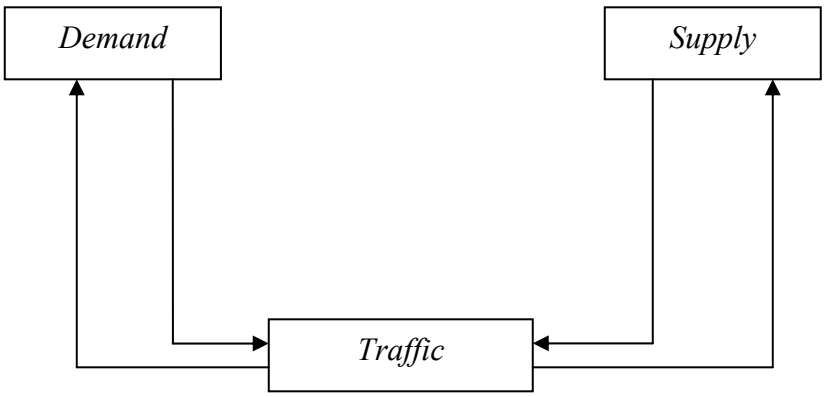
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Permasalahan Transportasi

Transportasi adalah suatu bagian yang integral dari hampir seluruh kegiatan manusia, sehingga secara prinsip sukarlah membedakan sebab dan akibatnya **(Morlok, 1978)**. Timbulnya transportasi itu sendiri terjadi akibat kebutuhan masyarakat (*demand*) akan transportasi dan adanya prasarana (*supply*) yang telah tersedia. Transportasi merupakan sistem yang menghubungkan *demand* dengan *supply* yang saling terkait dan mempengaruhi **(Tamin, 1995)**.



Gambar 2.1 Siklus Transportasi

Tujuan utama dari sistem transportasi adalah untuk meningkatkan aksesibilitas, sebab jika aksesibilitas meningkat, maka aktifitas setiap kegiatan akan meningkat pula. Misal :

- Lapangan kerja meningkat
- Kualitas sumber daya manusia meningkat

- Pendapatan Perkapita daerah meningkat

Transportasi yang baik adalah transportasi yang cepat, aman, ekonomis, mudah, dan nyaman. Transportasi terbagi menjadi tiga jenis yaitu :

1. Transportasi Darat
2. Transportasi Udara
3. Transportasi Laut

Dari ketiga jenis transportasi di atas, transportasi darat yang paling banyak permasalahannya baik itu dari segi sarana maupun prasarana transportasi itu sendiri, seperti : banyaknya jumlah kendaraan, banyaknya jalan yang rusak, sering terjadinya kecelakaan dan menimbulkan kemacetan. Permasalahan tersebut disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya :

- Jumlah *demand* > *suplly*.
- Jalan sebagai komponen transportasi tidak difungsikan sebagaimana mestinya.
- Faktor pengemudi.
- Faktor kendaraan itu sendiri.

2.2 Teori Antrian

Suatu keadaan antrian biasanya ditandai oleh adanya aliran unit kedatangan yang mendatangi fasilitas pelayanan yang berjumlah satu atau lebih. Langganan yang datang akan segera dilayani atau mungkin harus menunggu beberapa saat sebelum

dilayani. Jadi antrian itu adalah suatu garis tunggu dari suatu yang memerlukan pelayanan dari satu atau lebih fasilitas pelayanan.

Antrian timbul bila permintaan untuk dilayani melebihi batas kemampuan yang melayani atau kecepatan kedatangan kendaraan lebih besar dari kecepatan pelayanan.

Didalam suatu sistem antrian biasanya terdapat komponen-komponen sebagai berikut :

1. Kecepatan kedatangan rata-rata kendaraan ke fasilitas pelayanan lebih besar dari pada kecepatan rata-rata pelayanan.
2. Terbentuknya barisan antrian bila kendaraan harus menunggu sebelum dilayani.
3. Adanya disiplin dalam melayani kendaraan.
4. Kendaraan yang datang mempunyai distribusi kedatangan tertentu dan waktu pelayanan tertentu.
5. Adanya kendaraan yang membutuhkan pelayanan.
6. Adanya pelayanan yang diberikan oleh fasilitas pelayanan.
7. Adanya fasilitas pelayanan.

2.3 Komponen Antrian

Ada 3 (tiga) komponen utama dalam teori antrian yang harus benar-benar diketahui dan dipahami, yaitu **(Wohl and Martin, 1967; Morlok, 1978; dan Hobbs, 1979)** :

- Tingkat Kedatangan (λ)

- Tingkat Pelayanan (μ), dan
- Disiplin Antrian

2.3.1 Tingkat Kedatangan (λ)

Tingkat Kedatangan yang dinyatakan dengan notasi λ adalah jumlah kendaraan atau manusia yang bergerak menuju satu atau beberapa tempat pelayanan dalam satu satuan waktu tertentu, biasa dinyatakan dalam satuan kendaraan/jam atau orang/menit.

2.3.2 Tingkat Pelayanan (μ)

Tingkat pelayanan yang dinyatakan dengan notasi μ adalah jumlah kendaran atau manusia yang dapat dilayani oleh satu tempat pelayanan dalam satu satuan waktu tertentu, biasa dinyatakan dalam satuan kendaraan/jam atau orang/menit.

Selain tingkat pelayanan, juga dikenal **Waktu pelayanan (WP)** yang dapat didefinisikan sebagai waktu yang dibutuhkan oleh satu tempat pelayanan untuk dapat melayani satu kendaraan atau satu orang, biasa dinyatakan dalam satuan detik/kendaraan atau menit/orang, sehingga bisa disimpulkan bahwa :

$$\text{WP} = \frac{1}{\mu} \qquad (2.1)$$

Selain itu, dikenal juga notasi ρ yang didefinisikan sebagai nisbah antara tingkat kedatangan (λ) dengan tingkat pelayanan (μ) dengan persyaratan bahwa nilai tersebut selalu lebih kecil dari 1.

$$\rho = \frac{\lambda}{\mu} < 1 \qquad (2.2)$$

Jika nilai $\rho > 1$, hal ini berarti bahwa tingkat kedatangan lebih besar dari tingkat pelayanan. Jika hal ini terjadi, maka dapat dipastikan akan terjadi antrian yang akan selalu bertambah panjang (tidak terhingga).

2.4 Parameter Antrian

Terdapat 4 (empat) parameter utama yang selalu digunakan dalam menganalisis antrian, yaitu $\bar{n}$, $\bar{q}$, $\bar{d}$, dan $\bar{w}$. Definisi dari setiap parameter tersebut adalah :

$\bar{n}$ = jumlah kendaraan dalam sistem (kendaraan persatuan waktu)

$\bar{q}$ = jumlah kendaraan dalam antrian (kendaraan persatuan waktu)

$\bar{d}$ = waktu kendaraan dalam sistem (kendaraan persatuan waktu)

$\bar{w}$ = waktu kendaraan dalam antrian (kendaraan persatuan waktu)

Berikut beberapa persamaan yang dapat digunakan untuk menghitung beberapa parameter antrian :

$$q = \frac{\lambda^2}{\mu(\mu - \lambda)} \qquad (2.3)$$

$$n = \frac{\lambda}{(\mu - \lambda)} \qquad (2.4)$$

$$d = \frac{1}{(\mu - \lambda)} \qquad (2.5)$$

$$w = \frac{\lambda}{\mu(\mu - \lambda)} \qquad (2.6)$$

2.5 Mekanisme Antrian

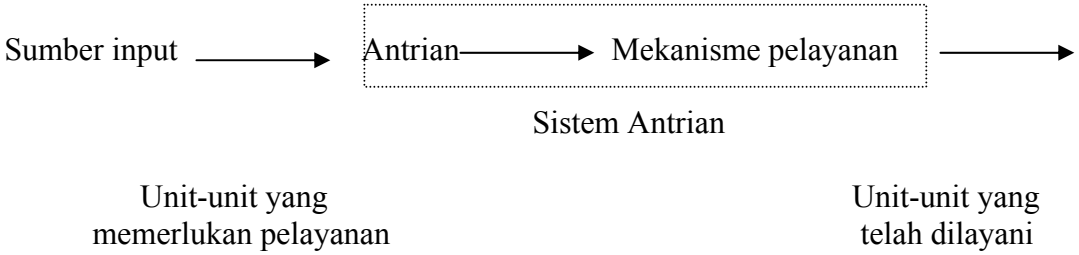
Jika kendaraan tiba dengan kelajuan tetap atau tidak tetap untuk memperoleh pelayanan maka kendaraan yang tiba lebih dulu dapat langsung masuk kedalam fasilitas pelayanan, dengan syarat fasilitas pelayanan yang sedang melayani atau jumlah kendaraan yang tiba lebih kecil dari fasilitas pelayanan yang tersedia. Tetapi jika sebaliknya, maka mereka harus menunggu dan membentuk antrian hingga tiba waktunya untuk dilayani.

2.6 Sistem Antrian

Sistem antrian ini dimulai dari masuknya unit-unit kendaraan kedalam suatu wilayah atau kawasan antrian. Kemudian unit-unit kendaraan tersebut mengantri untuk menunggu giliran, setelah giliranya tiap-tiap unit kendaraan masuk kedalam fasilitas pelayanan untuk dilayani dan setelah selesai dilayani, unit-unit kendaraan tersebut meninggalkan fasilitas pelayanan yang berarti juga meninggalkan sistem antrian.

Ketika unit-unit kendaraan mulai memasuki sistem, mereka menganut pola kedatangan tertentu. Unit-unit kendaraan tersebut mungkin datang dengan pola kedatangan yang konstan atau secara acak dengan satuan jumlah unit kendaraan / periode.

Selain ditinjau dari sudut kendaraan, petugas fasilitas juga akan mempunyai pola pelayanan tertentu. Pola pelayanan ini dipengaruhi oleh waktu pelayanan yaitu waktu yang dibutuhkan oleh seorang petugas untuk melayani kendaraan.



Gambar 2.2 Struktur dasar antrian

Dalam sistem antrian dikenal beberapa istilah yang akan dipakai pada bagian-bagian berikutnya anatara lain :

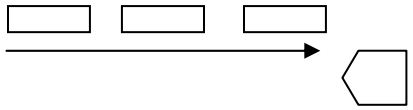
1. Waktu kedatangan yaitu saat dimana sebuah kendaraan memasuki sistem antrian. Distribusi waktu kedatangan ini sangat berfariasi dan biasanya waktu kedatangan dianggap mengikuti ditribusi poison.
2. Waktu pelayanan yaitu waktu yang dibutuhkan oleh seorang petugas dalam melayani kendaraan.
3. Panjang antrian yaitu jumlah unit pelanggan yang menunggu didepan fasilitas pelayanan sebelum mendapat giliran untuk dilayani. Jadi dalam hal ini panjang antrian yang dimaksud bukan dalam panjang satuan panjang hingga panjang antrian tidak bergantung dari jenis kendaraan yang mengantri, panjang antrian bisa terbatas dan tidak terbatas, bila kapasitas antrian menjadi faktor pembatas besarnya jumlah unit kendaraan yang dapat dilayani dalam sistem secara nyata, berarti sistem memepunyai panjang antrian yang terbatas dan demikian pula sebaliknya.

4. Waktu tunggu yaitu waktu yang diperlikan oleh setiap kendaraan untuk menunggu. Waktu ini dihitung mulai dari pelanggan tersebut memasuki sistem antrian sampai mendapat giliran pelayanan. Selain waktu tunggu, dikenal pula waktu dalam sistem, yaitu waktu tunggu plus waktu pelayanan.
5. Disiplin pelayanan yaitu kebijakan dimana para pelanggan dipilih dari antrian untuk melayani disebut disiplin antrian.

2.6.1 Bentuk Disiplin Antrian

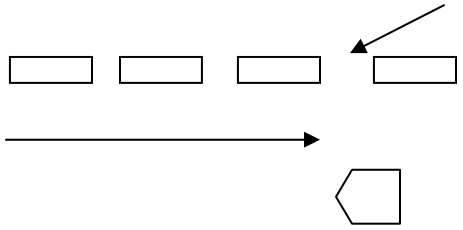
a. First Come - First Serve (FCFS) atau First in – First out (FIFO)

artinya yang lebih dulu datang, lebih dulu dilayani.



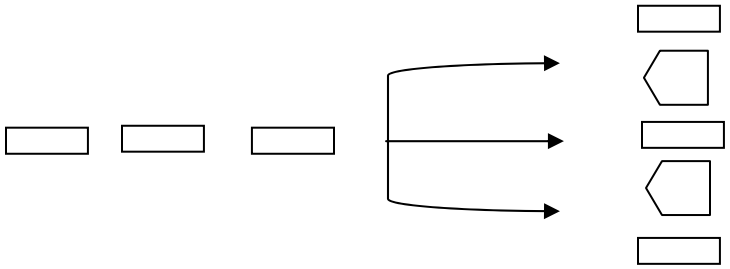
Gambar 2.3 Disiplin pelayanan FCFS

b. Last Come - First Serve (LCFS) atau Last – In First – Out (LIFO)
artinya yang tiba terakhir lebih dulu dilayani.

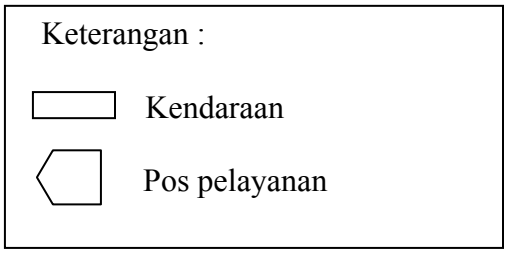


Gambar 2.4 Disiplin pelayanan LCFS

c. First Vacant - First Serve (FVFS)
artinya akan terbentuk satu antrian tunggal, namun jumlah tempat pelayanan dapat lebih dari satu buah.



Gambar 2.5 Disiplin pelayanan LVFS



2.7 Karakteristik Sistem Antrian

Untuk menganalisa antrian, ada beberapa karakteristik yang harus ditentukan yaitu :

1. **Distribusi headway dari kedatangan lalu lintas kendaraan**

   Pada proses kedatangan di gerbang terminal, terjadi distribusi antar kedatangan sebelum bergabung dengan kendaraan lain dalam antrian yang mungkin saja merata (yaitu dengan headway yang konsisten) atau dapat mengikuti pola kedatangan poisson atau acak / pola-pola lain.

2. **Distribusi dari waktu pelayanan**

   Dalam proses kegiatan pelayanan ada dua cara pelayanan yaitu :

a. Cara terbuka yakni kendaraan hanya berhenti satu kali di gerbang masuk atau di gerbang keluar saja dan pada waktu berhenti tersebut dilakukan penyerahan tiket dan pembayaran peron sekaligus.
b. Cara tertutup yakni kendaraan melakukan pengambilan tiket pada gerbang masuk dan pembayaran di gerbang keluar sesuai dengan ketentuan tarif.

3. Jumlah saluran dan model pelayanan

Struktur dasar dari suatu gerbang untuk lintasan masuk maupun lintasan keluar satu atau lebih dari lajur lintasan, satu atau lebih loket diatur sesuai dengan volume dan kapasitas yang dilayani.

2.7.1 Model Antrian

Secara umum model antrian menggunakan format sebagai berikut :

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

Dimana :

a = Distribusi kedatangan

b = Distribusi waktu pelayanan

c = Jumlah pelayanan paralel

d = Disiplin pelayanan

e = Panjang antrian maximal dalam sistem

f = Ukuran sumber pelanggan

2.7.2 Model Pelayanan

1. **(M / M / I) : (GD / ~ / ~)**

   Model antrian ini mempunyai distribusi acak baik untuk kedatangan maupun untuk pelayanan dengan hanya ada satu saluran secara paralel. Disiplin pelayananya adalah general disiplin dengan panjang antrian maksimum dan sumber pelanggan tidak terbatas.

2. **(M / M / I) : (GD / N / ~)**

   Model antrian ini mempunyai distribusi acak baik untuk kedatangan maupun untuk pelayanan dengan hanya ada satu saluran secara paralel. Disiplin pelayananya adalah general diciplin dengan panjang antrian maksimum sejumlah N pelanggan dan sumber pelanggan tidak terbatas.

3. **(M / D / I) : (GD / ~ / ~)**

   Model antrian ini mempunyai distribusi acak untuk kedatangan sedangkan pelayanan distribusinya mengambil bentuk detirministik dengan hanya ada satu saluran secara paralel. Disiplin pelayananya adalah general diciplin dengan panjang antrian maksimum dan sumber pelanggan tidak terbatas.

4. **(M / EK / I) : (GD / ~ / ~)**

   Model antrian ini mempunyai distribusi acak untuk kedatangan sedangkan pelayanan distribusinya berdasarkan distribusi erlang (gama) dengan parameter, dan hanya dengan ada satu saluran secara paralel. Disiplin pelayananya adalah general diciplin dengan panjang antrian maksimum dan sumber pelanggan tidak terbatas.

Dimana :

M = Distribusi kedatangan atau keberangkatan dari proses poisson.Dapat juga distribusi tiba dan bertolak dari distribusi eksponensial.

I = Banyak service station.

N = Jumlah maksimum kendaraan dalam sistem.

~ = Sumber kendaraan yang tidak terbatas.

D = Konstanta atau service time (waktu pelayanan)

GD = General discipline (disiplin umum) dalam antrian (FCFS, LCFS).

Ek = Distribusi untuk waktu antar kedatangan atau waktu pelayanan.