).

**Distribusi Waktu Tunggu**

 Dalam setiap kegiatan yang berhubungan dengan pelayanan (*services*) dalam jumlah banyak selalu ditemukan bentuk barisan (*lines*) sebagai aturan untuk menunggu giliran mendapatkan pelayanan. Bentuk-bentuk menunggu dalam barisan dikenal dengan istilah barisan antrian (*waiting lines*). Barisan antrian terbentuk apabila terdapat keterbatasan pada orang atau alat yang digunakan untuk memberikan pelayanan. Hal ini dapat terjadi pada *teller* dalam perbankan, telepon kantordan lain sebagainya yang semuanya diperlukan oleh *customer* untuk mendapatkan pelayanan pada suatu fasilitas.

**Analisis Distribusi Kedatangan**

 Distribusi Poisson merupakan sebuah distribusi probabilitas diskrit yang menjelaskan tingkat kedatangan pada teori antrian. Kedatangan dianggap sebagai kedatangan yang acak apabila kedatangan tersebut tidak terikat satu sama lain dan kejadian kedatangan tersebut tidak dapat diramalkan secara tepat. Banyaknya kedatangan pada setiap unit waktu dapat diperkirakan oleh sebuah distribusi probabilitas yang dikenal sebagai distribusi Poisson. Hal ini dikarenakan jika tingkat kedatangan mengikuti distribusi Poisson dengan tingkat kedatangan rata-rata λ, maka waktu antar kedatangan mengikuti distribusi eksponensial negatif dengan rata-rata waktu antar kedatangan . Distribusi eksponensial negatif merupakan perwakilan dari distribusi Poisson dan menjelaskan waktu antar kedatangan dan menentukan bahwa waktu antar kedatangan ini benar-benar acak. Distribusi eksponensial negatif merupakan perwakilan dari distribusi Poisson dan menjelaskan waktu antar kedatangan dan menentukan bahwa waktu antar kedatangan ini benar-benar acak. Untuk setiap waktu kedatangan, sebuah distribusi Poisson yang diskrit dapat ditetapkan dengan menggunakan rumus :

  (1)

Dimana  : probabilitas kedatangan sejumlah *x*

 *x* : jumlah kedatangan persatuan waktu

 *λ* : tingkat kedatangan rata-rata

 *e* : 2,7183 (dasar logaritma)

**Analisis Distribusi Pelayanan**

 Distribusi waktu pelayanan, pola pelayanannya serupa dengan pola kedatangan dimana pola ini bias konstan ataupun acak. Jika waktu pelayanan konstan, maka waktu yang diperlukan untuk melayani setiap pelanggan sama. Kasus ini terjadi dalam operasi pelayanan yang menggunakan mesin, seperti sebuah mesin cuci mobil otomatis. Variabel acak dari distribusi eksponensial negatif ini banyak dipakai dalam distribusi antrian karena:

1. Mempunyai perkiraan yang mendekati ketepatan *(Good Approximation)*
2. Mudah penyelesaiannya dengan model-model matematis.

 Distribusi eksponensial ini memudahkan analisis matematisnya, namun sama sekali tidak menghilangkan sifatnya. Definisi dari distribusi eksponensial adalah suatu variabel kontinu acak *x* disebut mempunyai suatu distribusi eksponensial dengan parameter *λ*, di mana *x* > 0. Apabila fungsi probabilitas densitas diberikan sebagai berikut :

 (2)

**Pengujian Distribusi dengan Uji *Kolmogorov-Smirnov***

 Dalam pengujian distribusi yang tepat digunakan uji *Kolmogorov-Smirnov*. Uji *Kolmogorov-Smirnov* digunakan untuk memutuskan jika sampel berasal dari populasi dengan distribusi spesifik/tertentu dan digunakan untuk menguji *goodness of fit* antar distribusi sampel dan distribusi lainnya. Uji ini membandingkan serangkaian data pada sampel terhadap distribusi normal dengan *mean* dan standar deviasi yang sama. Singkatnya, uji ini dilakukan untuk mengetahui kenormalan distribusi beberapa data. Uji *Kolmogorov-Smirnov* merupakan uji yang lebih kuat daripada uji *Chi-Square*. Uji *Kolmogorov-Smirnov*  tidak memerlukan asumsi bahwa populasi berdistribusi secara normal.

Hipotesis ada uji *Kolmogorov-Smirnov adalah sebagai berikut :*

H0 : Data mengikuti distribusi yang ditetapkan

H1 : Data tidak mengikuti distribusi yang ditetapkan.

Distribusi pengujian yang digunakan adalah distribusi *Kolmogorov-Smirnov* untuk sampel tunggal dimana distribusi ini digunakan untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan yang signifikan antara distribusi frekuensi observasi dengan distribusi frekuensi harapan yang dilambangkan Dhitung . Nilai *Kolmogorov-Smirnov* dihitung dalam pengujian statistik dengan uji *Kolmogorov-Smirnov* dan di beri simbol Dhitung  yang dapat diperoleh dengan menggunakan : $D\_{hitung}=max⁡|F\_{e}-F\_{o}|$ (3)

Dhitung adalah deviasi absolut yang tertinggi, berupa selisih tertinggi antara frekuensi harapan ($F\_{e}$) dan frekuensi observasi ($F\_{o}$). Nilai Dhitung berguna, terutama untuk membuat dugaan mengenai keeratan antara distribusi frekuensi observasi (*observed frequency distribution*) dengan distribusi yang diharapkan (*expected frequency distribution*). Distribusi probabilitas Dhitung tergantung dari banyaknya sampel (n) yang digunakan dan tidak tergantung distribusi frekuensi harapannya (Algifari, 1997).

**Model Antrian**

 Bentuk kombinasi proses kedatangan dengan pelayanan pada umumnya dikenal sebagai standar universal, yaitu :

*(a/b/c):(d/e/f)*

 Di mana simbol *a,b,c,d,e*, dan *f* ini merupakan unsur-unsur dasar dari model baris antrian.

Penjelasan dari simbol-simbol ini adalah :

*a* : Distribusi kedatangan (*arrival distribution*)

*b* : Distribusi waktu pelayanan atau keberangkatan (*service time departure*)

*c* : Jumlah pelayan dalam paralel (di mana *c* = 1,2,3,…,$\infty $)

*d* : Disiplin pelayanan, seperti FIFO, LIFO, SIRO,

*e* : Jumlah maksimum yang diizinkan dalam sistem (*queue* dan sistem)

*f* : Jumlah pelanggan yang ingin memasuki sistem sebagai sumber.

 Notasi standar ini dapat digantikan dengan kode-kode yang sebenarnya dari distribusi-distribusi yang terjadi dan bentuk lainnya, seperti :

M : Distribusi kedatangan atau keberangkatan dari proses Poisson.

 D : Konstanta atau *deterministic inter-arrival* atau *service time* (waktu pelayanan)

K : Jumlah pelayan dalam bentuk paralel atau seri

N :Jumlah maksimum pelanggan (*customer*) dalam sistem

Ed : Erlang atau Gamma distribusi untuk waktu antar kedatangan atau waktu pelayanan dengan parameter = d

G :Distribusi umum dari *service time* atau keberangkatan (*departure*)

GI :Distribusi umum yang independen dari proses kedatangan (*interactive Time*)

GD :*General Dicipline* (disiplin umum) dalam antrian (FIFO, LIFO, SIRO)

NPD : *Non-preempetive Dicipline*

PRD : *Preempetive Dicipline*

 Dalam membentuk rumus-rumus untuk *single phase* dari populasi yang tidak terbatas perlu digunakan notasi-notasi parameter, antara lain :

1. Notasi λ : *Arrival Rate* (jumlah unit per periode waktu)

2. Notasi *μ* : *Service Rate* (jumlah unit per periode waktu)

3. Notasi *ρ* : *System utilization* (sistem pelayanan)

Nilai *λ* diperoleh dari

  (4)

Sedangkan *µ* diperoleh dari

  (5)

Dimana :

*fn* : frekuensi jumlah kedatangan

*n* : banyak unit

Probabilitas dari sistem pelayanan (*Busy System*) ini adalah ;

  (6)

 Pola kedatangan pada model antrian *Single Channel Multi Phase*, pola kedatangannya berdistribusi Poisson dan pola pelayanannya berdistribusi eksponensial, sehingga karakteristik antriannya menggunakan karakteristik antrian sistem saluran tunggal (M/M/1) : (GD/∞/∞) atau (M/M/1) : (FIFO/∞/∞).

 Asumsi yang juga diperlukan pengembangan model antrian adalah rata-rata kedatangan lebih kecil dari rata-rata pelayanan artinya yang berarti  (Supranto, 1987).

Tabel 1. Kejadian ada n pelanggan dalam sistem antrian pada waktu 

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Kejadian | Prob. ada n pelanggan dalam antrian pada *t* | Kedatangan pada t s/d  | Pelanggan yang dilayani pada t s/d  | Pelanggan dalam antrian pada t s/d  |
| 1 | *Pn* | 0 | 0 | *N* |
| 2 | *Pn+1* | 0 | 1 | *N* |
| 3 | *Pn-1* | 1 | 0 | *N* |
| 4 | *Pn* | 1 | 1 | *N* |

 Oleh karena hanya ada satu kejadian dari kemungkinan empat kejadian yang harus terjadi, diperoleh ekspresi untuk , dimana *n>0* dengan menjumlahkan nilai probabilitas untuk setiap kejadian yang terpisah, yaitu :

 (7)

Apabila *n=0*, akan terjadi dua kejadian yang saling meniadakan, yaitu :

Kejadian I : nol pelanggan pada waktu t, tidak ada kedatangan selama waktu t sampai dengan .

Kejadian II : satu pelanggan pada waktu t, tidak ada kedatangan selama waktu t sampai dengan  dan satu pelanggan dilayani dalam waktu t sampai dengan dan nol pelanggan dalam waktu t sampai dengan .

Kejadiaan diatas dapat dinyatakan dalam persamaan berikut :

 (8)

Persamaan diferensial ini menghubungkan *P0, P1, λ* dan *μ* untuk *n=0.*

Pada penelitian ini, hanya akan membahas keadaan yang terjadi ketika antrian *steady-state* persamaan :

 (9)

menjadi :



, untuk *n>0* (10)

Untuk *n=0*, menjadi :





Pada umumnya, diperoleh persamaan berikut :  (11)

Oleh karena 





Karena merupakan deret geometri dengan jumlah suku yang tak hingga, sehingga dapat diselesaikan dengan rumus :

,  suku pertama, r≠1

, , 

 atau  (12)

 Menurut Siagian (1987), berikut ini adalah beberapa karakteristik dari sistem antrian untuk model (M/M/1):(GD/∞/∞) :

1. Probabilitas Waktu Sibuk

 Untuk sebuah sistem (M/M/1):(GD/∞/∞), maka didefinisikan probabilitas waktu sibuk menjadi :  (13)

 yakniadalah hasil bagi antara laju kedatangan dan laju pelayanan. Makin besar harga makin panjang antrian dan sebaliknya.

1. Jumlah Rata-rata Pelanggan dalam Sistem

Misalkan *Ls* adalah jumlah rata-rata pelanggan dalam sistem antrian, mencakup pelanggan yang menunggu dan yang sedang dilayani. Maka :







Urutan suku-suku dari mempunyai bentuk . Dalam hal ini *a* konstan dan kurang dari 1, deret ini akan konvergen menjadi suatu jumlah dengan rumus :



  (14)

1. Jumlah Rata-rata Pelanggan dalam Antrian

Misalkan *Lq* sebagai jumlah rata-rata pelanggan dalam antrian, maka :



 (15)

1. Waktu Rata-rata dalam Sistem

Misalkan *Ws* merupakan waktu rata-rata bahwa pelanggan akan menghabiskan waktunya dalam sistem, maka dimana *Ls* adalah jumlah rata-rata pelanggan dalam sistem.

Jadi,

 (16)

1. Waktu Rata-rata dalam Antrian

Misalkan *Wq* merupakan waktu rata-rata yang dihabiskan pelanggan dalam antrian , maka :



  (17)

**Biaya Pada Teori Antrian**

 Biaya pada teori antrian adalah komponen penting dalam teori antrian. Biaya ini terdiri dari biaya tidak langsung pada pelanggan-pelanggan yang menunggu dan biaya langsung pada penyediaan pelayanan (Hiller, 1967).

 Biaya menunggu meliputi biaya menganggur para karyawan, kehilangan pelanggan, kemacetan sistem atau kehilangan kepercayaan dalam manajemen sehingga dapat mengakibatkan kehilangan pelanggan. Biaya total menunggu per periode waktu adalah :

 (18)

Di mana :

Cw adalah biaya menunggu (gaji karyawan dengan tingkat pengangguran karyawan).

Ls adalah rata-rata pelanggan dalam sistem.

Biaya pelayanan meliputi biaya tetap investasi awal dari fasilitas, gaji karyawan. Biaya total pelayanan per periode waktu adalah :

 (19)

Di mana :

Cs adalah biaya pelayanan (gaji pokok karyawan dan biaya pelayanan)

*s* adalah jumlah karyawan

 Total biaya per periode waktu yaitu gabungan dari biaya total menunggu dan biaya total pelayanan yaitu :

 (20)

**PT ALTRAK 1978**

 PT ALTRAK 1978 berdiri pada tanggal 12 Juni 1978 dengan status perseroan terbatas (PT). Hampir tiga dekade kerja keras, akumulasi pengalaman dan *track record* yang terbukti sejak tahun 1978 adalah anak perusahaan dari Central Cipta Murdaya (CCM) Group, saat ini salah satu distributor utama alat berat dan kendaraan untuk pertanian dan industri di Indonesia. Dalam rangka untuk lebih mengakomodasi kebutuhan pelanggan kami dan untuk mempromosikan kebijakan pemerintah Indonesia pada penggunaan lebih komponen dalam negeri, perusahaan anak - Hardaya Widya Graha dibentuk pada tahun 1986 untuk merakit traktor pertanian dan *forklift* di Indonesia.

 Secara rutin PT. Altrak 1978 akan meninjau persyaratan-persyaratan yang ditawarkan terkait Jasa REBUILD CENTER yang tertuang pada media promosi yang digunakan maupun dokumen kontrak. Tinjauan untuk memastikan PT. Altrak 1978 mampu melaksanakan pekerjaan jasa tersebut dan menyesuaikan kebijakan harga terkait perkembangan ekonomi nasional maupun aspek lainnya. Tinjauan tersebut meliputi :

1. Persyaratan-persyaratan teknis,
2. Waktu penyelesaian pekerjaan,
3. *Warranty*,
4. Persyaratan-persyaratan administrasi.

 *Engine overhaul* adalah *engine* yang mengalami pembakaran tidak sempurna yang disebabkan oleh keausan komponen komponen gerak *engine*, diantaranya ring piston, piston, metal jalan dan metal duduk dan juga beberapa komponen bergerak lainnya. Keausan komponen bergerak *engine* ini menyebabkan kebocoran oli didalam, yang ikut terbakar dalam ruang bakar, sehingga mengakibatkan pembakaran menjadi tidak sempurna, oli ikut terbakar dan banyak deposit karbon pada ruang bakar, dan secara pasti akan menumpuk dan akan semakin memperparah keausan *engine*. *Engine overhaul* yang masuk *workshop* PT ALTRAK 1978 melewati proses *recommendation preparation, quotation submission, rebuild time* dan *overhaul time.* Berikut ini adalah kegiatan yang dilakukan pada proses *recommendation preparation* :

1. *Engine Receiving* : membongkar *engine*; memfoto *engine*; memerika bagian yang hilang pada *engine*; mengambil sampel oli; *download* ECM dan ECU; membuat berita pembukaan pekerjaan; memindahkan *engine* ke *Steam Cleaner Station*; membersihkan dari *electrical station motor, charging ealternator, ECM, wiring harness, sensors,* dll; membersihkan *engine* dengan uap; mengisi *cycle time card*.

2. *Teardown* : memindahkan *engine* ke *Teardown Station*, membongkar *engine*, memeriksa ulang komponen dari bagian-bagian yang rusak, menandai semua bagian-bagian yang rusak untuk tujuan penyelidikan dan mengisi cycle *time card*.

3. *Measure* : memindahkan bagian-bagian dan komponen ke *Part Station*, mengukur komponen *engine* (*crankshaft, cylblock, gear*, dll) dan mengisi *cycle time card*.

4. *Inspection* : memindahkan bagian-bagian dan komponen ke *Inspection Station*, memeriksa semua bagian-bagian yang dapat digunakan lagi, menggolongkan dan memberikan label pada bagian yang telah diperiksa dengan label (*good, scrap* atau *repair*), memperbaiki bagian luar, memfoto semua bagian, membuat laporan *Teardown* untuk jadwal *engine* dan laporan *Failure Analysis* dari *Catastrophic Failure*.

5. *Substitution Component* : memindahkan semua bagian yang telah diperiksa, bagian yang layak digunakan ke *Parts Storage Station*, menutupi semua bagian atau komponen yang penting dengan minyak pelumas dan plastik pembungkus, kemudian mengisi *cycle time card*.

6. *Recommendation Preparation* : memindahkan semua bagian dan komponen yang telah diberi label untuk perbaikan ke *Sub-Assembly Component Station*, memindahkan semua bagian dan komponen dengan label *goods* ke *Parts Consolidation Station*, memberbaiki atau membangun kembali komponen dan mengisi *cycle time card* (Hadi, 2010).

**Metodologi Penelitian**

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yang ada di PT. Altrak 1978 *branch* Samarinda. Data yang diambil hanyalah data pengerjaan *engine overhaul* pada proses *recommendation preparation* khususnya tahap *engune receiving* dan *teardown* pada tanggal 1 Juli 2013 sampai dengan 31 Desember 2013.

Adapun langkah-langkah teknik perhitungan analisis antrian dalam penelitian ini, yaitu membuat data waktu anatar kedatanagn dan pelayanan dari data yang ada, menguji kecocokan distribusi data waktu antar kedatangan dan pelayanan menggunakan uji *Kolmogorov-Smirnov*, analisis perhitungan untuk antrian dan analisis biaya jika terjadi penambahan *server*.

**Hasil dan Pembahasan**

Hal pertama yang harus dilakukan adalah menentukan *engine* yang masuk dalam kategori ISO 9001:2008 yang akan ditinjau. Dalam hal ini *engine* menjadi sampel adalah *engine* yang melewati proses *recommendation preparation* tahap *engine receiving*  dan tahap *teardown* pada tanggal 1 Juli 2013 sampai dengan 31 Desember 2013.

**Uji Keselarasan Distribusi Kedatangan**

 Tujuan uji keselarasan distribusi kedatangan adalah untuk mengetahui frekuensi kedatangan *engine* yang melewati tahap *engine receiving* dan *teardown* tiap 14 hari karena perusahaan memiliki target pengerjaan proses *recommendation preparation*  selama 14 hari. Berikut ini pengujian keselarasan distribusi kedatangan untuk tahap *engine receiving*,

Hipotesis :

H0 : Distribusi kedatangan *engine* yang melewati tahap *engine receiving* mengikuti distribusi Poisson.

H1 : Distribusi kedatangan *engine* yang melewati tahap *engine receiving* tidak mengikuti distribusi Poisson.

Taraf signifikansi (α) yang digunakan sebesar 5%, statistik uji yang digunakan sesuai dengan persamaan (3), dan kriteria pengujiannya yakni jika *sig* < α maka H0 ditolak. Hasil yang diperoleh oleh *sig* (1,000). Karena *sig* > 5% maka H0 gagal ditolak. Kesimpulan yang dapat diperoleh bahwa distribusi kedatangan *engine* yang melewati tahap *engine receiving* mengikuti distribusi Poisson.

Berikut ini pengujian keselarasan distribusi kedatangan untuk tahap *teardown*,

Hipotesis :

H0 : Distribusi kedatangan *engine* yang melewati tahap *teardown* mengikuti distribusi Poisson.

H1 : Distribusi kedatangan *engine* yang melewati tahap *teardown* tidak mengikuti distribusi Poisson.

Taraf signifikansi (α) yang digunakan sebesar 5%, statistik uji yang digunakan sesuai dengan persamaan (3), dan kriteria pengujiannya yakni jika *sig* < α maka H0 ditolak. Hasil yang diperoleh oleh *sig* (1,000). Karena *sig* > 5% maka H0 gagal ditolak. Kesimpulan yang dapat diperoleh bahwa distribusi kedatangan *engine* yang melewati tahap *teardown* mengikuti distribusi Poisson.

**Uji Keselarasan Distribusi Pelayanan**

 Uji keselarasan distribusi pelayanan dilakukan untuk mengetahui keselarasan rata-rata waktu pelayanan tahap *engine receiving* dan *teardown* pada proses *recommendation preparation* dengan data jumlah pelayanan *engine*. Berikut ini pengujian keselarasan distribusi pelayanan untuk tahap *engine receiving*,

Hipotesis :

H0 : Distribusi pelayanan *engine* yang melewati tahap *engine receiving* mengikuti distribusi Eksponensial.

H1 : Distribusi pelayanan *engine* yang melewati tahap *engine receiving* tidak mengikuti distribusi Eksponensial.

Taraf signifikansi (α) yang digunakan sebesar 5%, statistik uji yang digunakan sesuai dengan persamaan (3), dan kriteria pengujiannya yakni jika *sig* < α maka H0 ditolak. Hasil yang diperoleh oleh *sig* (0,762). Karena *sig* > 5% maka H0 gagal ditolak. Kesimpulan yang dapat diperoleh bahwa distribusi pelayanan *engine* yang melewati tahap *engine receiving* mengikuti distribusi Eksponensial.

Berikut ini pengujian keselarasan distribusi pelayanan untuk tahap *teardown*,

Hipotesis :

H0 : Distribusi pelayanan *engine* yang melewati tahap *teardown* mengikuti distribusi Eksponensial.

H1 : Distribusi pelayanan *engine* yang melewati tahap *teardown* tidak mengikuti distribusi Eksponensial.

Taraf signifikansi (α) yang digunakan sebesar 5%, statistik uji yang digunakan sesuai dengan persamaan (3), dan kriteria pengujiannya yakni jika *sig* < α maka H0 ditolak. Hasil yang diperoleh oleh *sig* (0,880). Karena *sig* > 5% maka H0 gagal ditolak. Kesimpulan yang dapat diperoleh bahwa distribusi pelayanan *engine* yang melewati tahap *teardown* mengikuti distribusi Eksponensial.

**Analisis Perhitungan**

Berikut ini adalah hasil perhitunganantrian yang diperoleh setelah data memenuhi syarat keselarasan distribusi kedatangan dan pelayanan :

Tabel 2. Hasil analisis perhitungan antrian

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Tahap** | ***Engine Receiving*** | ***Teardown*** |
| ***λ*(***engine*/hari**)**  | 0,286 | 0,286 |
| ***μ* (***engine*/hari**)** | 0,305 | 0,324 |
| ***Steady State*** | Ya | Ya |
| ***Ρ*** | 93,8% | 88,3% |
| ***ρo*** | 6,2% | 11,7% |
| ***Wq* (hari)** | 49,353 | 23,229 |
| ***Ws* (hari)** | 52,632 | 26,316 |
| ***Lq* (*engine)*** | 14 | 7 |
| ***Ls*  (*engine*)** | 15 | 8 |

*Sumber : Hasil Perhitungan Penelitian*

 Karena yang terjadi di lapangan banyaknya *engine* yang waktu pengerjaannya melewati dari target pengerjaan 14 hari dengan rata –rata waktu pelayanan selama 15,111 hari, maka perlu ditambahkan *server* (mekanik) pada tahap yang mengalami antrian yakni tahap *engine receiving* dan tahap *teardown*. Untuk itu dihitung terlebih dahulu rata-rata waktu pelayanan per *engine* tahap *engine receiving* dan tahap *teardown* masing-masing 3,278 hari/*engine* dan 3,083 hari/*engine*.

**Metode Penambahan Jumlah Fasilitas Pelayanan**

 Untuk mengetahui rata-rata waktu pelayanan sebelum dan setelah terjadi penambahan jumlah fasilitas pelayanan dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 3 Rata-Rata Waktu Pelayanan per *Engine* dengan Penambahan Mekanik

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Penambahan Mekanik** | ***Engine Receiving*** | ***Teardown*** |
|
| **Sebelum Terjadi Penambahan**  | 3,278 | 3,083 |
| **1** | 2,185 | 2,055 |
| **2** | 1,639 | 1,542 |

*Sumber : Hasil Perhitungan Penelitian*

Rata-rata waktu pelayanan untuk tahap *engine receiving* dan *teardown* sebelum terjadi penambahan mekanik masing-masing sebesar 3,278 hari dan 3,083 hari. Jika ditambahkan 1 orang mekanik pada tahap *engine receiving* dan *teardown*, maka rata-rata waktu pelayanannya masing-masing sebesar 2,185 hari dan 2,055 hari, sehingga tahap *engine receiving* menghemat waktu selama 1,093 hari dan tahap *teardown* menghemat waktu selama 1,028 hari. Jika ditambahkan 2 orang mekanik pada tahap *engine receiving* dan *teardown*, maka rata-rata waktu pelayanannya masing-masing sebesar 1,639 hari dan 1,542 hari, sehingga tahap *engine receiving* menghemat waktu selama 1,639 hari dan tahap *teardown* menghemat waktu selama 1,542 hari. Penghematan waktu / pengurangan waktu diperoleh dari waktu sebelum terjadi penambahan dikurangi waktu setelah terjadi penambahan mekanik 1 atau 2 orang mekanik.

 Dari hasil yang diperoleh pada tabel 3 dapat dihitung pengurangan rata-rata waktu pelayanan 1 *engine* yang melewati proses *recommendation preparation* setelah menambahkan 1 dan/atau 2 mekanik pada tahap *engine receiving* dan *teardown* dengan mengurangkan rata-rata waktu pelayanan *engine* 15,111 hari dengan penghematan rata-rata waktu pelayanan tahap *engine receiving* dan tahap *teardown* proses *recommendation preparation* agar perusahaan dapat memenuhi target selama 14 hari. Hasilnya dapat dilihat pada Tabel 4.

Dari tabel 4 dapat dilihat bahwa penambahan mekanik yang sesuai dengan target penyelesaian proses *Recommendation Preparation* selama 14 hari adalah

1. Dengan menambahkan 2 orang mekanik pada tahap *engine receiving* dengan rata-rata waktu pelayanan selama 13,472 hari/*engine*.

2. Dengan menambahkan 2 orang mekanik pada tahap *teardown* dengan rata-rata waktu pelayanan selama 13,569 hari/*engine*.

3. Dengan menambahkan 1 orang mekanik pada tahap *engine receiving* dan 1 orang mekanik pada tahap *teardown* dengan rata-rata waktu pelayanan selama 12,990 hari/*engine*.

4. Dengan menambahkan 2 orang mekanik pada tahap *engine receiving* dan 2 orang mekanik pada tahap *teardown* dengan rata-rata waktu pelayanan selama 11,930 hari/*engine*.

5. Dengan menambahkan 1 orang mekanik pada tahap *engine receiving* dan 2 orang mekanik pada tahap *teardown* dengan rata-rata waktu pelayanan selama 12,476 hari/*engine*.

6. Dengan menambahkan 2 orang mekanik pada tahap *engine receiving* dan 1 orang mekanik pada tahap *teardown* dengan rata-rata waktu pelayanan selama 12,444 hari/*engine*.

Tabel 4 Perbandingan Rata-Rata Waktu Pelayanan dengan Penambahan Mekanik Per *Engine*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Penambahan mekanik | Tahap | Rata-Rata Waktu Pelayanan Awal | Penghematan Waktu | Rata-Rata Waktu Pelayanan Akhir |
| 1 | ER | 15,111 | 1,093 | 14,018 |
| 1 | TD | 15,111 | 1,028 | 14,083 |
| 2 | ER | 15,111 | 1,639 | 13,472 |
| 2 | TD | 15,111 | 1,542 | 13,569 |
| 1 | ER&TD | 15,111 | 2,121 | 12,990 |
| 2 | ER&TD | 15,111 | 3,181 | 11,930 |
| 1 | ER | 15,111 | 2,635 | 12,476 |
| 2 | TD |
| 2 | ER | 15,111 | 2,667 | 12,444 |
| 1 | TD |

*Sumber : Hasil Perhitungan Penelitian*

 **Analisis Biaya**

 Sistem antrian yang telah mengalami perbaikan, selain meningkaatkan kepuasan konsumen karena dapat meminimalkan panjangnya antrian tetapi dapat juga menimbulkan biaya baru. Oleh karena itu harus dapat diseimbangkan antara biaya yang muncul dengan jumlah pelayanan yang dibutuhkan sistem tersebut. Tabel 5 adalah hasil analisis biaya sebelum dan sesudah terjadi penamabahan fasilitas pelayanan (mekanik).

Dari Tabel 5 dapat disimpulkan bahwa perusahaan PT. Altrak 1978 *branch* Samarinda dapat menambahakan 2 orang mekanik pada tahap *teardown* dengan mengeluarkan biaya sebesar *Rp. 40.027.808,00* dengan rata-rata waktu pelayanan proses *recommendation* *preparation* menjadi 13,569 hari atau dapat memenuhi target pengerjaan 14 hari.

Tabel 5 Hasil Analisis Biaya Penambahan Mekanik

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Penambahan Mekanik** | **Tahap** | ***Days*** | **Biaya Total** |
| Sebelum | ER | 15,111 | *Rp. 19.125.040,00* |
|  | TD | 15,111 | *Rp. 19.153.408,00* |
| 1 | ER | 14,018 | *Rp. 39.822.000,00* |
| 1 | TD | 14,083 | *Rp. 31.931.680,00* |
| 2 | ER | 13,472 | *Rp. 49.540.544,00* |
| 2 | TD | 13,569 | *Rp.40.027.808,00* |
| 1 | ER&TD | 12,990 | *Rp. 71.753.680,00* |
| 2 | ER&TD | 11,930 | *Rp. 89.568.352,00* |
| 1 | ER | 12,476 | *Rp. 79.849.808,00* |
| 2 | TD |
| 1 | TD | 12,444 | *Rp. 80.932.224,00* |
| 2 | ER |

*Sumber : Hasil Perhitungan Penelitian*

**Kesimpulan**

Dari hasil analisis maka diperoleh kesimpulan bahwa :

1. Terjadi antrian *engine overhaul* padatahap *engine receiving* dan tahap *teardown* proses *recommendation preparation* di PT. Altrak 1978 *branch* Samarinda*.*

2. Dengan menggunakan model antrian *Single Channel Multi Phase* pada tahap-tahap proses *recommendation preparation* di PT. Altrak 1978 *branch* Samarinda diperoleh :

 a. ***Engine Receiving*** : tingkat kesibukan tim mekanik atau probabilitas waktu sibuk (ρ) sebesar 98,3%, jumlah rata-rata *engine* dalam antrian (Lq) dan sistem (Ls) masing-masing sebesar 14 *engine* dan 15 *engine*, rata-rata waktu menunggu dalam antrian (Wq) dan sistem (Ws) masing-masing sebesar 49,353 hari dan 52,632 hari.

 b. ***Teardown*** : tingkat kesibukan tim mekanik atau probabilitas waktu sibuk (ρ) sebesar 88,3%, jumlah rata-rata *engine* dalam antrian (Lq) dan sistem (Ls) masing-masing sebesar 7 *engine* dan 8 *engine*, rata-rata waktu menunggu dalam antrian (Wq) dan sistem (Ws) masing-masing sebesar 23,229 hari dan 26,316 hari.

3. Biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan jika ada penambahan mekanik 1 atau 2 orang sebagai berikut :

 a. ***Engine Receiving*** : untuk penambahan 1 orang mekanik (*server*) membutuhkan biaya *Rp. 39.822.000,00* dan untuk penambahan 2 orang mekanik (*server*) membutuhkan biaya *Rp. 49.540.544,00*.

 b. ***Teardown*** : untuk penambahan 1 orang mekanik (*server*) membutuhkan biaya *Rp. 31.931.680,00* dan untuk penambahan 2 orang mekanik (*server*) membutuhkan biaya *Rp.40.027.808,00*.

Menurut hasil yang diperoleh, maka sebaiknya perusahaan menambahkan 2 orang mekanik (*server*) pada tahap *teardown* dengan biaya *Rp.40.027.808,00* dengan rata-rata waktu pelayanan per *engine* yang melewati proses *recommendation preparation* selama 13,569 hari.

**Daftar Pustaka**

Dimyati, T. T. Dan A. Dimyati. 2004. *Operating Research : model-Model Pengambilan Keputusan.* Bandung : Sinar Baru Algensindo.

Hadi, Sutrisno. 2010. *Document Level 4 Phase 1 Major Component*. Samarinda : PT. Altrak 1978.

Kakiay, T. J. 2004. Dasar Teori Antrian untuk Kehidupan Nyata. Yogyakarta : Andi.

Subagyo, P., dkk. 1988. *Dasar-dasar Operations Research edisi ke-3*. Yogyakarta : BPFE.

Taha, H. A. 1997. *Riset Operasi SuatuPengantar.* Jakarta : Binarupa Aksara.

Algifari. 1997. *Analisis Statistik untuk Bisnis dengan Regresi, Korelasi & Non-Parametrik.*  Yogyakarta : BPFE.

Supranto, J. 1987. *Riset Operasi : Untuk Pengambilan Keputusan*. Jakarta : Universitas Indonesia Press.

Hiller, F. S., and GeraldJ. Lierbermen. 1967. *Intrduction To Operation Research*. London : Holden Day.