

TUGAS BESAR
TEKNIK PENYAMBUNGAN DAN REKAYASA TRAFFIK



PERENCANAAN JARINGAN FIX DAN JARINGAN SELULER

DOSEN PENGAMPU

Asri Wulandari, S.T., M.T.

Penyusun :

Rizky Ananda Faradin (1903332063)

Kelas : TT-4A

PROGRAM STUDI TELEKOMUNIKASI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA
2021

Kata Pengantar

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat rahmat dan karunia-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan pembuatan laporan yang berjudul “Perencanaan Jaringan Fix dan Jaringan Seluler” Laporan ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memenuhi tugas pada mata kuliah Teknik Penyambungan dan Rekayasa Trafik.

Dalam penyusunan laporan ini saya telah berusaha semaksimal mungkin sesuai dengan kemampuan dan pengetahuan saya. Namun sebagaimana halnya manusia biasa, saya pun tidak luput dari kesalahan dalam penyusunan laporan ini. Saya menyadari adanya banyak kekurangan dalam menyelesaikan tugas ini, untuk itu saya membutuhkan bantuan dari dosen dan kerabat untuk memberi berbagai masukan demi tersusunnya laporan ini. Untuk itu saya mengucapkan terimakasih kepada pihak-pihak yang telah membantu dan meluangkan waktunya untuk memberikan arahan dan saran demi kelancaran penyusunan laporan ini.

Bogor, 14 Juli 2021

Rizky Ananda F

DAFTAR ISI

Halaman

Kata Pengantar	i
Daftar Isi	ii
Bab I Pendahuluan	1
Bab II Teori Dasar	3
Bab III Pembahasan	12
Bab IV Kesimpulan	23
Daftar Pustaka	24

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Jaringan telekomunikasi dibuat dengan tujuan untuk menyediakan sarana pertukaran informasi antar pengguna yang menginginkannya ketika ia memerlukan informasi. Dalam proses tukar-menukar informasi tersebut terjadi perpindahan informasi dari pengirim ke penerima. Perpindahan informasi dari satu tempat ke tempat lain di dalam jaringan telekomunikasi tersebut disebut dengan trafik telekomunikasi (teletraffic).

Jaringan telekomunikasi yang meliputi jaringan suara, jaringan data, jaringan local area (LAN) dan jaringan telepon bergerak seluler memerlukan biaya yang amat besar. Dalam system ini sangat tidak ekonomis jika sumber daya (perangkat) seperti fasilitas switching dan fasilitas transmisi disediakan untuk masing-masing pelanggan. Hampir semua fasilitas jaringan digunakan secara bersama untuk sejumlah pelanggan, akibatnya timbul adanya yang panggilan ditolak atau menunggu dalam melakukan hubungan telekomunikasi. Untuk memuaskan pelanggan, penolakan atau antrian panggilan tidak boleh melebihi dari nilai tertentu. Dalam hal diperlukan dengan kompromi antara efisiensi jaringan dengan kualitas jaringan (quality of service). Untuk memenuhi hal tersebut diperlukan bantuan teori teletraffic.

Teletraffic teory didifinisikan sebagai aplikasi dari teori probabilitas (stokastik proses, teori antrian dan simulasi) untuk menyelesaikan masalah-masalah yang berhubungan dengan perencanaan, evaluasi unjuk kerja dan maintenance dari system telekomunikasi. Teori teletraffic digunakan dalam perancangan sebuah jaringan telekomunikasi, menentukan jumlah komponen-komponen yang diperlukan berdasarkan nilai quality of service (QOS) yang disepakati dan digunakan untuk evaluasi dan analisa jaringan terpasang.

1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan yang muncul dalam pembuatan tugas akhir ini adalah :

1. Bagaimana cara melakukan perancangan jumlah pelanggan residential, PABX, forecasting, dan matriks?
2. Bagaimana cara melakukan analisa link dan analisa node dari matriks yang didapatkan?
3. Bagaimana cara melakukan perhitungan Hand Over jumlah pelanggan?

4. Bagaimana cara melakukan analisa antenna FCA dan omnidireksional dengan kondisinya?

1.3 Tujuan Perencanaan

Tujuan dari penelitian yang ingin dicapai secara penuh sehingga penelitian ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang terlibat, secara tujuan yang ingin dicapai akan dijelaskan dibawah ini :

1. Melakukan perancangan jumlah pelanggan residential, PABX, forecasting, dan matriks.
2. Melakukan analisa link dan analisa node dari matriks yang didapatkan.
3. Melakukan perhitungan Hand Over jumlah pelanggan.
4. Melakukan analisa antenna FCA dan omnidireksional dengan kondisinya.

BAB II

TEORI DASAR

2.1. Teori Trafik

Trafik dapat diartikan sebagai perpindahan informasi dari satu tempat ke tempat lain melalui jaringan telekomunikasi. Besaran dari suatu trafik telekomunikasi diukur dengan satuan waktu, sedangkan nilai trafik dari suatu kanal adalah lamanya waktu pendudukan pada kanal tersebut. salah satu tujuan perhitungan trafik adalah untuk mengetahui unjuk kerja jaringan (*Network Performance*) dan mutu pelayanan jaringan telekomunikasi (*Quality of Service*).

2.2. Besaran Trafik

Beberapa besaran trafik yang dikenal adalah volume trafik dan intensitas trafik. volume trafik adalah jumlah total waktu pendudukan, sedangkan intensitas trafik adalah jumlah total waktu waktu pendudukan dalam suatu selang pengamatan tertentu (per satuan waktu).

$$V = \int_{t=0}^{t=T} J(t) dt \dots\dots\dots(1)$$

$$A = \frac{VolumeTrafik}{T} = \frac{V}{T} \dots\dots\dots(2)$$

Dimana :

- T = Periode waktu pengamatan (jam)
- J(t) = Jumlah kanal yang diduduki saat t
- V = Volume trafik (jam)
- A = Intensitas trafik (Erlang)

2.3. Pengukuran Trafik

Untuk melakukan pengukuran trafik harus diamatai pola pendudukan sealama n hari kemudian baru dibuat grafik pendudukan kanalnya. selanjutnya diambil jam sibuk perhari, sehinga didapat n buah data jam sibuk.

2.3.1 *Grade Of Service (GOS)*

Grade of Service (GOS) adalah probabilitas panggilan ditolak (diblok) selama jam sibuk.

Blocking probability GOS berdasarkan Erlang-B adalah :

$$P(\text{blocking}) = \frac{A^N / N!}{\sum_{i=0}^N A^i / i!} \dots\dots\dots (3)$$

untuk trafik data menggunakan sistem tunggu. pada sistem tunggu, jika ada permintaan panggilan datang pada saat semua peralatan yang ada sibuk, maka permintaan panggilan tersebut tidak dihilangkan/diblok. Permintaan panggilan tersebut akan diantrikan pada suatu *buffer* untuk menunggu sampai ada peralatan/saluran yang bebas. Artinya jumlah yang bisa menunggu adalah terbatas (bukan tak hingga), atau waktu tunggu terbatas, yaitu jika menunggu dari waktu yang ditentukan/*time out*, maka permintaan panggilan akan dibuang/diblok.

Dengan beban yang ditawarkan pada trafik data dengan persamaan :

Dimana :

ρ = beban trafik (E)

λ = laju kedatangan (bps)

μ = perbandingan laju kedatangan (λ) dengan laju pelayanan (R)

Pada trafik data *Grade Of Service (GOS)* adalah probabilitas paket haru menunggu (P_z) yaitu :

$$P_z = \text{Wait} (R, \lambda, L, z) = \frac{\lambda L}{R} \exp \left(- \left(\frac{R}{L} - \lambda \right) \right) \dots (5)$$

Dimana :

P_z = probabilitas paket harus menunggu

R = laju pelayanan (bps)

L = rata-rata panjang paket (bit)

Z = referensi waktu tunggu (s)

2.3.2. Parameter Unjuk Kerja Trafik

Parameter unjuk kerja layanan dapat dikategorikan atas 2 hal yang utama :

1. Dial tone delay

Dial tone delay adalah jumlah waktu maksimum pelanggan harus menunggu sebelum panggilan-nya diputuskan ditolak. *Dial tone delay* memiliki karakteristik sejumlah besar *call user* bersaing untuk mendapatkan sejumlah kecil 'server' (*dial tone connections, dial tone generators*).

1. Probabilitas layanan tertolak

Kemungkinan trunk tidak tersedia untuk panggilan tersebut memiliki karakteristik yang hampir sama dengan *dial tone delay*, yaitu sejumlah besar *user* bersaing untuk mendapatkan sejumlah *trunk* terbatas, diasumsikan bahwa tidak ada *delay* yang diberikan untuk menunggu. *user* diberikan askes ke *trunk* atau diberikan nada sibuk, *user* dapat memulai usaha panggilan kembali setelah menerima nada sibuk dan diberikan perlakuan yang sama seperti sebelumnya.

$$ASR = \frac{\text{No. of calls answered}}{\text{No. of seizures}} \dots\dots\dots(6)$$

$$ASR = \frac{\text{Radius Authentication Accept}}{\text{Radius Authentication Attempt}} \dots\dots(7)$$

Nilai ASR, adalah ukuran yang baik untuk menyatakan tingkat kepadatan jaringan pada suatu saat tertentu. Nilai ASR yang rendah mengindikasikan tingkat kepadatan (*congestion*) jaringan yang tinggi.

2.3.3. Tabel Erlang

(PN) biasanya disimbolkan dengan $E_{1,N(A)}$ atau $E_{N(A)}$ atau B atau rumus rugi erlang atau rumus erlang B. Rumus rugi erlang ini mempunyai 3 besaran yaitu : A, N dan B. Harga-harga tersebut dapat ditabelkan pada :

N	P005	P02	N	P005	P02	N	P005	P02
1	.005	.021	11	4.62	5.84	21	11.9	14.0
2	.106	.224	12	5.28	6.62	22	12.6	14.9
3	.349	.603	13	5.96	7.41	23	13.4	15.8
4	.702	1.09	14	6.66	8.20	24	14.2	16.6
5	1.13	1.66	15	7.38	9.01	25	15.0	17.5
6	1.62	2.28	16	8.10	9.83	26	15.8	18.4
7	2.16	2.94	17	8.83	10.7	27	16.6	19.3
8	2.73	3.63	18	9.58	11.5	28	17.4	20.2
9	3.33	4.34	19	10.3	12.3	29	18.2	21.0
10	3.96	5.08	20	11.1	13.2	30	19.0	21.9

2.3.4. Matriks Trafik

Untuk mengidentifikasi kebutuhan trafik tiap-tiap sentral, dibuat suatu matrik yang menggambarkan konsisi trafik dari beberapa tempat yang berbeda.

Ke dari	l	i	j	n	ΣO
l	$A_{(ll)}$			$A_{(ln)}$	$O_{(l)}$
i		$A_{(ii)}$	$A_{(ij)}$		$O_{(i)}$
j		$A_{(ji)}$	$A_{(jj)}$		$O_{(j)}$
n	$A_{(nl)}$			$A_{(nn)}$	$O_{(n)}$
ΣT	$T_{(l)}$	$T_{(i)}$	$T_{(j)}$	$T_{(n)}$	A

Dimana :

$A_{(ij)}$ adalah trafik dari i ke j

$A_{(ji)}$ adalah trafik dari j ke i

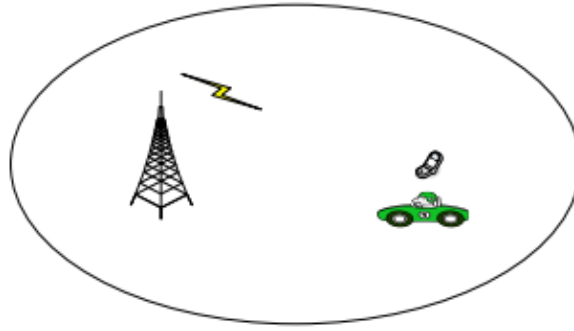
$A_{(ii)}$ adalah trafik dari locak sentral i

$O_{(i)}$ adalah jumlah seluruh trafik originating sentral i

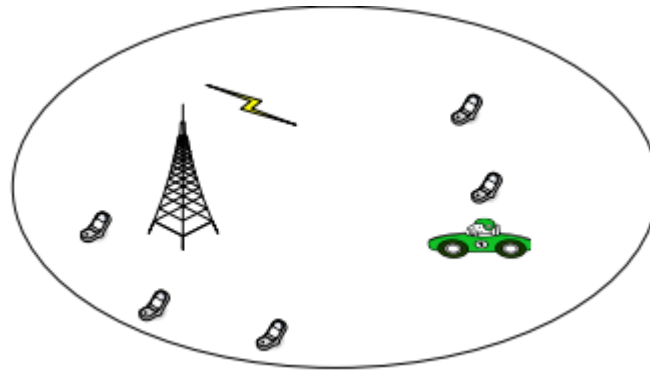
$T_{(j)}$ adalah seluruh trafik terminating sentral j

2.4. Trafik pada Aplikasi Jaringan Bergerak Seluler

Pada sistem jaringan seluler, rekayasa trafik meliputi : mengubah data demografi ke trafik, mapping sebuah grid hexagonal dalam sebuah area, menentukan jumlah kanal per sel dan estimasi jumlah sel. perhatikan ilustrasi pada gambar di bawah :



Gambar 1. satu kanal untuk satu pelanggan



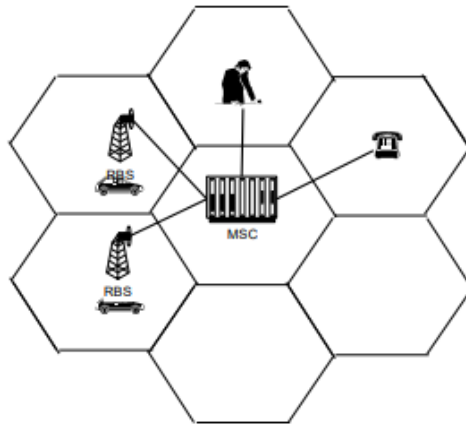
Gambar 2. satu kanal untuk banyak pelanggan

Pada Gambar 2, satu kanal digunakan untuk banyak pelanggan. Sistem ini menimbulkan blockig, menurunkan tingkat pelayanan ke pelanggan. Maka tujuan rekayasa trafik adalah membuat “*good compromise*” antara kedua parameter tersebut.

2.5. 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 (kanal frekuensi) ke wilayah sel (kanal frekuensi) lainnya disebut : “HANDOFF”.



Gambar 3. Model jaringan bergerak seluler

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

2.6. Jaringan Wireless Seluler Dengan Satu Tipe Trafik

Untuk trafik yang diolah dalam sel dapat dikalkulasi dengan persamaan,

$$Y_1 = \frac{\lambda_1}{\mu_T} (1 - P_{Bn})$$

dimana :

λ_1 = rate kedatangan panggilan (intensitas trafik)

μ_T = rate terminasi panggilan total pada sel yang diamati

Tetap harus diperhatikan bahwa pada sistem seluler harus diperhitungkan adanya panggilan-panggilan *handover* ke dan dari suatu sel, sehingga formula Erlang-B sederhana sebenarnya tidak dapat diaplikasikan secara langsung.

Proses *handover* sendiri dapat dianggap sebagai suatu proses Poisson dengan intensitas rata-rata λ_h , sehingga total intensitas kedatangan panggilan :

$$\lambda_h = \lambda_n + \lambda_h$$

dimana λ_h adalah rate kedatangan panggilan sel “n” (intensitas trafik sel n), yang untuk sel 1 sebelumnya dinyatakan dengan λ_1 .

$$A_e = \lambda_T / \mu_T = (\lambda_n + \lambda_h) / (\mu_c + \mu_h)$$

2.7. Peningkatan Kapasitas Sel

2.7.1. Fixed Channel Allocation (FCA)

Sistem FCA yang biasa digunakan adalah dengan sistem rugi. Artinya, pada saat seluruh kanal yang ditetapkan pada BS (*Base Station*) sedang digunakan maka panggilan baru langsung ditolak. Probabilitas panggilan tersebut ditolak bergantung pada jumlah saluran yang disediakan dan lalu lintas yang ditawarkan. Hubungan ketiga besaran ini dinyatakan dengan

$$B = \frac{A^N}{N! \sum_{i=0}^N \frac{A^i}{i!}}$$

Dimana :

B = probabilitas seluruh saluran sibuk

A = nilai lalu lintas yang ditawarkan

N = jumlah sel yang disediakan

Terdapat beberapa metode untuk Fixed Channel Allocation (FCA), yaitu

1. FCA Menggunakan Omnidirectional

Jumlah pelanggan (M) dapat dihitung dengan cara :

$$M = \frac{A \times 60 \text{ menit / hr}}{T}$$

Dimana A(N,B) merupakan trafik yang disediakan (berdasarkan tabel Erlang B).

2. FCA Menggunakan Sektorisasi

Jumlah N per sektor = jumlah sel yang disediakan / jumlah sektor

Jumlah pelanggan (M) per sektor dapat dihitung dengan persamaan seperti :

$$M = \frac{A \times 60 \text{ menit / hr}}{T}$$

dimana A(N per sektor, B) merupakan trafik yang disediakan (berdasarkan tabel Erlang B).

Sehingga jumlah pelanggan (M) per sel:

$$M = \frac{A \times 60 \text{ menit} / \text{hr}}{T} \times \text{Jumlah sektor (users/cel)}$$

2.7.2 Metode Yang Bergantung Wilayah Dan Jenis Antena

Ada beberapa metode yang bergantung dengan kondisi wilayah dan bergantung dengan jenis antena yang digunakan, yaitu :

1. Menggunakan Antena Omnidireksional

- Kasus No Channel Sharing

Dimana kasus tersebut dapat dihitung dengan :

$$M = \frac{A \times 60 \text{ menit} / \text{hr}}{T}$$

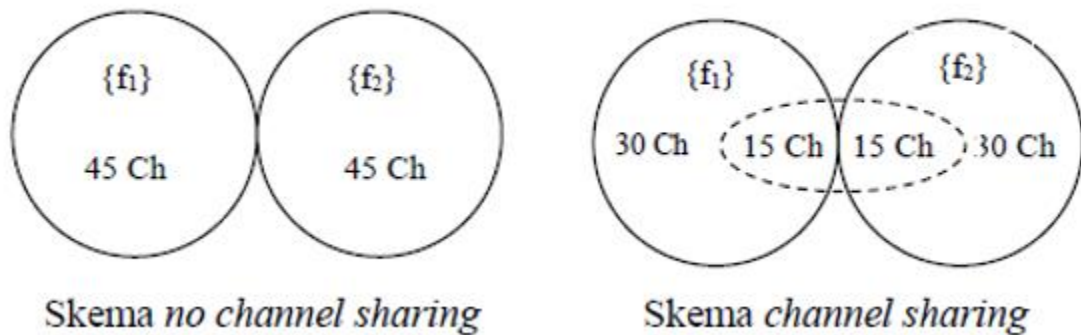
M adalah jumlah *users* atau unit mobil yang dapat dilayani dengan persamaan tersebut.

- Kasus Channel Sharing

Dimana kasus tersebut dapat dihitung dengan :

$$A \cong \frac{1}{2} [A(N_1, B) + A(N_2, B) - A(\Delta N, B)] \quad (\text{Erlang})$$

A adalah besar trafik yang dihasilkan.



2. Menggunakan Antena Direksional

- Kasus No Channel Sharing

Jumlah N per sektor = Total jumlah kanal yang disediakan / jumlah sektor

Jumlah pelanggan (M) per sektor dapat dihitung berdasarkan persamaan :

$$M = \frac{A \times 60 \text{ menit / hr}}{T}$$

Dimana A(N persektor, B) merupakan trafik yang disediakan (berdasarkan tabel Erlang B.

BAB III

PEMBAHASAN

3.1 Perencanaan Jaringan Fixed

Pada perumahan Angela terdapat 1200 pelanggan Biznet dan 10 perusahaan yang bergerak dibidang industri telekomunikasi dengan masing-masing PBX pada area suatu sentral local. Karakteristik trafik yang dibangkitkan oleh pelanggan Biznet pada perumahan Angela dan perusahaan diestimasikan 0,03 erlang dan 0,3 erlang

- Berapa intensitas trafik total a yang dibangkitkan oleh semua pelanggan?
- Berapa rate kedatangan λ dengan asumsi waktu pendudukan rata-rata 2 menit ?
- Dalam 3-tahun perioda peramalan jumlah pelanggan baru diestimasikan tumbuh linier dengan rate 200 pelanggan/tahun. Karakteristik trafik yang dibangkitkan oleh pelanggan indihome diasumsikan tumbuh ke angka 0,05 erlang. Total jumlah perusahaan dengan PBX sendiri ada pertambahan ke angka 0,6. Berapa estimasi intensitas trafik total a pada akhir perioda peramalan?

Jawab :

- $a = 1200 \times 0,04 + 10 \times 0,4 = 48 + 4 = 52$ erlang
- $\lambda = a/h = 52/4 = 13$ calls/min
- $a = (1200 + 3 \times 200) \times 0,05 + 10 \times 0,6 = 96$ erlang

Empat sentral lokal secara penuh dihubungkan satu dengan yang lainnya, buatlah matriks T yang menunjukkan trafik interest jam sibuk diberikan, dimana waktu pendudukan rata-ratanya adalah $h = 4$ menit dan juga panggilan diroutekan melalui saluran terpendek.

$$T(i,i) = 96/2 = 48$$

$$T(i,j) = 96/6 = 16$$

area	1	2	3	4	sum
1	48	16	16	16	96
2	16	48	16	16	96

3	16	16	48	16	96
4	16	16	16	48	96
sum	96	96	96	96	384

Menentukan :

- kapasitas penanganan panggilan pada node jaringan berbeda sesuai dengan persyaratan GOS, $\rho < 20\%$
- Buat Pendimensian link jaringan trunk sesuai dengan persyaratan GOS, $B < 0.5 \%$

3.1.1 Analisa Node

Node 1 :

- Call requests dari area sendiri :
 $[T(1,1) + T(1,2) + T(1,3) + T(1,4)]/h = 96/4 = 24 \text{ calls/min}$
- Call requests dari area 2 :
 $T(2,1)/h = 16/4 = 4 \text{ calls/min}$
- Call requests dari area 3 :
 $T(3,1)/h = 16/4 = 4 \text{ calls/min}$
- Call requests dari area 4 :
 $T(4,1)/h = 16/4 = 4 \text{ calls/min}$
- Arrival rate total call requests :
 $\lambda(1) = 24 + 4 + 4 + 4 + 4 = 40 \text{ calls/min}$
- Kapasitas penanganan panggilan yang diperlukan :
 $\mu(1) = 5/2 \times \lambda(1) = 100 \text{ calls/min}$

- Node 2 :

- Call requests dari area sendiri :
 $[T(2,1) + T(2,2) + T(2,3) + T(2,4)]/h = 96/4 = 24 \text{ calls/min}$
- Call requests dari area 1 :

$$T(1,2)/h = 16/4 = 4 \text{ calls/min}$$

- Call requests dari area 3 :

$$T(3,2)/h = 16/4 = 4 \text{ calls/min}$$

- Call requests dari area 4 :

$$T(4,1)/h = 16/4 = 4 \text{ calls/min}$$

- Arrival rate total call requests :

$$\lambda(2) = 24 + 4 + 4 + 4 + 4 = 40 \text{ calls/min}$$

- Kapasitas penanganan panggilan yang diperlukan :

$$\mu(2) = 5/2 \times \lambda(2) = 100 \text{ calls/min}$$

- Node 3 :

- Call requests dari area sendiri :

$$[T(3,1) + T(3,2) + T(3,3) + T(3,4)]/h = 96/4 \\ = 24 \text{ calls/min}$$

- Call requests dari area 1 :

$$T(1,3)/h = 16/4 \\ = 4 \text{ calls/min}$$

- Call requests dari area 2 :

$$T(2,3)/h = 16/4 \\ = 4 \text{ calls/min}$$

- Call requests dari area 4 :

$$T(4,3)/h = 16/4 \\ = 4 \text{ calls/min}$$

- Arrival rate total call requests :

$$\lambda(3) = 24 + 4 + 4 + 4 + 4 \\ = 40 \text{ calls/min}$$

- Kapasitas penanganan panggilan yang diperlukan :

$$\mu(3) = 5/2 \times \lambda(3) \\ = 100 \text{ calls/min}$$

- Node 4 :

- Call requests dari area sendiri :

$$[T(4,1) + T(4,2) + T(4,3) + T(4,4)]/h = 96/4 = 24 \text{ calls/min}$$
- Call requests dari area 1 :

$$T(1,4)/h = 16/4$$

$$= 4 \text{ calls/min}$$
- Call requests dari area 2 :

$$T(2,4)/h = 16/4$$

$$= 4 \text{ calls/min}$$
- Call requests dari area 3 :

$$T(3,4)/h = 16/4$$

$$= 4 \text{ calls/min}$$
- Arrival rate total call requests :

$$\lambda(4) = 24 + 4 + 4 + 4 + 4$$

$$= 40 \text{ calls/min}$$
- Kapasitas penanganan panggilan yang diperlukan :

$$\mu(4) = 5/2 \times \lambda(4)$$

$$= 100 \text{ calls/min}$$

3.1.2 Analisa Link

- Link 1-2 (antar node 1 dan 2)

- Total offered traffic :

$$a(1-2) = T(1,2) + T(2,1)$$

$$= 16 + 16$$

$$= 32 \text{ erlang}$$
- Kapasitas diperlukan :

$$n(1-2) = \min \{ i | \text{Erl}(i, 32) < 0.5\% \}$$

$$n(1-2) = 45 \text{ kanal}$$

- Link 1-3 (antar node 1 dan 3)

- Total offered traffic :

$$a(1-3) = T(1,3) + T(3,1)$$

$$= 16 + 16 = 32 \text{ erlang}$$

- Kapasitas diperlukan :

$$n(1-3) = \min \{ i | \text{Erl}(i, 32) < 0.5\% \}$$

$$n(1-3) = 45 \text{ kanal}$$

- Link 1-4 (antar node 1 dan 4)

- Total offered traffic :

$$a(1-4) = T(1,4) + T(4,1)$$

$$= 16 + 16 = 32 \text{ erlang}$$

- Kapasitas diperlukan :

$$n(1-4) = \min \{ i | \text{Erl}(i, 32) < 0.5\% \}$$

$$n(1-4) = 45 \text{ kanal}$$

- Link 2-3 (antar node 2 dan 3)

- Total offered traffic :

$$a(2-3) = T(2,3) + T(3,2)$$

$$= 16 + 16 = 32 \text{ erlang}$$

- Kapasitas diperlukan :

$$n(2-3) = \min \{ i | \text{Erl}(i, 32) < 0.5\% \}$$

$$n(2-3) = 45 \text{ kanal}$$

- Link 2-4 (antar node 2 dan 4)

- Total offered traffic :

$$a(2-4) = T(2,4) + T(4,2)$$

$$= 16 + 16 = 32 \text{ erlang}$$

- Kapasitas diperlukan :

$$n(2-4) = \min \{ i | \text{Erl}(i, 32) < 0.5\% \}$$

$$n(2-4) = 45 \text{ kanal}$$

- Link 3-4 (antar node 3 dan 4)

- Total offered traffic :

$$a(3-4) = T(3,4) + T(4,3)$$

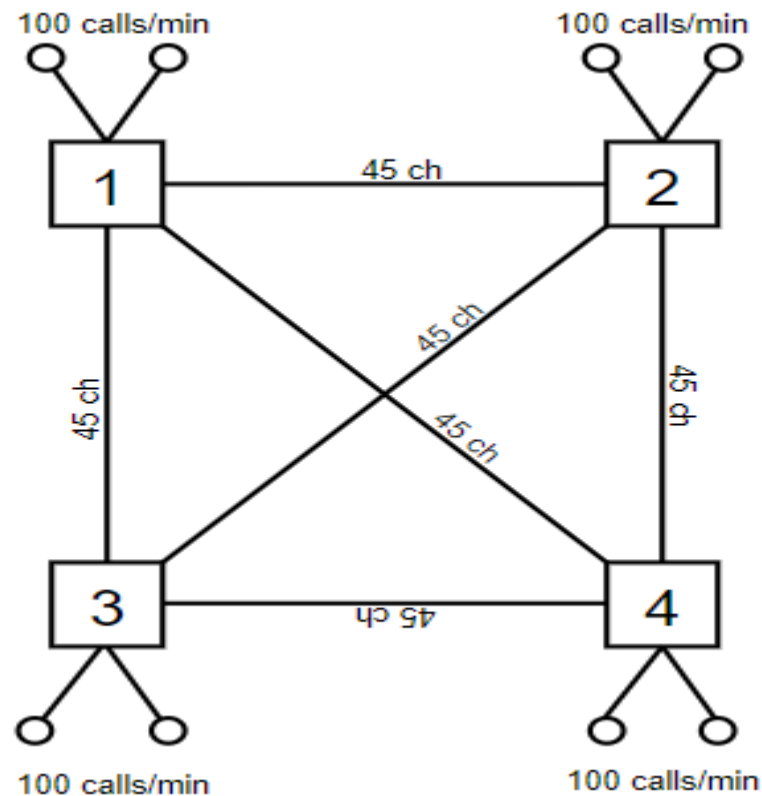
$$= 16 + 16 = 32 \text{ erlang}$$

- Kapasitas diperlukan :

$$n(3-4) = \min \{ i | \text{Erl}(i, 32) < 0.5\% \}$$

$$n(3-4) = 45 \text{ kanal}$$

3.1.3 Hasil Dimensioning dan Topologi



Gambar 3.1 Pengamatan Jaringan Wireless Seluler

3.2 Pengamatan Jaringan Wireless Seluler

Pengamatan trafik selama 60 menit pada suatu sel kawasan industri yang mempunyai kapasitas 6 kanal memberikan data berikut adalah rate kedatangan panggilan dari pelanggan-pelanggan dalam sel tersebut adalah 50 panggilan dengan rate terminasi 25 panggilan.

Dalam waktu pengamatan tersebut terdapat pelanggan-pelanggan yang handover dari sel-sel tetangga dengan rate handover sebesar 6 panggilan dan rate terminasi sebesar 3 panggilan, tentukanlah Intensitas Trafik Efektif (A_e) dan Probabilitas Blocking panggilan handover ke sel yang diamati tersebut.

3.2.1 Analisa Pengamatan Jaringan Wireless Seluler

Diketahui :

- $N = 6$ kanal
- $\lambda_n = 50$
- $\mu_n = 25$
- $\lambda_h = 6$
- $\mu_h = 3$

Jawab :

- **Intensitas Trafik Efektif pada Sel Tersebut (A_g)**

$$\begin{aligned} A_g &= \lambda_T / \mu_T \\ &= (\lambda_n + \lambda_h) / (\mu_n + \mu_h) \\ &= (50 + 6) / (25 + 3) \\ &= 56 / 28 \\ &= 2 \end{aligned}$$

- **Probabilitas Blocking (PB)**

$$PB = \frac{\frac{A_g^N}{N!}}{\sum_{i=0}^N \frac{A_g^i}{i!}} \times 100\%$$

$$PB = \frac{\frac{2^6}{6!}}{\sum_{i=0}^6 \frac{2^i}{i!}} \times 100\%$$

$$= (64 / 1.2.3.4.5.6) / (1 + 2 + (4/2) + (8/6) + (16/24) + (32/120) + (64/720))$$

$$= 0,089 / 1 + 2 + 2 + 1,333 + 0,667 + 0,267 + 0,089$$

$$= 0,089 / 7,36$$

$$= 0,012 \times 100 = 1,2\%$$

3.3 Perencanaan Jaringan Seluler

Satu daerah kawasan industri sedang melakukan perencanaan jaringan seluler untuk berkomunikasi dengan menggunakan antena omnidirectional, dimana probabilitas seluruh saluran sibuknya adalah 0.5% , jumlah sel yang disediakan adalah 60, dan waktu pendudukan rata-ratanya adalah 2,5 menit. Berapakah intensitas trafik efektif dan jumlah pelanggan?

Diketahui :

- $B = 0.5\%$
- $N = 60$
- $T_{penduduk} = 4 \text{ menit}$

Ditanya :

- $A_e ?$
- $M?$

Jawab :

- $A_e = (0.5\%, 60)$
 $= 44,8 \text{ Erlang}$
- $M = (A \times 60 \text{ menit/hr}) / T$
 $= (44,8 \text{ Erlang} \times 60) / 4 \text{ menit}$
 $= 672 \text{ pelanggan}$

Daerah kawasan industri ingin mengganti perencanaan jaringan seluler untuk berkomunikasi dengan menggunakan antena sektoral dengan 2 sektor, dimana probabilitas seluruh saluran sibuknya adalah 0.5% , jumlah sel yang disediakan adalah 60, dan waktu pendudukan rata-ratanya adalah 2,5 menit. Berapakah intensitas trafik efektif persektor, jumlah pelanggan persektor, dan jumlah pelanggan secara keseluruhan?

Diketahui :

- $B = 0.5\%$
- $N = 60$
- $T_{penduduk} = 4 \text{ menit}$
- $\text{Sektor} = 3$

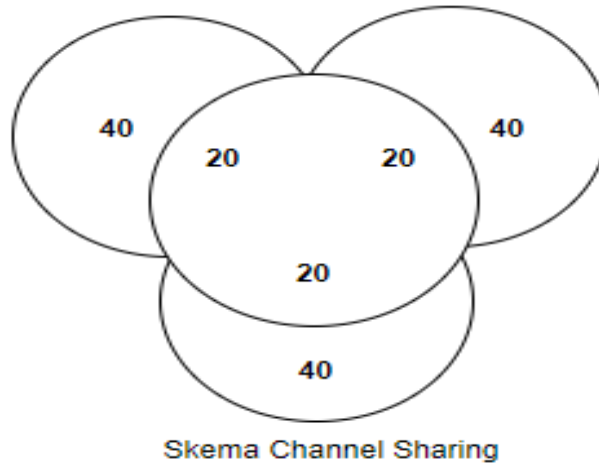
Ditanya :

- Ae sektor ?
- M sektor?
- M keseluruhan?

Jawab :

- Jumlah kanal per sektor = $60/3$
= 20 kanal
- Ae (Sektor) = (0.5%, 20)
= 11,1 Erlang
- M per sektor = $(A \times 60 \text{ menit/hr}) / T$
= $(11,1 \text{ Erlang} \times 60 \text{ menit/hr}) / 4 \text{ menit}$
= $166,5 \approx 167$ pelanggan
- M keseluruhan = M per sektor x sektor
= 167×3
= 501 Pelanggan

Pada daerah kawasan industri telah selesai membuat perencanaan jaringan menggunakan antena omnidireksional dan sektoral no channel sharing, dimana dengan menggunakan antena omnidirectional lebih mampu menangani jumlah pelanggan yang lebih banyak dari pada menggunakan antena sektoral. Tetapi pada daerah kawasan industri ingin melakukan perencanaan jaringan dengan channel sharing menggunakan antena omnidirectional dan antena sektoral dengan 3 sektor, dimana diharapkan dapat menangani lebih banyak pelanggan dari pada perencanaan sebelumnya. Diasumsikan 60 kanal pada masing-masing sel dengan 20 kanal untuk disharing dengan sel lain, untuk jumlah sel terbesar adalah 100 dan jumlah sel terkecil adalah 40. Untuk skema channel sharing dapat dilihat pada gambar. Berapa intensitas efektif trafik pada kondisi channel sharing dan jumlah pelanggan dengan menggunakan antena omnidirectional dan berapa intensitas trafik persektor, jumlah pelanggan persektor dan jumlah pelanggan secara keseluruhan menggunakan antena sektoral dengan kondisi yang sama.



Untuk Antena Omnidirectional

Diketahui :

- $N1 = 60$
- $N2 = 80$
- $\Delta N = 20$
- $T_{penduduk} = 4 \text{ menit}$

Ditanya :

- A_e pada channel sharing?
- M ?

Jawab :

- A_e pada channel sharing

$$\begin{aligned}
 A &= \frac{1}{2}[A(N1,B) + A(N2,B) - A(\Delta N,B)] \\
 &= \frac{1}{2}[A(60,0.5\%) + A(80,0.5\%) - A(20,0.5\%)] \\
 &= \frac{1}{2}[44,76 + 62,7 - 11,1] \\
 &= 48,18 \text{ Erlang}
 \end{aligned}$$

- $M = (A \times 60 \text{ menit/hr}) / T$
 $= (48,18 \times 60) / 4$
 $= 722,7 \approx 723 \text{ pelanggan}$

Untuk Antena Sektoral

Diketahui :

- $N = 60$
- $\Delta N = 20$
- $T_{\text{penduduk}} = 4 \text{ menit}$
- 3 Sektor

Ditanya :

- A_e sektor ?
- M sektor ?
- M keseluruhan ?

Jawab :

- Jumlah kanal per sektor (N_1) = $60/3$
 $= 20$
- $N_2 = N_1 + \Delta N$
 $= 20 + 20$
 $= 40 \text{ kanal}$
- A_e (sektor) pada channel sharing

$$A = \frac{1}{2}[A(N_1, B) + A(N_2, B) - A(\Delta N, B)]$$

$$= \frac{1}{2}[A(20, 0.5\%) + A(40, 0.5\%) - A(20, 0.5\%)]$$

$$= \frac{1}{2}[11,1 + 27,38 - 11,1]$$

$$= 13,69 \text{ Erlang}$$
- M per sektor = $(A \times 60 \text{ menit/hr}) / T$
 $= (13,69 \times 60) / 4$
 $= 205,35 \approx 206 \text{ pelanggan}$
- M keseluruhan = M per sektor \times sektor
 $= 206 \times 3$
 $= 618 \text{ Pelanggan}$

BAB IV

Kesimpulan

Setelah melakukan perencanaan jaringan fix dan jaringan seluler menggunakan antenna omnidirectional dan antenna sectoral dengan metode channel sharing dan no channel sharing, dimana dalam perencanaan jaringan fixed menggunakan topologi mesh yang menghubungkan setiap perangkat jaringan secara langsung ke perangkat lainnya. Akibatnya, dalam topologi mesh setiap perangkat dapat berkomunikasi langsung dengan perangkat yang dituju.

Hasil-hasil perhitungan yang didapatkan dalam perencanaan jaringan fix yaitu hasil intensitas trafik total yang didapatkan adalah 52 Erlang, rate kedatangan dengan asumsi waktu pendudukan rata-rata adalah 13 calls/min, estimasi intensitas trafik total pada akhir perioda peramalan adalah 96 Erlang, kapasitas penanganan pada masing-masing node adalah 100 calls/min, kapasitas diperlukan pada masing-masing link adalah 45 kanal.

Hasil-hasil perhitungan yang didapatkan dalam perencanaan jaringan seluler untuk antenna omnidirectional pada kondisi no channel sharing yaitu, hasil intensitas efektif trafik adalah 44,8 Erlang dan jumlah pelanggan adalah 672 pelanggan. Untuk antenna sectoral pada kondisi no channel sharing yaitu, hasil intensitas trafik efektif adalah 13,69 Erlang, jumlah pelanggan persektor adalah 206 Erlang, dan jumlah pelanggan secara keseluruhan adalah 501 pelanggan.

Hasil-hasil perhitungan yang didapatkan dalam perencanaan jaringan seluler untuk antenna omnidirectional pada kondisi channel sharing yaitu hasil intensitas efektif trafik adalah 48,18 Erlang dan jumlah pelanggan adalah 723 pelanggan. Untuk antenna sectoral pada kondisi channel sharing yaitu hasil intensitas efektif trafik persektor adalah 13,69 Erlang, jumlah pelanggan persektor adalah 206 pelanggan jumlah pelanggan secara keseluruhan adalah 618 pelanggan.

Hasil-hasil yang telah didapatkan setelah melakukan perhitungan dengan menggunakan no channel sharing dan channel sharing dengan masing-masing menggunakan antena omnidirectional dan antena sektoral, yang direkomendasikan untuk perencanaan jaringan seluler adalah dengan kondisi channel sharing menggunakan sektoral karena jumlah pelanggan yang lebih banyak pada daerah kawasan industri.

Daftar Pustaka

Subrata, Santoso, Zahra. “Peramalan Trafik Data Menggunakan Jaringan Saraf Tiruan” . <https://core.ac.uk/download/pdf/11724363.pdf>. Diakses pada tanggal 06 Juli 2021.

Hertiana, 2009. “Rekayasa Trafik Telekomunikasi” .<https://dokumen.tips/documents/modul-rekayasa-trafik.html>. Diakses pada tanggal 06 Juli 2021.

Kusumo, 2015. “Network Planing dan Dimensioning” . <https://slideplayer.info/slide/5307909/>. Diakses pada tanggal 06 Juli 2021.

Kusuma, 2018. “Pengukuran Trafik dan Peramalan Trafik” . <https://slideplayer.info/slide/1213788/>. Diakses pada tanggal 06 Juli 2021.