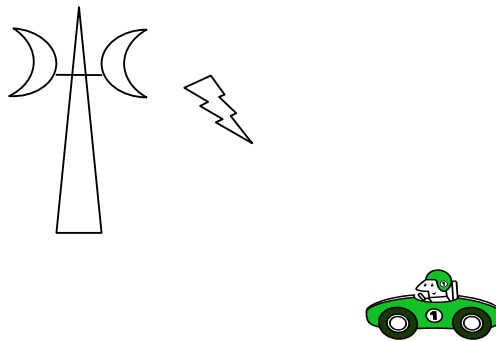


BAB XI TRAFIK UNTUK KOM BERGERAK SELULER

11.1 Pendahuluan

Rekayasa trafik digunakan dalam jaringan telekomunikasi untuk menentukan jumlah pelanggan dengan *grade of service* yang diinginkan. Pada system jaringan seluler, rekayasa trafik meliputi :

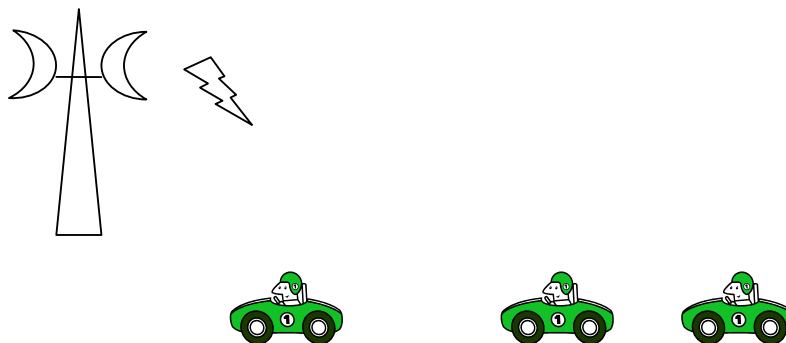
1. mengubah data demografi ke trafik
2. mapping sebuah grid hexagonal dalam sebuah area
3. menentukan jumlah kanal per sel
4. estimasi jumlah sel



Gambar 11.1 : satu kanal untuk satu pelanggan

1 kanal untuk 1 pelanggan.

System ini mempunyai garansi 100% system availability tetapi tidak efektif dalam hal biaya.

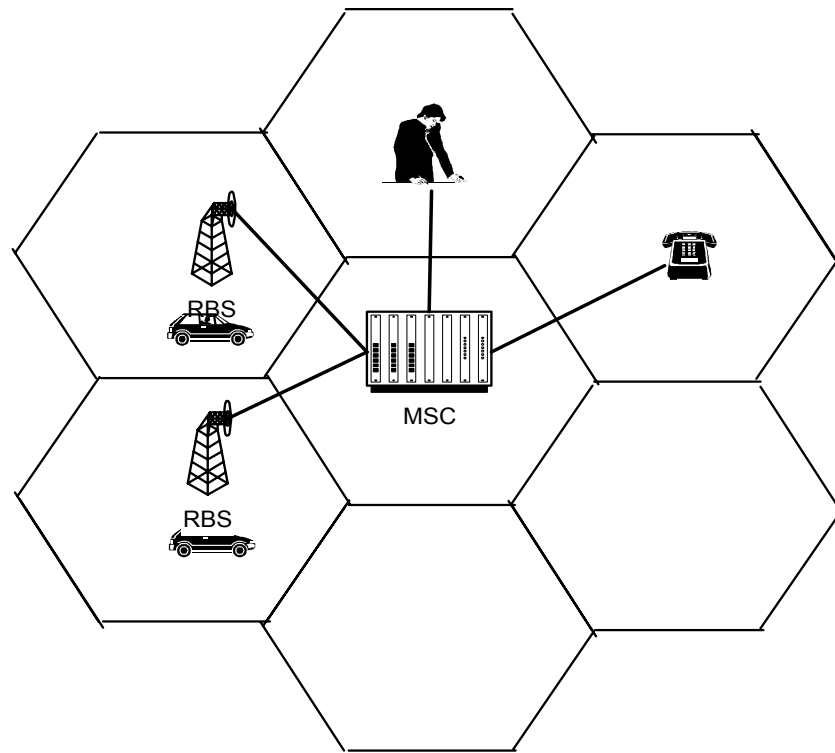


Gambar 11.2 : satu kanal untuk banyak pelanggan

1 kanal untuk banyak pelanggan. System ini menimbulkan blocking, menurunkan tingkat pelayanan ke pelanggan. Maka tujuan rekayasa trafik adalah membuat “good compromise” antara kedua parameter tersebut.

11.2 Jaringan Telepon Mobile Seluler

Suatu wilayah jaringan mobil seluler terbagi dalam wilayah-wilayah sel panggilan. Satu kanal frekuensi dalam satu wilayah sel panggilan hanya dapat melayani satu panggilan. Kanal frekuensi yang sama dapat dipakai dalam wilayah sel panggilan lainnya. Bila diameter wilayah sel panggilan kecil (< 20 km), kemungkinan pelanggan telepon mobil berpindah dari wilayah sel yang satu ke lainnya cukup besar. Ini berarti pelanggan telepon mobil tersebut dilayani oleh lebih dari satu wilayah sel panggilan. Peralihan pelayanan terhadap pelanggan telepon mobil dari satu wilayah sel (kanal frekuensi) ke wilayah sel (kanal frekuensi) lainnya disebut : “HANDOFF”

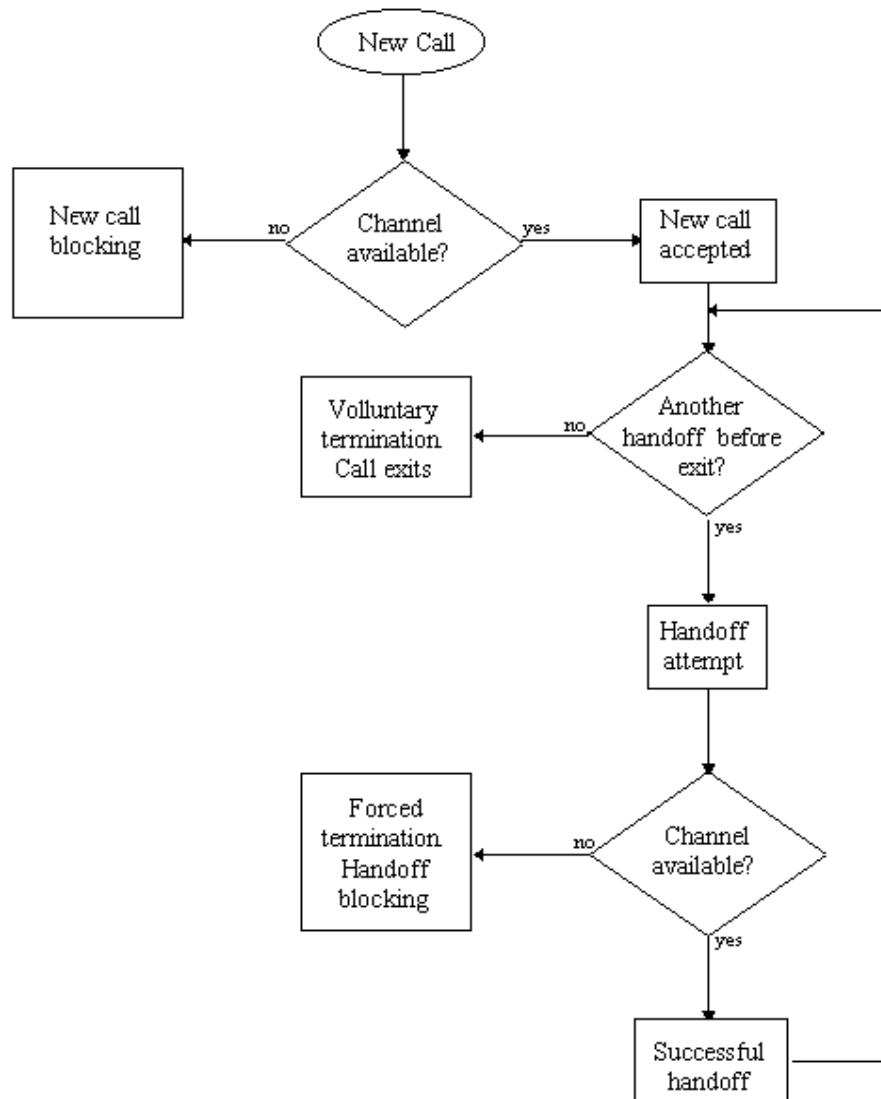


Gambar 11.3:

Dalam jaringan seluler, blocking terjadi ketika sebuah base station tidak mempunyai kanal yang bebas untuk dialokasi ke mobile user. Terdapat dua macam blocking dalam system ini : blocking untuk panggilan baru dan blocking dari user yang bergerak ke sel yang lain (*handoff blocking*).

11.3 Model Transaksi

Model dari system transaksi, dapat dijelaskan dengan algoritma berikut



Gambar 11.4: proses transaksi

11.4 Skema Handoff

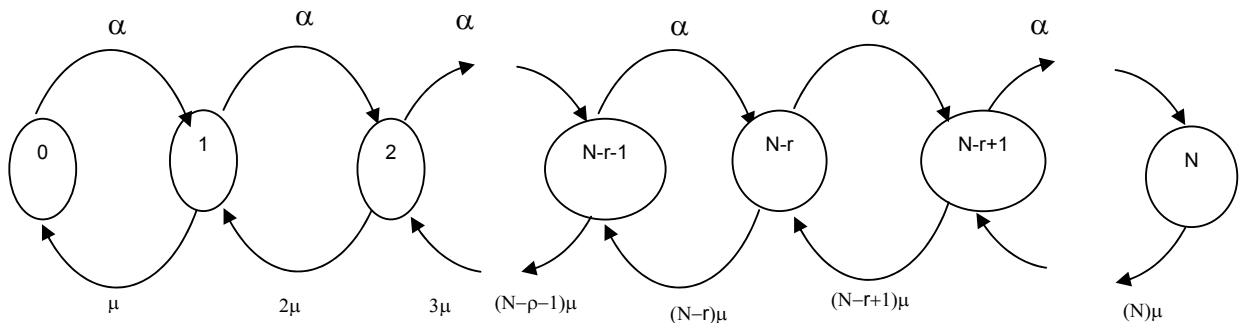
11.4.1 Handoff tanpa prioritas

□ Asumsi :

- Jumlah kanal di suatu wilayah sel tertentu : N
- Tidak ada kanal reservasi untuk handoff
- Satu panggilan memerlukan satu kanal.

- Dalam jam sibuk :
- Rate datangnya panggilan (random) handoff : γ , panggilan baru dibangkitkan secara independent. Sesuai dengan preses poisson.
- Rate datangnya panggilan (random) yang lain : λ
- Rate pelayanan untuk semua macam panggilan (distribusi waktu pelayanan : exponensial negative) : μ
- Topologi satu dimensi
- Trafik homogen

diagram transisi kondisi



Gambar 11.5 : diagram transisi kondisi

Persamaan kesetimbangan

$$\alpha P(k) = \mu(k+1) P(k+1) \quad \dots\dots\dots k=0,1,2,\dots,N$$

dimana :

$$\begin{aligned} \alpha &= \lambda + \gamma \\ \lambda &= \text{laju kedatangan panggilan baru} \\ \gamma &= \text{laju kedatangan panggilan handoff} \end{aligned}$$

untuk $k=0$

$$\begin{aligned} \alpha P(0) &= \mu P(1) \\ P(1) &= \alpha/\mu P(0) && \text{dimana } \alpha/\mu = A_0 \\ P(1) &= A_0 P(0) \end{aligned}$$

Untuk $k=1$

$$\begin{aligned} \alpha P(1) &= 2\mu P(2) \\ P(2) &= \alpha/2\mu P(1) \\ P(2) &= A_0/2 P(1) \\ P(2) &= A_0/2! P(0) \end{aligned}$$

Untuk $k=2$

$$\begin{aligned} \alpha P(2) &= \mu P(3) \\ P(3) &= \alpha/\mu P(2) \end{aligned}$$

$$P(3) = A / 3 P(2)$$

$$P(3) = A^3 / 3! P(0)$$

Sehingga didapatkan harga probabilitas pada saat k kanal sel diduduki adalah :

$$P(k) = \frac{A^k}{k!} P(0)$$

Dimana $A = A_0 + A_{H0}$

- Probabilitas blocking untuk paangilan baru (lainnya) B_0 = Probabilitas blocking untuk panggilan handoff B_{H0} (disebut juga probabilitas dropping)

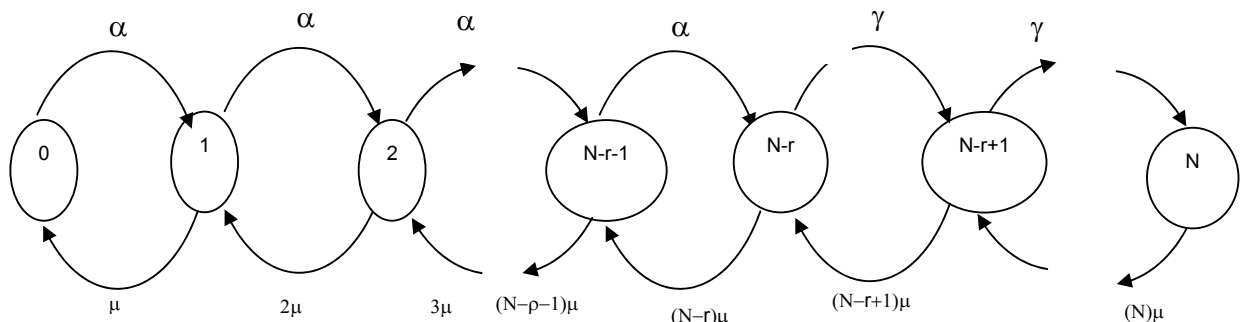
$$B_0 = B_{H0} = P(N) = \frac{A^N}{N!} P(0) \quad [11.1]$$

11.4.2 Handoff dengan prioritas

□ Asumsi :

- Jumlah kanal di suatu wilayah sel tertentu : N
- Jumlah kanal reservasi untuk panggilan handoff : r
- Jadi jumlah kanal untuk semua macam panggilan (termasuk panggilan Hand off) : N-r
- Satu panggilan memerlukan satu kanal.
- Dalam jam sibuk :
- Rate datangnya panggilan (random) handoff : γ , panggilan baru dibangkitkan secara independent. Sesuai dengan preses poisson.
- Rate datangnya panggilan (random) yang lain : λ
- Rate pelayanan untuk semua macam panggilan (distribusi waktu pelayanan : exponensial negative) : μ
- Topologi satu dimensi
- Trafik homogen

Diagram Transisi Kondisi



Gambar 11.6 : Diagram transisi kondisi

☐ **Persamaan Kesetimbangan :**

$$\alpha P(k) = \mu(k+1) P(k+1) \quad \dots\dots\dots k=0,1,2,\dots,N-r$$

$$\gamma P(k) = \mu(k+1) P(k+1) \quad \dots\dots\dots k= N-r+1, N-r+2, \dots, N$$

$$\alpha P(k) = \mu(k+1) P(k+1) \quad \dots\dots\dots k=0,1,2,\dots,N-1$$

☐

untuk $k=0$

$$\alpha P(0) = \mu P(1)$$

$$P(1) = \alpha/\mu P(0) \quad \text{dimana } \alpha/\mu = A_0$$

$$P(1) = A P(0)$$

Untuk $k=1$

$$\alpha P(1) = 2\mu P(2)$$

$$P(2) = \alpha/2\mu P(1)$$

$$P(2) = A/2 P(1)$$

$$P(2) = A/2! P(0)$$

Untuk $k=2$

$$\alpha P(2) = \mu P(3)$$

$$P(3) = \alpha/\mu P(2)$$

$$P(3) = A/3 P(2)$$

$$P(3) = A^3/3! P(0)$$

untuk $k=N-r$

$$\gamma P(N-r-1) = \mu(N-r) P(N-r)$$

$$P(N-r) = \gamma/\mu(N-r) P(N-r-1)$$

$$P(N-r) = \frac{A^{(N-r)}}{(N-r)!} P(0)$$

Sehingga didapatkan harga probabilitas pada saat n kanal sel diduduki adalah :

$$P(k) = \frac{A^k}{k!} P(0)$$

$$\gamma P(k) = \mu(k+1) P(k+1) \quad \dots\dots\dots k= N-r+1, N-r+2, \dots, N.$$

Untuk $k=N-r+1$

$$\gamma P(N-r) = \mu(N-r+1) P(N-r+1)$$

$$P(N-r+1) = \frac{\gamma}{\mu(N-r+1)} P(N-r)$$

$$P(N - r + 1) = \frac{A_{HO}}{(N - r + 1)} \cdot \frac{A^{(N-r)}}{(N - r)!} \cdot P(0)$$

Untuk $k = N - r + 2$

$$\gamma P(N - r + 1) = \mu (N - r + 2) P(N - r + 2)$$

$$P(N - r + 2) = \frac{\gamma}{\mu(N - r + 2)} P(N - r + 1)$$

$$P(N - r + 2) = \frac{A_{HO}^2}{(N - r + 2)} \cdot \frac{A^{(N-r)}}{(N - r)!} \cdot P(0) = \frac{A_{HO}^2 \cdot A^{(N-r)}}{(N - r + 2)!} \cdot P(0)$$

Sehingga didapatkan harga probabilitas pada saat k server diduduki adalah :

$$P(k) = \frac{A_{HO}^{k-(N-r)}}{k!} \cdot A^{(N-r)} P(0)$$

☐ Maka pada system seluler didapatkan harga $P(K)$:
☐

$$\text{Untuk } 0 \leq k \leq N-r \quad P(k) = \frac{A^k}{k!} P(0)$$

$$\text{Untuk } N-r \leq k \leq N \quad P(k) = \frac{A_{HO}^{k-(N-r)}}{k!} \cdot A^{(N-r)} P(0)$$

☐ Dari kondisi normal didapatkan harga $p(0)$

$$p(0) = \frac{1}{\sum_{k=0}^{N-r-1} \frac{A^k}{k!} + A^{(N-r)} \sum_{k=N-r}^N \frac{A_{HO}^{k-(N-r)}}{k!}}$$

☐ Probabilitas blocking untuk panggilan handoff

$$B_{HO} = P(N) = \frac{A_{HO}^r A^{N-r}}{N!} P(0) \quad [11.2]$$

☐ Probabilitas bloking untuk semua macam panggilan lainnya
☐

$$B_0 = A^{N-r} \sum_{k=(N-r)}^N \frac{A_{HO}^{k-(N-r)}}{k!} P(0) \quad [11.3]$$

☐ Dampak besaran r (=jumlah kanal untuk proteksi kanal (HO))

- | | | | |
|----|--------------|----------------|-------------------------|
| a. | Bila $r = 0$ | $B_0 = B_{HO}$ | |
| b. | Bila $r = N$ | $B_0 = 1$ | $B_{HO} = E_N (A_{HO})$ |

- c. Bila $0 < r < N$ $B_{Ho} < B_0$
Dimana $E_N (A_{HO})$ merupakan rumus rugi erlang (Erlang B)

11.5 Multiple Access dan kapasitas kanal

11.5.1 FDMA

Dalam FDMA individual kanal digunakan untuk individual user. Masing-masing user dialokasikan sebuah kanal atau band frekuensi khusus selama periode panggilan, tidak ada user lain yang dapat menggunakan frekuensi yang sama.

Kanal FDMA hanya membawa satu sirkit voice pada satu waktu. Bandwidht kanal FDMA relative sempit (sekitar 30 khz). Karena itu FDMA digunakan untuk komunikasi narrowband.

☛ Kanal yang dapat disuport dalam system FDMA adalah :

$$N = \frac{B_t - 2B_{guard}}{B_c} \quad [11.4]$$

dimana : B_t =alokasi spectrum total
 B_{guard} = guard band yang dialokasikan pada ujung alokasi spectrum
 B_c = BW kanal

11.5.2 TDMA

TDMA membagi spectrum radio ke dalam time slot dan masing-masing slot hanya mengijinkan satu user yang transmit atau receive

☛ Jumlah kanal dalam system TDMA adalah :

$$N = \frac{m(B_{tot} - 2B_{guard})}{B_c} \quad [11.5]$$

dimana:

m = jumlah maksimum yang dapat didukung oleh masing-masing kanal.

11.5.3 CDMA

dalam system CDMA, user menggunakan frek carier yang sama dan transmit secara simultan (TDD atau FDD). Masing-masing user mempunyai pseudorandom codeword yang orthogonal dengan seluruh codeword yang lain.

☛ Kapasitas CDMA adalah sebagai berikut :

1. single sel
2. multi sel

Pada system CDMA satu sel user terdistribusi secara uniform dalam sel tersebut dengan BS berada di tengahnya. Untuk N menyatakan jumlah user, maka pada demodulator BS akan menerima dan memproses sinyal gabungan yang terdiri dari sinyal yang dikehendaki S dan siyal penginterferensi sebanyak $(N-1)$ yang sebesar S