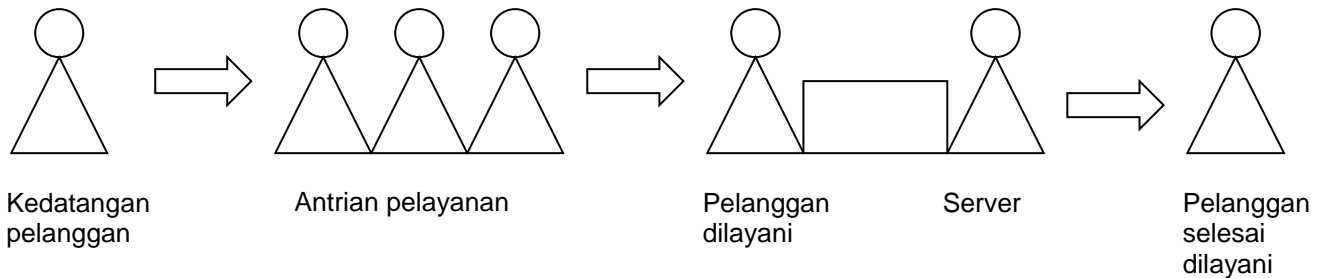


## SIMULASI SISTEM ANTRIAN PELAYAN TUNGGAL SEDERHANA

### Algoritma Sistem Antrian Pelayan Tunggal Sederhana

- **Contoh antrian** : car wash, kantor pos, bank
- **Gambaran Masalah**



### Komponen Simulasi :

- Ukuran *buffer* (ruang antrian)
- Skema pelayanan FIFO
- Variabel acak

### Variabel Acak dan Fungsi Probabilitas :

- Pola kedatangan : selang waktu antar dua kedatangan berurutan ekuivalen dengan waktu setiap kedatangan  
 $\sim f_A =$  fungsi probabilitas waktu kedatangan
- Pola pelayanan : durasi pelayanan  
 $\sim f_S =$  fungsi probabilitas durasi pelayanan

### Contoh

Perkirakan jumlah rata-rata entitas dalam sebuah sistem antrian pelayan tunggal dengan *buffer* berukuran tak hingga dan skema pelayanan FIFO.

Membangun model dari contoh soal :

- Spesifikasi input : bentuk fungsi  $f_A$  dan  $f_S$
- Spesifikasi ukuran kinerja : jumlah rata-rata entitas dalam sebuah sistem antrian :

$$Q_{av} = (1/t) \int_0^t Q(u) du,$$

dengan  $Q(u)$  adalah jumlah entitas dalam antrian pada waktu  $u$

- Variabel output : jumlah kumulatif entitas dalam antrian :

$$Q = \int_0^t Q(u) du$$

- Hubungan Masukan-keluaran : Dilakukan oleh simulator

- (a) Peristiwa : - entitas masuk antrian  
 - entitas masuk pelayanan  
 - entitas meninggalkan pelayanan

Daftar\_Peristiwa  $E(tA, tD)$  : daftar peristiwa berikut  
 $tA$  : waktu kedatangan berikut,  
 $tD$  : waktu kepergian berikut

- (b) Keadaan :  $n$  jumlah entitas dalam sistem antrian

- Kriteria akhir simulasi :  $T$  (durasi simulasi keseluruhan)  
(bisa juga yang lain, misalnya  $nA$ , atau  $M =$  kapasitas *buffer*)

#### Algoritma\_Utama

(*Computer code* dapat dilihat di *lecture note*)

*/\*Inisialisasi\*/*

$n = 0; t = 0; Q = 0; E(tA = \infty, tD = \infty)$

$tA = t + X (X \sim fA)$

*/\*loop utama\*/*

while ( $t \leq T$ )

$tE = \min(tA, tD)$

if ( $tE = tA$ ) call Prosedur\_Kedatangan

else call Prosedur\_Kepergian

end

return  $Qav = Q/t$

#### Prosedur\_Kedatangan

*/\* Update Variabel\*/*

$Q = Q + n \times (tE - t)$

*/\* Update Keadaan\*/*

$n = n - 1$

*/\* Update Waktu\*/*

$t = tE$

*/\* Penjadwalan Peristiwa Baru\*/*

$tA = t + X (X \sim fA)$

if ( $n = 1$ )  $tD = t + Y (Y \sim fS)$

#### Prosedur\_Kepergian

*/\* Update Variabel\*/*

$Q = Q + n \times (tE - t)$

*/\* Update Keadaan\*/*

$n = n + 1$

*/\* Update Waktu\*/*

$t = tE$

*/\* Penjadwalan Peristiwa Baru\*/*

if ( $n \geq 1$ )  $tD = t + Y (Y \sim fS)$

else  $tD = \infty$

### Contoh penggunaan

Dari suatu proses antrian diketahui kedatangan berdistribusi eksponensial dengan rata-rata waktu kedatangan 60 detik. Dengan cara simulasi bilangan acak yang sesuai didapat untuk 10 kedatangan, dalam tabel waktu antar kedatangan :

No	Kedatangan									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
t	38	3	41	20	57	10	46	99	87	221

Waktu pelayanan berdistribusi eksponensial dengan rata-rata waktu pelayanan 40 detik. Dengan cara simulasi bilangan acak yang sesuai didapat untuk 10 pelayanan pelanggan yang datang, dalam tabel

No	Pelayanan									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
t	136	17	23	4	70	55	36	17	12	62

Untuk mengetahui peristiwa dalam antrian dengan pelayanan tunggal ini, dibuat tabel hasil simulasi

WAKTU	Pelanggan										TOTAL
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
antar kedatangan	38	3	41	20	57	10	46	99	87	221	
kedatangan	38	41	82	102	159	169	215	314	401	622	
pelayanan	136	17	23	4	70	55	36	17	12	62	
selesai dilayani	174	191	214	218	288	343	379	396	413	684	
tunggu dilayani	0	133	109	112	59	119	128	65	0	0	725
menunggu pelanggan	38	0	0	0	0	0	0	0	5	209	252
proses	136	150	132	116	129	174	164	82	12	62	1157

Penjelasan tabel :

- Waktu kedatangan

Kedatangan dihitung dari waktu pelayanan mulai buka ( $t = 0$ )

waktu kedatangannya Pelanggan ke 1 = waktu antar kedatangan Pelanggan ke 1

waktu kedatangannya Pelanggan ke  $(i+1)$  = waktu kedatangannya Pelanggan ke  $i$  ditambah waktu antar kedatangan Pelanggan ke  $(i+1)$

- Waktu selesai dilayani

Waktu selesai dilayani Pelanggan ke 1 = waktu kedatangannya ditambah waktu pelayanannya

Jika waktu kedatangan < waktu pelanggan sebelumnya selesai dilayani, maka

waktu selesai dilayani Pelanggan ke  $(i+1)$  = waktu selesai dilayani Pelanggan ke  $i$  ditambah waktu pelayanan Pelanggan ke  $(i+1)$

Dalam hal lain, maka

waktu selesai dilayani Pelanggan ke  $(i+1)$  = waktu kedatangannya Pelanggan ke  $(i+1)$  ditambah waktu pelayanan Pelanggan ke  $(i+1)$

- Waktu tunggu dilayani

Waktu tunggu dilayani Pelanggan ke 1 = 0

Jika waktu kedatangan < waktu pelanggan sebelumnya selesai dilayani, maka

waktu tunggu dilayani Pelanggan ke (i+1) = waktu selesai dilayani Pelanggan ke i dikurangi waktu kedatangan Pelanggan ke (i+1)

Dalam hal lain, maka

waktu tunggu dilayani Pelanggan ke (i+1) = 0

- Waktu menunggu pelanggan (idle)  
Waktu menunggu Pelanggan ke 1 = Waktu kedatangan pelanggan ke 1

Jika waktu kedatangan < waktu pelanggan sebelumnya selesai dilayani, maka

waktu menunggu pelanggan = 0

Dalam hal lain, maka

waktu menunggu Pelanggan ke (i+1) = Waktu kedatangan pelanggan ke (i+1) dikurangi waktu selesai dilayani Pelanggan ke i

- Waktu proses pelayanan pelanggan  
Lamanya pelanggan menunggu dilayani sampai selesai dilayani.

Waktu proses pelayanan pelanggan ke i = waktu tunggu dilayani Pelanggan ke i ditambah waktu pelayanan Pelanggan ke i

### Hasil simulasi

Dari 10 pelanggan

Rata-rata waktu tunggu dilayani =  $\frac{725}{10} = 72,5$  detik

Rata-rata waktu proses pelayanan pelanggan =  $\frac{1157}{10} = 115,7$  detik

Rata-rata banyak pelanggan dalam antrian =  $\frac{725}{684} = 1,06 \approx 1$  pelanggan

Rata-rata banyaknya pelanggan dlm sistem =  $\frac{1157}{684} = 1,69 \approx 2$  pelanggan

Rasio waktu menunggu pelanggan( RIT) =  $\frac{252}{684} = 0,37$

Dengan kata lain pelayanan yang dioperasikan dari seluruh waktu pelayanan 37 % merupakan waktu kosong (luang)

Soal:

Pada suatu barber shop dengan pelayanan tunggal, dengan waktu antar kedatangan dan pelayanan berdistribusi eksponensial. Rata-rata waktu antar kedatangan 10 menit dan rata-rata waktu pelayanan 8 menit. Simulasikan untuk 5 orang pelanggan. Dari hasil simulasi hitung rata-rata jumlah pelanggan dalam sistem dan waktu luang yang diperoleh.