

APLIKASI TEORI ANTRIAN SEBAGAI USAHA OPTIMALISASI JUMLAH SERVER PADA BENGKEL "AHASS" WARU JAYA MOTOR I DAN WARU JAYA MOTOR II DI SIDOARJO

Nur Sitti Khumairoh

ABSTRAKSI :

AHASS adalah Pusat Pelayanan dan Perbaikan Kendaraan Bermotor Khusus Honda. Karena banyaknya produk Honda yang beredar dipasar maka tingkat kesibukan pada suatu bengkel AHASS pun cukup tinggi. Untuk itu diperlukan suatu strategi untuk menentukan jumlah server yang optimal.

Dalam menentukan jumlah server bengkel "AHASS" Waru Jaya Motor I dan Waru Jaya Motor II didasarkan pada biaya total yang terjadi. Analisa antrian dalam Penelitian ini menggunakan model (M/M/c) : (FCFS/N/∞), dimana bengkel "AHASS" Waru Jaya Motor I memiliki rata-rata kedatangan λ 11,28 unit/jam dengan rata-rata pelayanan μ 1,93 unit/jam/server. Sedangkan bengkel 'AHASS' Waru Jaya Motor II memiliki rata-rata kedatangan λ 10,91 unit/jam dengan rata-rata pelayanan μ 1,94 unit/jam/server.

Dari hasil analisa antrian bengkel "AHASS" Waru Jaya Motor I kondisi optimal terjadi pada kondisi server sebanyak tujuh server dengan tingkat kesibukan $P_o = 0,8349375$ dan waktu menunggu 0,7702691 jam dengan biaya total sebesar Rp. 375.145,-. Sedangkan bengkel "AHASS" Waru Jaya Motor II kondisi optimal terjadi pada kondisi server sebanyak enam server dengan tingkat kesibukan $P_o = 0,9372876$ dan waktu menunggu 1,65626 jam dengan biaya total sebesar Rp. 359.365,-

Keywords : Pelayanan, Teori Antrian, Optimalisasi.

Pendahuluan

Perkembangan produk kendaraan bermotor khususnya sepeda motor di Indonesia akhir-akhir ini cukup pesat. Seperti yang terlihat sekarang ini banyak sekali sepeda motor China yang masuk ke Indonesia, hal ini juga menimbulkan keresahan dan kekhawatiran pada produk-produk sepeda motor yang telah lama beroperasi. Namun bagi sebagian masyarakat kualitas tetap menjadi pertimbangan utama dalam memilih kendaraan. Selain itu juga adanya bengkel resmi sebagai pusat pemeliharaan dan perawatan kendaraan bermotor, tentunya dengan kualitas yang handal dan memuaskan.

AHASS adalah bengkel yang dimaksud yang merupakan bengkel perorangan yang berada dibawah lisensi PT. Astra Honda Motor. Oleh karenanya honda selalu melakukan kontrol terhadap bengkel-bengkel AHASS yang ada sebagai upaya menjaga mutu dan kualitas pelayanan pemeliharaan kendaran honda agar tetap berada dalam standart honda. Hal itu dilakukan guna memenuhi kepuasan pelanggan terhadap honda. Namun tidak dapat dihindari kenyatannya bahwa pada setiap bengkel AHASS sering terjadi antrian.

Perumusan yang dibahas dalam penelitian ini adalah bagaimana menentukan jumlah server pada bengkel "AHASS" yang optimal agar dapat memperpendek waktu tunggu dalam antrian dan mengurangi *opportunity loss* akibat penolakan terhadap pelanggan service. Tujuan dari penelitian ini adalah mendapatkan jumlah server yang minimum biaya total (*total cost*) yang terjadi dalam pekerjaan perbaikan kendaraan (*service*) pada bengkel "AHASS". Total cost yang dimaksud disini adalah akibat dari biaya operasional server dan waktu tunggu pelanggan.

Tinjauan Pustaka

Teori antrian pertama kali ditemukan dalam masalah kemacetan jaringan telepon dan dalam hasil kerja A.K.Erlang (1878-1929), seorang ahli matematika dari Denmark, menjadi penasehat ilmiah untuk *Copenhagen Telephone Company* ketika pada tahun 1917. Ia menerbitkan sebuah karya tulis mengenai perkembangan teori lalu lintas telepon dimana ia

dapat menentukan probabilita perbedaan jumlah panggilan telepon yang menunggu dan lamanya waktu menunggu ketika sistem tersebut dalam keadaan seimbang (*equilibrium*). Ia mengasumsikan masukan poisson dari sumberdaya yang terbatas dan eksponensial waktu menunggu. Hasil karya Erlang tersebut memberikan rangsangan dan membentuk dasar untuk perkembangan teori antrian berikutnya.

Menunggu dalam suatu antrian adalah hal yang paling sering terjadi dalam kehidupan sehari-hari. Siapapun yang pergi berbelanja atau ke bioskop telah mengalami ketidaknyamanan dalam mengantri untuk membeli atau membayar tiket. Dalam kehidupan sehari-hari yang menghabiskan waktunya untuk mengantri bukan hanya manusia saja tetapi produk yang menunggu giliran dalam proses produksi, mesin yang menunggu giliran untuk di perbaiki dan sebagainya. Karena waktu merupakan sumberdaya yang berharga, pengurangan dalam waktu menunggu merupakan analisa yang cukup penting. (Bernard W. Taylor III, 1993)

Konsep dasar antrian

Suatu antrian adalah suatu garis tunggu dari satuan yang memerlukan layanan dari satu atau lebih pelayan (fasilitas pelayanan). Studi matematika dari kejadian atau gejala garis tunggu ini disebut teori antrian. (P. Siagian). Kejadian garis tunggu disebabkan oleh kebutuhan akan layanan melebihi kemampuan (kapasitas) pelayanan atau fasilitas pelayanan, sehingga satuan yang memerlukan layanan yang tiba tidak bisa segera mendapat layanan disebabkan kesibukan pelayanan. Dalam kehidupan sehari-hari kejadian ini sering kita temukan mesalnya seperti terjadi pada loket bioskop, loket kereta api, loket-loket pada bank, dermaga di pelabuhan, loket jalan tol, pelabuhan udara, tempat praktek dokter, pompa minyak dan banyak lagi yang lain.

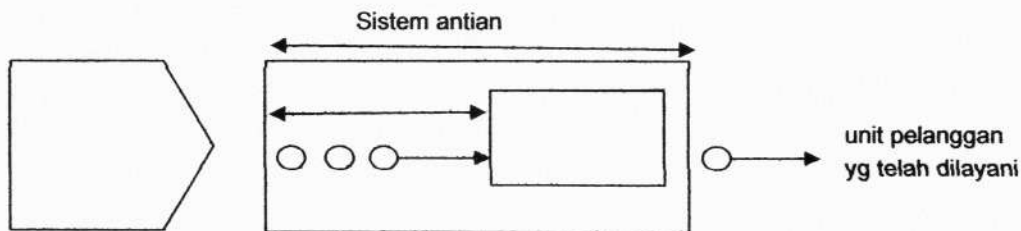
Dalam banyak hal tambahan fasilitas pelayanan dapat diberikan untuk mengurangi antrian atau untuk mencegah timbulnya antrian. Akan tetapi biaya karena memberikan pelayanan tambahan akan menimbulkan pengurangan keuntungan mungkin dibawah tingkat yang dapat diterima. Demikian juga sebaliknya sering timbulnya antrian yang panjang akan mengakibatkan hilangnya pelanggan.

Dari sudut pandang model antrian, situasi antrian diciptakan dengan cara berikut ini. Sementara para pelanggan datang di suatu sarana pelayanan mereka tergabung dalam sistem antrian. Pelayan memilih seorang pelanggan dari antrian untuk memulai pelayanan. Setelah selesai pelayanan proses memilih pelanggan baru (yang sedang menunggu) diulang.

Sistem Antrian

Dalam suatu antrian pelanggan tiba dengan laju tetap atau tidak tetap untuk memperoleh pelayanan pada fasilitas pelayanan. Bila pelanggan yang tiba dapat langsung masuk kedalam fasilitas pelayanan, maka ia akan segera dilayani. Tapi kalau harus menunggu mereka akan membentuk suatu antrian hingga tiba waktunya untuk dilayani. Mereka akan dilayani dengan laju tetap atau tidak tetap, setelah selesainya mereka berangkat. Dari penjelasan diatas sistem antrian dapat digambarkan seperti pada gambar 2.1 yang terbagi atas 3 unsur utama, yaitu ;

1. Populasi Unit Kedatangan
2. Antrian
3. Fasilitas pelayanan



Gambar 1
Proses Dasar Antrian

(sumber : Richard I. Levin, dkk, 1997)

Populasi Unit Kedatangan

Populasi unit kedatangan merupakan besaran masukan bagi sistem antrian guna mendapatkan pelayanan. Sedangkan pola kedatangan populasi yaitu pola kedatangan anggota populasi kedalam fasilitas pelayanan. Kedatangan ini dapat mengikuti suatu pola yang teratur atau acak. Distribusi kemungkinan kedatangan atau waktu antar kedatangan yang ditentukan dengan teknik sampling, sedangkan kedatangan secara acak biasanya dapat dibuat distribusinya dengan menggunakan distribusi poisson (*poisson distribution*), hal ini sudah melalui penelitian selama bertahun-tahun serta berdasarkan pengalaman orang-orang dalam bidang antrian. (Bernard W. Taylor III, 1993).

Populasi tak terbatas yaitu jika anggota populasi yang mempunyai kemungkinan untuk masuk kedalam sistem antrian relatif besar. Sehingga jika terjadi satu anggota populasi masuk kedalam sistem antrian maka tidak akan memberi pengaruh terhadap besarnya kemungkinan kedatangan anggota populasi lainnya. Contoh apabila kita memperhatikan antrian pada loket bank maka terdapat populasi nasabah yang banyak dan tak terbatas.

Populasi terbatas yaitu jika anggota populasi yang mempunyai kemungkinan untuk masuk kedalam sistem antrian relatif kecil, sehingga jika terdapat satu anggota populasi masuk kedalam sistem antrian, maka akan memberikan pengaruh terhadap besarnya kemungkinan kedatangan anggota populasi yang lainnya. Sebagai contoh jasa pencucian mobil memiliki tempat parkir yang memuat 7 mobil, maka antrian maksimal 7 mobil yang menunggu dilayani. Perilaku populasi yaitu dimana setiap anggota populasi dapat mempunyai perilaku berbeda untuk masuk kedalam sistem antrian. Misalnya seseorang tidak mau masuk kedalam sistem antrian hanya untuk mendapatkan tiket bioskop, namun ada sebagian orang yang bersedia untuk antri berjam-jam lamanya hanya untuk mendapatkan tiket bioskop demi untuk menyaksikan film yang mereka sukai.

Antrian

Antrian merupakan garis tunggu yang memerlukan pelayanan. Fasilitas pelayanan boleh lebih dari satu server dan diasumsikan satu server mampu melayani satu pelanggan dalam satu periode waktu. Bila pelanggan datang saat server sibuk maka pelanggan tersebut harus menunggu dan masuk kedalam sistem antrian.

Fasilitas Pelayanan

Fasilitas pelayanan merupakan fasilitas yang diadakan untuk melayani unit yang berasal dari populasi kedatangan dan masuk kedalam sistem antrian. Jumlah saluran pelayanan ditentukan oleh pola distribusi kedatangan serta distribusi waktu pelayanan.

Dalam fasilitas pelayanan terdapat beberapa struktur dasar sistem antrian, diantaranya ;

1. Satu antrian, satu pelayan
2. Satu antrian, beberapa pelayan paralel
3. Satu antrian, beberapa pelayan seri
4. Beberapa antrian, beberapa pelayan paralel

Notasi Kendall

Notasi baku yang dijabarkan oleh D.G. Kendall (1953) dalam bentuk $(a/b/c)$ dikenal dalam literatur sebagai *notasi kendal*. Selanjutnya A.M. Lee (1966) menambahkan simbol d dan e kedalam notasi kendal tersebut. Selanjutnya notasi Kendall-Lee digunakan dengan menambahkan simbol f yang mewakili kapasitas sumber pemanggil.

Untuk menunjukkan karakteristik suatu sistem antrian notasi/format umumnya adalah sebagai berikut

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

dimana :

- a = Bentuk distribusi kedatangan
- b = Bentuk distribusi waktu pelayanan
- c = Jumlah stasiun pelayanan yang disusun secara paralel dan independen antar yang satu dengan yang lainnya.
- d = disiplin pelayanan
- e = Jumlah maksimum yang diperkenankan dalam sistem antrian
- f = Besarnya populasi kedatangan

Untuk huruf *a* dan *b* digunakan kode-kode berikut dibawah ini sebagai pengganti.

- M = Markovian, artinya distribusi kedatangan poisson dan distribusi pelayanan (keberangkatan) eksponensial / distribusi waktu antar kedatangan dan distribusi satuan yang dilayani.
- D = Deterministik, artinya waktu antar kedatangan dan waktu pelayanan tertentu.
- G = General / distribusi umum untuk kedatangan dan waktu pelayanan.

Huruf *c* dapat diganti dengan bilangan bulat positif yang mempresentasikan banyaknya stasiun pelayanan paralel yang terdapat dalam sistem antrian. Huruf *d* dapat diganti dengan First Come First Served (FCFS), Last Come First Served (LCFS), Service In Random Order (SIRO) atau General Service Discipline (GD).

Untuk huruf *e* dan *f* masing-masing dapat diganti dengan simbol (∞) yang menunjukkan jumlah dari pelanggan dalam sistem antrian, tidak dibatasi jumlahnya atau simbol *N* yang menunjukkan bahwa jumlah dari pelanggan dibatasi sejumlah *N* unit. (Hamdy A Taha, 1996)

Model antrian (M/M/c) : (FCFS/N/ ∞)

Pada model ini memiliki arti bahwa pola kedatangan berdistribusi poisson, waktu pelayanan berdistribusi eksponensial dengan pelayanan sebanyak *c* yang terpasang secara paralel, disiplin pelayanan First Come First Serverd, Jumlah maksimal pelanggan yang diizinkan masuk kedalam system antrian sebanyak *N* unit dan kapasitas sumber pemanggilan tak terbatas.

Pada model ini dapat menggunakan rumus : (Hamdy A Taha, 1996)

1. Probabilitas tidak munculnya pelanggan, P_0 adalah :

$$P_0 = \begin{cases} \left[\sum_{n=0}^{\infty} \frac{P^n}{n!} + \frac{P^c (1 - (\rho/c)^{N-c+1})}{c!(1 - \rho/c)} \right]^{-1}, & \rho/c \neq 1 \\ \left[\sum_{n=0}^{c-1} \frac{P^n}{n!} + \frac{P^c}{c!} (N - c + 1) \right]^{-1}, & \rho/c = 1 \end{cases}$$

dimana

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

2. Probabilitas munculnya pelanggan, P_n adalah :

$$P_n = \frac{\rho^n}{n!} P_0, \quad 0 \leq n \leq c$$

$$P_n = \frac{\rho^n}{c! c^{n-c}} P_0, \quad c \leq n \leq N$$

Faktor pemanfaatan $\frac{P}{c}$ tidak perlu kurang dari 1

3. Jumlah pelanggan yang diperkirakan dalam antrian :

$$L_q = \begin{cases} P_0 \frac{\rho^{c+1}}{(c-1)(c-\rho)^2} \left\{ 1 - \left(\frac{\rho}{c}\right)^{N-c} - (N-c) \left(\frac{\rho}{c}\right)^{N-c} \left(1 - \frac{\rho}{c}\right) \right\}, \rho/c \neq 1 \\ P_0 \frac{\rho^c (N-c)(N-c+1)}{2c!}, \rho/c = 1 \end{cases}$$

4. Jumlah pelanggan yang diperkirakan dalam system

$$L_s = L_q + \left(c - \bar{c} \right)$$

dimana

$$\begin{aligned} \bar{c} &= \text{Jumlah pelayan yang mengganggu yang diperkirakan} \\ &= \sum_{n=0}^c (c-n) P_n \end{aligned}$$

5. Waktu menunggu yang diperkirakan dalam antrian :

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

6. Waktu menunggu yang diperkirakan dalam system :

$$W_s = W_q + \frac{1}{\mu}$$

Peranan Distribusi POISSON dan EKSPONENSIAL

Situasi antrian dimana kedatangan dan keberangkatan (kejadian) yang timbul selama satu interval waktu dikendalikan dengan kondisi berikut ini.

Kondisi 1 : Probabilitas dari jumlah kejadian (kedatangan atau keberangkatan) yang timbul antara t dan $t+s$ bergantung hanya pada panjangnya s , yang berarti bahwa probabilitas tidak bergantung pada t atau jumlah kejadian yang timbul selama periode waktu $(0,t)$

Kondisi 2 : Probabilitas kejadian yang timbul selama interval waktu yang sangat kecil h adalah positif tetapi kurang dari satu.

Kondisi 3 : Paling banyak satu kejadian dapat timbul dalam interval waktu yang sangat kecil h .

Tiga kondisi diatas menjabarkan sebuah proses dimana jumlah kejadian selama satu interval waktu yang diberikan adalah poisson dan karena itu interval waktu antar kejadian yang berturut-turut adalah eksponensial. Dengan kasus demikian, bahwa kondisi-kondisi tersebut mewakili *proses poisson*.

Didefinisikan :

$P_n(t)$: probabilitas kejadian n yang timbul selama waktu t , lalu berdasarkan kondisi 1 probabilitas tidak adanya kejadian yang timbul selama $t+h$ adalah

$$P_0(t+h) = P_0(t) P_0(h)$$

Untuk $h > 0$ dan cukup kecil, kondisi 2 menunjukkan bahwa $0 < P_0(h) < 1$. Berdasarkan kondisi ini persamaan diatas memiliki pemecahan berikut.

$$P_0(t) = e^{-\alpha}, \quad t \geq 0$$

Dimana α adalah konstanta positif.

Proses yang dijabarkan dengan $P_n(t)$ interval waktu antara beberapa kejadian yang berturut-turut adalah eksponensial. Dengan menggunakan hubungan yang diketahui antara poisson dan eksponensial, kita lalu menyimpulkan bahwa $P_n(t)$ pastilah poisson.

Asumsi :

$f(t)$: fungsi kedatangan probabilitas (pdf) dari interval waktu t antar pemunculan kejadian yang berturut-turut, $t \geq 0$

misalkan bahwa T adalah interval waktu sejak pemunculan kejadian terakhir, maka pernyataan probabilitas berikut berlaku “

$$P\{\text{waktu antar kejadian melebihi } T\} = P\{\text{tidak ada kejadian sebelum } T\}$$

Pernyataan ini dapat diterjemahkan menjadi

$$\int_T^{\infty} f(t) dt = Po(T)$$

Mensubstitusi $Po(t)$ sebagaimana diturunkan diatas diperoleh :

$$\int_T^{\infty} f(t) dt = e^{-\alpha T}, T > 0$$

atau

$$\int_0^T f(t) dt = 1 - e^{-\alpha T}, T > 0$$

Dengan mengambil derivatif dari kedua sisi dalam kaitannya dengan T , kita memperoleh :

$$f(t) = \alpha e^{-\alpha t}, t \geq 0 \quad (\text{eksponensial})$$

yang merupakan sebuah distribusi eksponensial dengan mean $E\{t\} = 1/\alpha$ unit waktu.

Dengan diketahui bahwa $f(t)$ merupakan sebuah distribusi eksponensial, teori probabilitas memberi tahu kita bahwa $Pn(t)$ pastilah merupakan distribusi poisson, yaitu

$$Pn(t) = \frac{(\alpha t)^n e^{-\alpha t}}{n!}, n = 0, 1, 2, \dots \quad (\text{poisson})$$

Nilai mean dari n selama periode waktu tertentu t adalah $E\{n/t\} = \alpha t$ kejadian. Ini berarti bahwa α mewakili laju timbulnya kejadian.

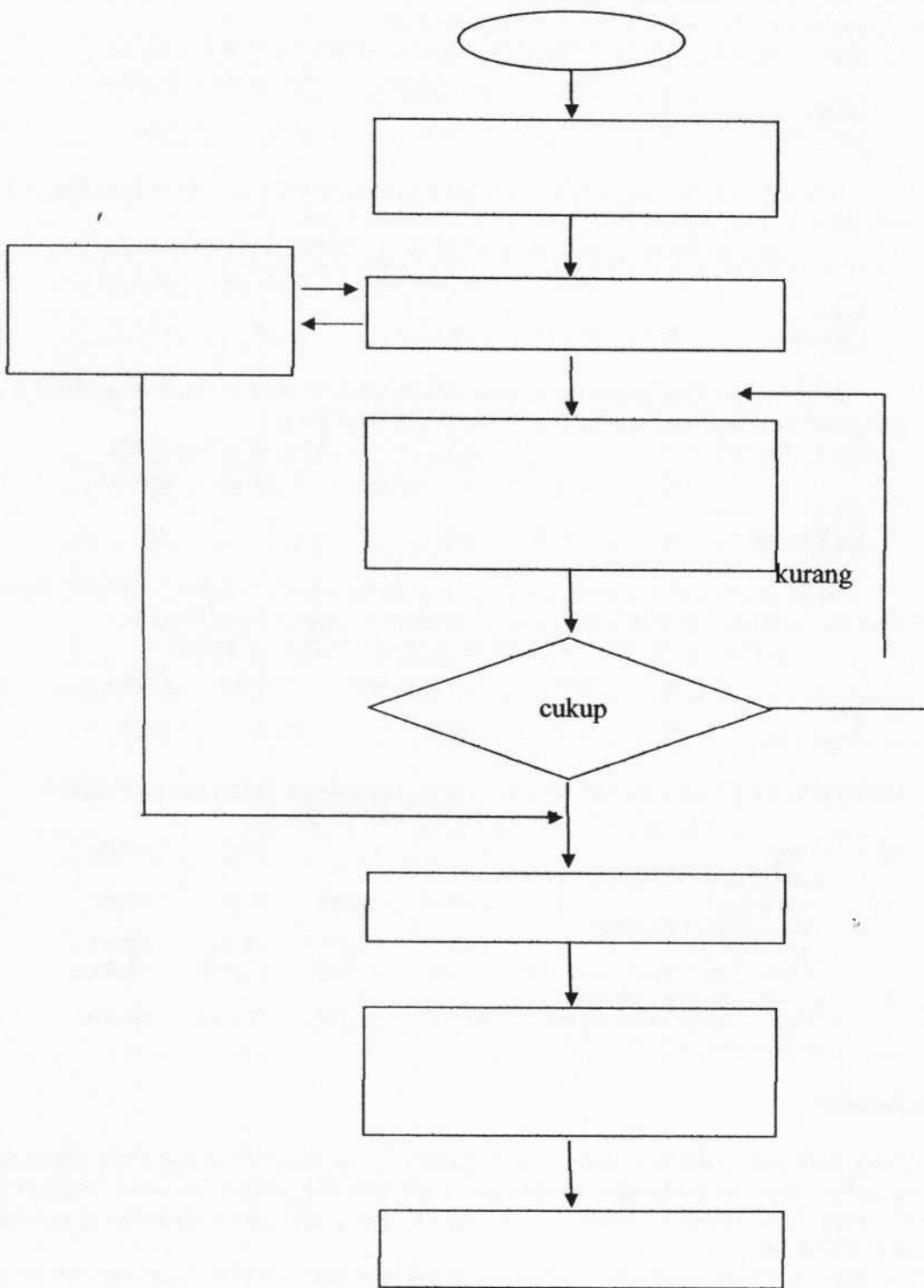
Model-model Keputusan Antrian

Pengambilan keputusan menyangkut antrian berkaitan dengan peningkatan hasil karya sistem melalui penggunaan model keputusan yang sesuai. Model ini dibangun dengan menggunakan sifat operasi yang cocok yang akhirnya menetapkan parameter optimum yang mencakup laju pelayanan, jumlah pelayanan atau panjang antrian maksimum yang diperkenankan.

Metodologi Penelitian

Metode penelitian merupakan langkah-langkah yang dijadikan pedoman didalam melakukan penelitian, agar mudah dalam melakukan penelitian, dapat memperoleh hasil yang baik dan memperkecil kesalahan-kesalahan yang mungkin terjadi agar penelitian dapat berjalan sesuai dengan tujuan penelitian.

Langkah-langkah dalam melaksanakan penelitian akan diuraikan beserta diagram aliran (*Flow Chart*)-nya. Diagram alir dari keseluruhan metodologi secara sistematis dapat dilihat pada gambar berikut ini.



Gambar 2 Aliran Proses Penelitian

Pembahasan

Waktu antar kedatangan pelanggan pada bengkel "AHASS" Waru Jaya Motor I, dari tabel tersebut di dapat *descriptive statistics* sebagai berikut :

Tabel 1 DESCRIPTIVE STATISTICS WAKTU ANTAR KEDATANGAN

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
Waktu Antar Kedatangan I	60	5,3167	1,8910	2,00	9,00

Sedangkan tabel waktu pelayanan pada bengkel "AHASS" Waru Jaya Motor I, dari tabel tersebut di dapat *descriptive statistics* sebagai berikut :

Tabel 2 DESCRIPTIVE STATISTICS WAKTU PELAYANAN

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
Waktu Pelayanan I	40	31,075	7,5901	21,00	45,00

Waktu antar kedatangan pelanggan pada bengkel "AHASS" Waru Jaya Motor II, dari tabel tersebut di dapat *descriptive statistics* sebagai berikut :

Tabel 3 DESCRIPTIVE STATISTICS WAKTU ANTAR KEDATANGAN

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
Waktu Antar Kedatangan II	60	5,5000	1,8821	2,00	9,00

Sedangkan tabel 4 adalah tabel waktu pelayanan pada bengkel "AHASS" Waru Jaya Motor II, dari tabel tersebut di dapat *descriptive statistics* sebagai berikut :

Tabel 4 DESCRIPTIVE STATISTICS WAKTU PELAYANAN

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
Waktu Pelayanan II	40	30,9750	7,7476	21,00	45,00

Hasil uji keseragaman data dari seluruh data yang ada dapat ditunjukkan pada tabel 5.

Tabel 5 HASIL UJI KESERAGAMAN DATA

NO	WAKTU	X	σ_x	$X-2\sigma_x$	$X+2\sigma_x$
1	Waktu Antar Kedatangan Waru Jaya Motor I	5,3167	1,8910	1,5347	9,0987
2	Waktu Antar Kedatangan Waru Jaya Motor II	5,500	1,8821	1,7358	9,2642
3	Waktu Penyelesaian pekerjaan (pelayanan) Waru Jaya Motor I	31,075	7,5901	15,8948	46,2552
4	Waktu Penyelesaian pekerjaan (pelayanan) Waru Jaya Motor II	30,975	7,7476	15,4798	46,4702

Waktu Pelayanan

Waktu pelayanan adalah waktu yang diperlukan oleh mekanik untuk menyelesaikan pekerjaan perawatan dan perbaikan kendaraan. waktu rata-rata pelayanan untuk bengkel "AHASS" Waru Jaya Motor I sebesar 31,075 menit/ unit, sehingga setiap server mampu melayani 1,93 unit/jam.

Sedangkan waktu rata-rata waktu pelayanan untuk bengkel "AHASS" Waru Jaya Motor II sebesar 30,975 menit/unit, sehingga setiap server mampu melayani 1,94 unit/jam.

Waktu Antar Kedatangan

Waktu antar kedatangan adalah selisih waktu yang terjadi antara kedatangan pelanggan satu dengan satu pelanggan yang ada dibelakangnya. waktu antar kedatangan pelanggan untuk

bengkel "AHASS" Waru Jaya Motor I, sehingga dari tabel tersebut diperoleh waktu rata-rata antar kedatangan sebesar 5,3167 menit. Dari waktu rata-rata antar kedatangan ini didapat rata-rata kedatangan sebanyak 11,28 unit/jam.

Sedangkan waktu antar kedatangan untuk bengkel "AHASS" Waru Jaya Motor II. Dari tabel ini diperoleh rata-rata waktu antar kedatangan sebesar 5,5 menit, sehingga dari rata-rata waktu antar kedatangan ini didapat rata-rata kedatangan sebanyak 10,91 unit/jam.

Performansi Antrian

Dalam sub bab ini akan dihitung performansi antrian pada bengkel "AHASS" Waru Jaya Motor I dan Waru Jaya Motor II. Performansi tersebut meliputi waktu tunggu baik dalam antrian maupun dalam sistem, panjang antrian baik dalam antrian maupun dalam sistem. Adapun fokus yang diamati adalah tempat mekanik melakukan pekerjaan.

Performansi antrian untuk "AHASS" Waru Jaya Motor I dapat diperhitungkan performansi ini menggunakan model $(M/M/5) : (FCFS/68/\infty)$. Model ini menunjukkan distribusi kedatangan poisson dan waktu pelayanan eksponensial dengan maksimal 5 pelanggan dapat dilayani bersama. Rata-rata kedatangan sebanyak 11,28 pelanggan/jam dinotasikan λ , sedangkan rata-rata pelayanan sebesar 1,93 unit/server/jam dinotasikan μ sehingga rata-rata pelayana teknisi sibuk sebesar 9,65 unit/jam dan maksimal pelanggan yang boleh masuk kedalam sistem antrian sebanyak 68 pelanggan/hari.

Tabel 8 PERFORMANSI UNTUK SERVER BERBEDA PADA KONDISI STEADY STATE

C (server)	6	7	8	9
λ (unit/jam)	11,28	11,28	11,28	11,28
μ (unit/jam/server)	1,93	1,93	1,93	1,93
P	0,9739463	0,8349375	0,73057	0,6493955
P_0 %	0,043731	0,2007954	0,2567053	0,2773656
P_n %	92,88721	56,22588	32,17235	17,34757
L_s (unit)	39,6786	8,688634	6,716925	6,165874
L_q (unit)	33,83492	2,844072	0,8723657	0,3213144
W_s (jam)	3,518131	0,7702691	0,595472	0,5466201
W_q (jam)	2,999997	0,2521341	0,077337	0,028485

Performansi antrian pada "AHASS" Waru Jaya Motor II Perhitungan performansi ini menggunakan model $(M/M/6) : (FCFS/81/\infty)$. Model ini menunjukkan distribusi kedatangan poisson dan waktu pelayanan eksponensial dengan maksimal 6 pelanggan dapat dilayani bersama. Rata-rata kedatangan sebanyak 10,91 pelanggan/jam dinotasikan λ , sedangkan rata-rata pelayanan sebesar 1,94 unit/server/jam dinotasikan μ sehingga rata-rata pelayana teknisi sibuk sebesar 11,64 unit/jam dan maksimal pelanggan yang boleh masuk kedalam sistem antrian sebanyak 81 pelanggan/hari.

Tabel 9 PERFORMANSI UNTUK SERVER BERBEDA PADA KONDISI STEADY STATE

c (server)	6	7	8	9
λ (unit/jam)	10,91	10,91	10,91	10,91
μ (unit/jam/server)	1,94	1,94	1,94	1,94
P	0,9372876	0,8033878	0,7029637	0,6248565
P_0 %	0,1188819	0,2746604	0,3296062	0,3496499
P_n %	83,28174	49,30767	27,53276	14,4504
L_s (unit)	18,0698	7,638497	6,275298	5,864404
L_q (unit)	12,4408	2,014782	0,6515883	0,2406932
W_s (jam)	1,65626	0,700137	0,5751879	0,5375255
W_q (jam)	1,140795	0,1846729	0,059723	0,0220617

Biaya Tunggu

Biaya tunggu didefinisikan sebagai biaya yang dikeluarkan selama pelanggan menunggu proses penyelesaian pekerjaan. Besarnya biaya tunggu per hari didapat dari besarnya waktu tunggu dibagi dengan waktu pelayanan dikalikan dengan biaya jasa per unit. Sehingga besarnya biaya tunggu per hari untuk masing-masing server dapat ditunjukkan pada tabel 10.

Tabel 10 BIAYA TUNGGU PER HARI

SERVER	WARU JAYA MOTOR I	WARU JAYA MOTOR II
6	135.857	64.165
7	29.745	27.124
8	22.995	22.283
9	21.108	20.824

Mekanik

Mekanik adalah karyawan yang bertugas melakukan pekerjaan perawatan dan perbaikan kendaraan. Banyaknya mekanik yang dipekerjakan sangat mempengaruhi besarnya biaya operasional. Biaya operasional adalah biaya yang harus dikeluarkan untuk membayar upah mekanik. Biaya operasional ini berbanding lurus dengan jumlah server yang dioperasikan. Biaya yang dikeluarkan untuk masing-masing mekanik adalah sebesar Rp. 28.000/hari, sedangkan untuk helper mekanik sebesar Rp. 21.200/hari. Sehingga setiap server memerlukan biaya operasional sebesar Rp. 49.200/hari.

Biaya total (total cost) didefinisikan sebagai hasil penjumlahan dari biaya operasional dengan opportunity loss. Biaya total ini merupakan alat pertimbangan dalam menentukan jumlah server yang digunakan.

Tabel 11 BIAYA TOTAL PER HARI "AHASS" WARU JAYA MOTOR I

SERVER	B. OPERASIONAL (Rp)	BIAYA TUNGGU (Rp)	TOTAL COST (Rp)
6	295.200	135.857	431.057
7	344.400	29.745	374.145
8	393.600	22.995	416.595
9	442.800	21.108	463.908

Tabel 12 BIAYA TOTAL PER HARI "AHASS" WARU JAYA MOTOR I

SERVER	B. OPERASIONAL (Rp)	BIAYA TUNGGU (Rp)	TOTAL COST (Rp)
6	295.200	64.165	359.365
7	344.400	27.124	371.524
8	393.600	22.283	415.883
9	442.800	20.824	463.624

Kesimpulan

Bengkel "AHASS" Waru Jaya Motor I kondisi optimal terjadi pada jumlah server sebanyak tujuh dengan waktu tunggu 0,7702691 jam. Dengan menggunakan tujuh server ini biaya total yang terjadi sebesar Rp. 374.145,-.

Bengkel "AHASS" Waru Jaya Motor II kondisi optimal terjadi pada jumlah server sebanyak enam dengan waktu tunggu 1,65626 jam. Dengan menggunakan enam server ini biaya total yang terjadi sebesar Rp. 359.365,-.

Daftar Pustaka

- Bronson, Richard *alih bahasa Hans J. Wospakrik*. 1996, **Teori & Soal-soal Operatian Research**, Cetakan ke-4, Penerbit Erlangga, Jakarta,
- Levin, Richard. I. David S. Rubin, Joel P. Stinson, 1997, Everette S. Gardner.Jr. **Pengambilan Keputusan secara Kuantitatif**, Cetakan -3, Edisi -7, Penerbit Raja Grafindo Persada, Jakarta.
- M, Madyana. A. **Analisa Perancangan Kerja dan Ergonomi**, 1996, Cetakan -1, Edisi -1, Penerbit Universitas Atma Jaya, Yogyakarta
- Penjualan Motor Nasional**, Jawa Post, jum'at 16 Mei 2003.
- Santoso, singgih. **Buku Latihan SPSS Statistik Non Parametrik**, 2001, Edisi -1, Penerbit Elex Media Komputindo, Jakarta
- Siagian, P. **Penelitian Operational** teori dan praktek, 1987, Cetakan -1, Penerbit Universitas Indonesia, Jakarta
- Subagya, Pangestu. Marwan asri, Hani Handoko. 1992, **Dasar-dasar Operation Research**, Edisi ke-2, Cetakan ke-8, Penerbit BPFE, Yokyakarta
- Taylor III, Bernard. W. *alih bahasa Chaerul D. Dlakman SE.AK, MBA, Vita Silvira SE. MBA*. 1996 **Sains Manajemen**, Penerbit Salemba Empat, Jakarta.
- Taha, Hamdy. A. *alih bahasa Drs. Daniel Wirajaya*, **Riset Operasi**, 1996. Penerbit Binarupa Aksara, Jakarta
- Walpole, E. Ronald, Raymond H Myers, *terjemahan RK Sembiring*, **Ilmu Peluang dan Statistika untuk Insinyur dan Ilmuan**, 1995, Edisi-4, Penerbit ITB, Bandung