

DOI: doi.org/10.21009/0305020118

DETEKSI DISASTER RECOVERY PLAN PADA SISTEM KOMUNIKASI SELULER MENGGUNAKAN VSAT FDMA BERBASIS KU-Band

Wisnu Broto

Prodi Elektro Fakultas Teknik Universitas Pancasila, Srengseng Sawah, Jagakarsa, Jakarta Selatan 12640

¹)Email: wisnu.agni@gmail.com

Abstrak

Komunikasi seluler yang umumnya mengandalkan jaringan serat optic sebagai *Backbone* dilapangan sangat rentan terhadap kerusakan akibat faktor bencana alam. Untuk memulihkan kerusakan jaringan optic akibat bencana alam menggunakan frekuensi operasi Ku-Band sebagai pendeteksi *disaster recovery plant* antara *Base Station Controller* (BSC) dengan *Base Transceiver Station* (BTS) dengan metode *switchover routing Enhanced Interior Gateway Routing Protocol* (EIGRP). Frekuensi Ku-Band di pilih karena frekuensi tersebut pada jaringan *Very Small Arpeture Terminal* (VSAT) bersifat praktis dan dinamis saat terjadi *switchover* transmisi paket data. Simulasi pengujian sistem komunikasi menggunakan *software open source Network Simulator 2.35* digunakan 10 node untuk mewakili dua jaringan seluler dan *Packet Tracer* untuk verifikasi metode EIGRP yang digunakan, sehingga memonitor deteksi jalur komunikasi yang perlu diperbaiki. Hasil dari simulasi ini dapat terlihat pada *trace file* yang berformat out.tr dan out.nam. Pada simulasi ini dianalisa bahwa waktu transisi pendeteksian berlangsung sangat cepat yaitu kurang dari 1 detik. Pada saat transmisi terdapat *packet loss* sebesar 6.2 KB. Hal ini sangat baik karena besar *packet loss* tidak terlalu besar. Jaringan VSAT FDMA Ku-Band juga memiliki margin sebesar 3.82 dB sampai menuju *threshold*. Sehingga kita memiliki batas aman sampai jaringan VSAT terputus. Dengan hasil perancangan dan simulasi yang didapat diketahui bahwa pendeteksian jalur komunikasi berlangsung dengan cepat sehingga perpindahan transmisi paket data berlangsung baik serta *dynamic routing* EIGRP yang digunakan mampu menjadi *tools redundant* ketika terjadi *failure* pada sistem seluler tersebut.

Kata Kunci: *Backbone, BSC, BTS, EIGRP, VSAT, Frekuensi Ku-Band*

1. Pendahuluan

Teknologi telekomunikasi seluler pada saat ini berkembang sangat cepat. Tak terkecuali di negara kita Indonesia. Kebutuhan akan komunikasi suara dan juga data terus naik berbanding lurus dengan mobilitas manusia Indonesia yang semakin tinggi. Hal ini tentu menjadi tantangan dan kesempatan bagi penyedia jaringan telekomunikasi seluler untuk dapat terus menjaga konektivitas jaringannya.

Tantangan akan konsistensi performansi dan juga konektivitas ini semakin bertambah apabila terjadi bencana. Seperti yang kita ketahui bahwa Indonesia adalah negara yang cukup sering mengalami bencana alam. Bencana alam yang sering terjadi di Indonesia antara lain banjir dan gempa bumi. Bencana alam seperti ini juga berakibat langsung terhadap sistem komunikasi seluler. Tidak jarang komunikasi seluler langsung mengalami gangguan sesaat setelah terjadi bencana tersebut dan pada beberapa kasus diketahui bahwa gangguan tersebut terjadi karena jaringan *backbone* yang menghubungkan antara BSC (*Base Station Controller*) dan BSC atau antara BSC dan BTS

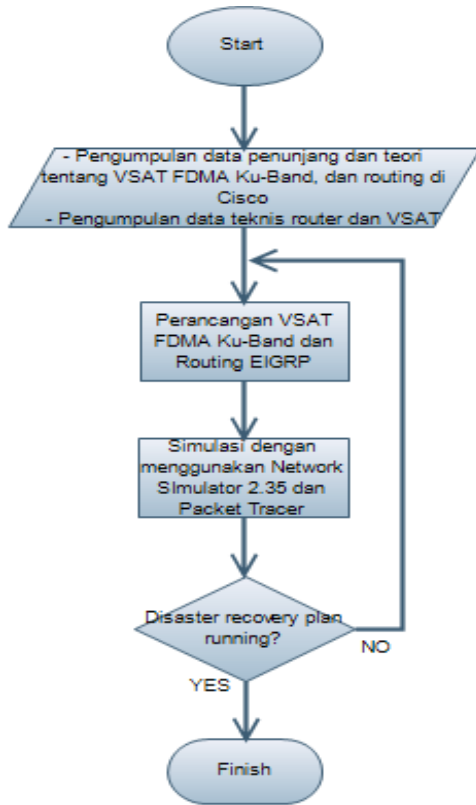
(*Base Transceiver Station*) terputus. Jaringan *backbone* tersebut biasanya menggunakan jaringan serat optik. Serat optik sangat rentan terhadap guncangan dan hantaman. Apalagi jika serat optik tersebut tidak digelar di bawah tanah, maka kemungkinan jaringan tersebut putus ketika ada bencana alam seperti banjir dan gempa bumi, dan badai tsunami.

Oleh karena itu dibutuhkan suatu sistem deteksi *disaster recovery plan* dan metoda *switchover* yang dapat mengakomodasi trafik seluler dan menjaga konektivitas jaringan terutama pada saat terjadi *fail system* ketika terjadi bencana. Jaringan ini harus mempertimbangkan kehandalan dan ke-praktis-an. Salah satu alternatifnya yaitu dengan menggunakan VSAT. VSAT (*Very Small Aperture Terminal*) adalah sebuah stasiun bumi kecil yang menghubungkan dua lokasi dengan perantara satelit. Teknologi VSAT terbagai menjadi dua yaitu VSAT FDMA (*Frequency Division Multiple Access*) dan VSAT TDMA (*Time Division Multiple Access*). Dengan menggunakan VSAT FDMA Ku-Band, kehandalan dan ke-praktis-an suatu jaringan cadangan dirasa sangat bisa untuk diwujudkan. Teknik *multiple* akses FDMA adalah teknik *multiple*

akses yang menjamin *dedicated bandwidth* bagi jalur komunikasi tersebut, sehingga tidak akan terjadi *up and down* pada RBS (*Radio Base Station*) telekomunikasi seluler karena pada umumnya setiap RBS sudah disetting untuk *dedicated* pada *bandwidth* tertentu. Dan juga VSAT Ku-Band yang digunakan untuk mendapatkan sisi praktis dari jaringan cadangan ini. Jaringan VSAT Ku-Band memiliki dimensi antena yang lebih kecil dari VSAT C-Band sehingga mudah untuk di posisikan dibanding jaringan VSAT C-Band yang harus memanfaatkan *space* besar.

2. Metode Penelitian

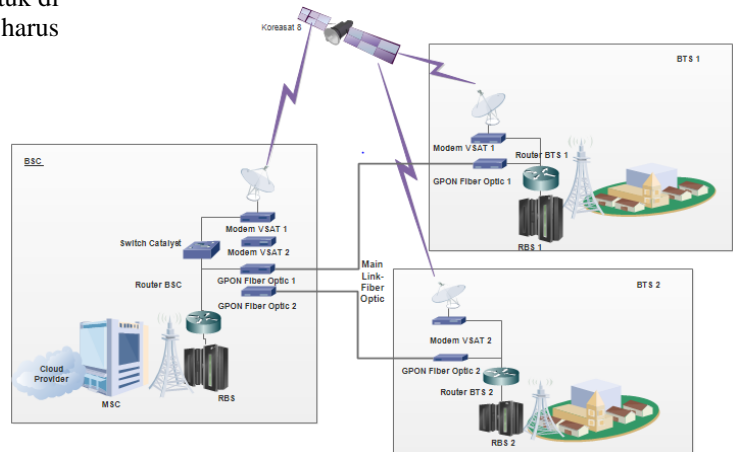
Secara umum diagram alir perancangan disaster recovery plan sistem komunikasi dapat dilihat pada gambar di bawah ini



Gambar 1. Diagram Alir Perancangan disaster recovery plan sistem komunikasi

Plan-nya adalah ketika komunikasi antara dua station seluler mengalami *downtime*, seketika itu juga langsung di deteksi pada sisi Hub atau BSC kemudian langsung di *recovery* dengan menggunakan jaringan VSAT FDMA berbasis frekuensi Ku-Band. Rancangan DRP ini meliputi rancangan sisi transmisi VSAT dan juga metode redundannya dengan menggunakan dynamic routing EIGRP dari Cisco.

Dari gambar 2, dapat kita lihat bahwa jaringan yang akan kita rancang adalah jaringan *data link* atau layer 2 dalam OSI Layer. Yang artinya dalam hal ini kita tidak memperhatikan tentang keamanan jaringan dan *routing* setelah perangkat *router* kita sampai kepada RBS. Karena pada hakikatnya RBS hanya bekerja berdasarkan *dedicated bandwidth* yang diterima. Sistem Komunikasi Seluler.



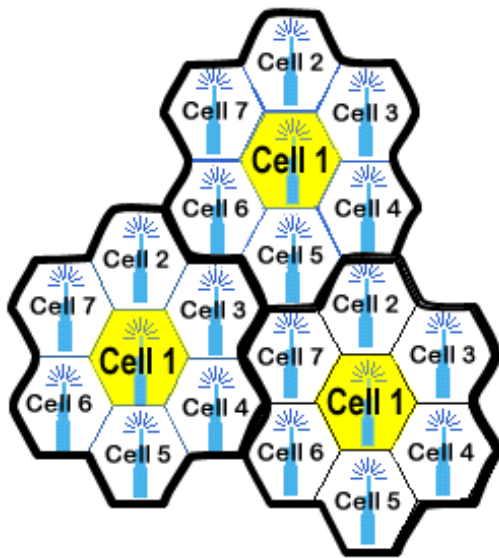
Gambar 2. Topologi Jaringan disaster recovery plan sistem komunikasi

2.1. Sistem komunikasi selular

Berupa sistem komunikasi *wireless* dimana *subscriber* dapat bergerak dalam suatu *coverage* jaringan yang luas, sehingga *subscriber* yang melakukan panggilan tidak mengalami *droppcall* karena berada didaerah *blankspot*.¹ Konsep dasar dari suatu sistem selular adalah pembagian layanan menjadi daerah-daerah kecil yang disebut sel. Setiap sel mempunyai daerah cakupannya masing-masing dan beroperasi secara khusus. Jumlah sel pada suatu daerah geografis berdasarkan pada jumlah pelanggan yang beroperasi di daerah tersebut.

Bentuk jaringan sistem selular berkaitan dengan luas cakupan daerah layanan. Bentuk sel yang terdapat pada sistem komunikasi selular digambarkan dengan bentuk *hexagonal* dan lingkaran. Tetapi bentuk *hexagonal* dipilih sebagai bentuk pendekatan jaringan selular, karena dari sel yang lebih sedikit diharapkan dapat mencakup seluruh wilayah layanan.

Jarak diantara 2 sel menggunakan gelombang frekuensi yang sama harus diatur sedemikain rupa sehingga tidak akan mengakibatkan interferensi. *Frequency reuse* dilakukan untuk efisiensi alokasi frekuensi dan meningkatkan kapasitas sistem. Adapun latar belakang yang mendasari penggunaan *frekuensi reuse* adalah keterbatasan alokasi frekuensi, keterbatasan area cakupan sel (*coverage area*), menaikkan jumlah kanal, membentuk *cluster* yang berisi beberapa sel, dan *co-channel interference*.



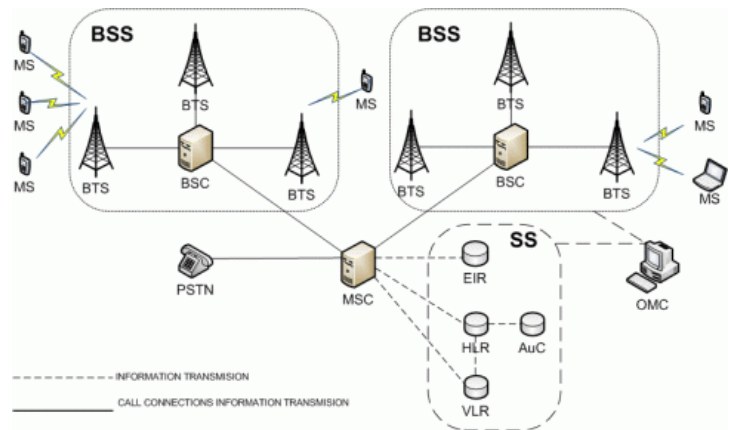
Gambar 3. Frekuensi *Re-use* pada Komunikasi Seluler

2.2. Global System for Mobile Communication

Pada awalnya GSM didesain untuk beroperasi pada frekuensi 900 MHz. Pada frekuensi ini, frekuensi *uplink* menggunakan frekuensi 890–915 MHz, sedangkan frekuensi *downlink* nya menggunakan frekuensi 935–960 MHz. *Bandwidth* yang digunakan adalah 25 MHz (915–890 = 960–935 = 25 MHz), dan lebar kanal sebesar 200 kHz. Dari keduanya, maka didapatkan 125 kanal, dimana 124 kanal digunakan untuk suara dan satu kanal untuk sinyal.

Pada perkembangannya, jumlah kanal 124 semakin tidak mencukupi dalam pemenuhan kebutuhan yang disebabkan pesatnya pertumbuhan jumlah pengguna. Untuk memenuhi kebutuhan kanal yang lebih banyak, maka regulator GSM di Eropa mencoba menggunakan tambahan frekuensi untuk GSM pada band frekuensi di *range* 1800 MHz dengan frekuensi 1710-1785 MHz sebagai frekuensi *uplink* dan frekuensi 1805-1880 MHz sebagai frekuensi *downlinks*. GSM dengan frekuensinya yang baru ini kemudian dikenal dengan sebutan GSM 1800, yang menyediakan *bandwidth* sebesar 75 MHz (1880-1805 = 1785–1710 = 75 MHz). Dengan lebar kanal yang tetap sama yaitu 200 kHz sama, pada saat GSM pada frekuensi 900 MHz, maka pada GSM 1800 MHz ini akan tersedia sebanyak 375 kanal.

Arsitektur Jaringan GSM terdiri dari 3 bagian utama yaitu *Network Switching Subsystem* (NSS), *Radio Subsystem* (RSS), dan *Operation & Maintenance System* (OMS).



Gambar 4. Konfigurasi Sistem Komunikasi Seluler

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Perancangan VSAT FDMA Ku-Band

Perancangan VSAT menggunakan antena Ku-Band 1.2 m, HPA 8 watt, modulasi QPSK FEC TPC dan FEC rate $\frac{3}{4}$ dan Roll Off 5%. dan bandwidth 1 E1 atau 2048 Kbps. Setelah melalui perhitungan maka didapatkan parameter VSAT FDMA Ku-Band sebagai berikut.

Tabel 1. Hasil Perancangan VSAT FDMA Ku-Band

Parameter	Uplink	Downlink-1	Downlink-2	Total
Gain (dB)	45.85	44.55	44.55	-
L_{fs} (dB)	206.86	205.57	205.40	-
EIRP (dB)	54.88	52	52	106.88
R (Km)	36511.53	36545.65	35820.708	-
L_{rs} (dB)	2.726	2.701	2.701	5.427
C/N (dB)	13.834	25.9	26.06	9.55
G/T (dB/K)	-	-	-	21.53
E_b/N_0 (dB)	-	-	-	8.01

3.2. Perancangan Sistem Switcover Redundant EIGRP

Dalam perangkat Cisco terdapat beberapa cara *redundant* dan *switchover*. Salah satunya yaitu dengan menggunakan *EIGRP*. *EIGRP* sendiri adalah *routing protocol* yang hanya diadopsi oleh *router cisco* atau sering disebut sebagai *proprietary protocol* pada *cisco*, dimana *EIGRP* ini hanya bisa digunakan sesama *router cisco*. *EIGRP* menggunakan formula berbasis *bandwidth* dan *delay* untuk menghitung *metric* yang sesuai dengan suatu rute. *EIGRP* melakukan konvergensi secara tepat ketika menghindari *loop*. *EIGRP* tidak melakukan perhitungan rute seperti yang dilakukan oleh *protocol linstate*. Hal ini menjadikan *EIGRP* tidak membutuhkan desain ekstra, sehingga hanya memerlukan lebih sedikit memori dan proses dibandingkan *protocol link state*.

Seperti yang kita lihat pada topologi jaringan (gambar 4.) bahwa jaringan ini menggunakan dua *router*. Prinsipnya adalah *output* dari dua jaringan *link fiber optic* dan *link VSAT* yang berupa *ethernet* di sambungkan ke dua port *ethernet* masing-masing *router*. Sebagai contoh *output ethernet* dari *link fiber optic* disambungkan ke GigabitEthernet 0/0 dan *output* dari *link VSAT* disambungkan ke GigabitEthernet 0/1 di masing-masing *router* kedua lokasi. Setelah itu tinggal konfigurasi EIGRP di kedua *router* tersebut. Pada sisi BSC dipasang sebuah *switch Catalyst* sebelum memasuki *router* dengan asumsi kondisi nyata di lapangan bahwa akan banyak *link* yang masuk ke *router* tersebut sehingga bisa di bagi di *switch Catalyst*.

3.3. Konfigurasi Router BSC

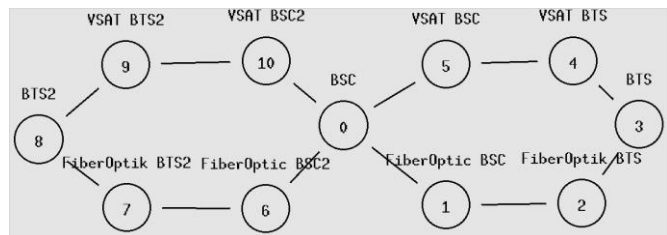
Source Code program simulasi dalam router BSC adalah sebagai berikut :

```
interface GigabitEthernet0/0
```

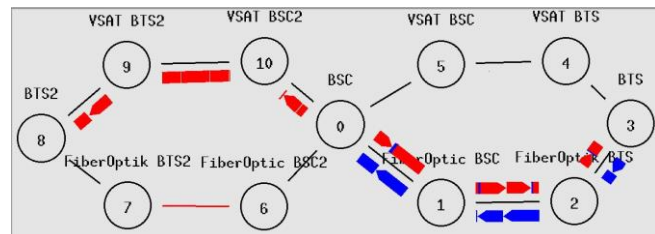
```
no ip address
duplex auto
speed auto
!
interface GigabitEthernet0/0.1
description Optic Link
encapsulation dot1Q 1 native
ip address 10.10.10.1 255.255.255.252
!
interface GigabitEthernet0/0.2
description VSAT Link
encapsulation dot1Q 2
ip address 20.20.20.1 255.255.255.252
delay 2000
!
interface GigabitEthernet0/0.3
description Main Link BTS2
encapsulation dot1Q 3
ip address 30.30.30.1 255.255.255.252
!
interface GigabitEthernet0/0.4
description VSAT Link
encapsulation dot1Q 4
ip address 40.40.40.1 255.255.255.252
delay 2000
!
interface GigabitEthernet0/1
description Link to BSC
duplex auto
speed auto
!
interface GigabitEthernet0/2
no ip address
duplex auto
speed auto
shutdown
!
interface Vlan1
no ip address
shutdown
!
router eigrp 10137
network 10.10.10.0 0.0.0.3 #Konfigurasi EIGRP untuk BTS-1
network 20.20.20.0 0.0.0.3
network 192.168.10.0
network 30.30.30.0 0.0.0.3 #Konfigurasi EIGRP untuk BTS-2
network 40.40.40.0 0.0.0.3
```

Dengan memasukkan parameter VSAT FDMA Ku-Band ke dalam bahasa tcl dan disimpan dengan nama *sat-optic.tcl* sehingga bisa dijalankan di dalam Network Simulator 2.35. Jika tidak ada muncul pesan *error*, berarti *script* yang kita jalankan telah benar dan hasil dari simulasi tersebut dalam kita lihat pada file *out.tr*. Dari file *out.tr* dapat kita ketahui bahwa jaringan VSAT yang disimulasi kan telah berjalan dengan baik. Hal ini dapat diketahui dari tidak adanya file yang berawalan event “d” pada trace file. Hal ini berarti tidak ada paket data yang drop/loss pada saat simulasi berlangsung sehingga dapat disimpulkan bahwa jaringan VSAT FDMA telah berjalan dengan baik.

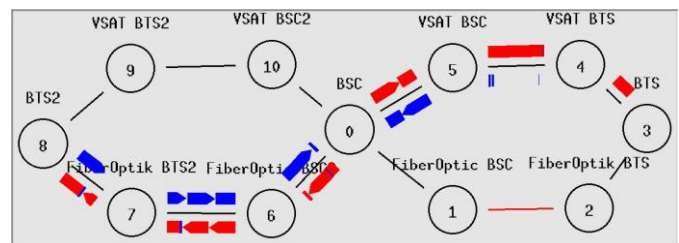
Kemudian dilakukan simulasi di Network Simulator 2.35 dengan menggunakan 10 node yang mewakili dua jaringan komunikasi seluler. Simulasi Deteksi *Disaster Recovery Plan* (DRP) dengan menggunakan jaringan VSAT dan serat optik. Simulasi di animasikan dengan menggunakan NAM (*Network Animator*) sehingga *dynamic routing* sebagai metode *switchover* ketika terjadi *failure* terhadap satu jaringan dapat terlihat. Berikut adalah urutan simulasi pada Network Simulator 2.35 yang di animasikan dengan NAM.



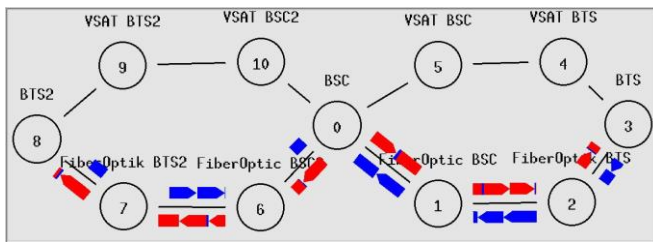
Gambar 5. Tampilan Topologi Simulasi



Gambar 6. Main Link Optic BTS-2 Down, switchover ke VSAT BTS-2



Gambar 7. Main link BTS-1 Down, switchover ke VSAT BTS-1



Gambar 8. Dua Jaringan berjalan normal

Setelah simulasi dilakukan dan dijalankan, maka analisis data dilakukan dengan melihat trace file out.nam. Pada detik ke- 0.35 terjadi perpindahan transmisi data dari Optik BTS-2 ke VSAT BTS-2 kemudian detik ke-5 terjadi switchover dari VSAT BTS-2 ke Optik BTS-2. Kemudian pada detik ke-2 terjadi switchover dari Optik BTS-1 ke VSAT BTS-1 dan pada detik ke-5 terjadi switchover dari VSAT BTS-1 ke Optik BTS-1.

```
h-t 0.3496845 -s 1 -d 2 -p cbr -e 1000 -c 2 -i 493 -a 2 -x {0.0 3.1 -1 - - - - - null}
r-t 0.349872 -s 0 -d 1 -p cbr -e 48 -c 2 -i 494 -a 2 -x {0.0 3.1 125 - - - - - null}
+ -t 0.349872 -s 1 -d 2 -p cbr -e 48 -c 2 -i 494 -a 2 -x {0.0 3.1 125 - - - - - null}
l-t 0.3499999999999998 -s 7 -d 6 -s DOWN
v-t 0.3499999999999998 link-down 0.3499999999999998 7 6
l-t 0.3499999999999998 -s 7 -d 6 -s DOWN
v-t 0.3499999999999998 link-down 0.3499999999999998 7 6
d-t 0.35 -s 6 -d 7 -p rtProtoLS -e 20 -c 0 -i 501 -a 0 -x {6.1 7.1 -1 - - - - - null}
l-t 0.3499999999999998 -s 6 -d 7 -s DOWN
v-t 0.3499999999999998 link-down 0.3499999999999998 6 7
l-t 0.3499999999999998 -s 6 -d 7 -s DOWN
v-t 0.3499999999999998 link-down 0.3499999999999998 6 7
+ -t 0.35 -s 6 -d 0 -p rtProtoLS -e 100 -c 0 -i 516 -a 0 -x {6.1 0.7 -1 - - - - - null}
- -t 0.35 -s 6 -d 0 -p rtProtoLS -e 100 -c 0 -i 516 -a 0 -x {6.1 0.7 -1 - - - - - null}
h-t 0.35 -s 6 -d 0 -p rtProtoLS -e 100 -c 0 -i 516 -a 0 -x {6.1 0.7 -1 - - - - - null}
+ -t 0.35 -s 7 -d 8 -p rtProtoLS -e 100 -c 0 -i 517 -a 0 -x {7.1 8.3 -1 - - - - - null}
- -t 0.35 -s 7 -d 8 -p rtProtoLS -e 100 -c 0 -i 517 -a 0 -x {7.1 8.3 -1 - - - - - null}
h-t 0.35 -s 7 -d 8 -p rtProtoLS -e 100 -c 0 -i 517 -a 0 -x {7.1 8.3 -1 - - - - - null}
- -t 0.351113 -s 2 -d 3 -p cbr -e 48 -c 2 -i 471 -a 2 -x {0.0 3.1 119 - - - - - null}
h-t 0.351113 -s 2 -d 3 -p cbr -e 48 -c 2 -i 471 -a 2 -x {0.0 3.1 -1 - - - - - null}
- -t 0.3513005 -s 2 -d 3 -p ack -e 40 -c 1 -i 476 -a 1 -x {0.2 3.0 0 - - - - - null}
h-t 0.3513005 -s 2 -d 3 -p ack -e 40 -c 1 -i 476 -a 1 -x {0.2 3.0 -1 - - - - - null}
r-t 0.3514925 -s 1 -d 2 -p cbr -e 1000 -c 2 -i 481 -a 2 -x {0.0 3.1 120 - - - - - null}
```

Gambar 9. Trace File pada detik ke 0.35

Pada saat transisi dari jaringan serat optik ke jaringan VSAT pada BTS-2 diketahui bahwa terdapat paket loss. Hal ini dapat diketahui dari event "d" yang terdapat pada event trace file. Jumlah loss packet yang terjadi pada switchover dari jaringan serat optik ke jaringan VSAT pada BTS-2 adalah 20 Bytes. Sedangkan waktu transisi yang diperlukan adalah:

$$0.3514925 - 0.349872 = 0.0016205 \text{ s} = 1.62 \text{ ms}$$

Dari gambar 10. dapat kita lihat bahwa tidak ada loss packet yang terjadi dan waktu transisi yang terjadi selama :

$$1.35016775 - 1.34998025 = 0.0001875 \text{ s} = 0.18 \text{ ms}$$

Pada saat terjadi switchover dari jaringan serat optik ke jaringan VSAT terjadi paket loss sebesar :

$$1040 + 1040 + 1040 + 1000 + 1000 + 48 + 40 + 1000 = 6208 \text{ Bytes} = 6.208 \text{ KB}$$

Dan waktu transisi yang terjadi adalah selama :

$$2.00013275 - 1.99998025 = 0.0001525 \text{ s} = 0.15 \text{ ms}$$

Kemudian kita lihat juga trace file pada saat detik ke-5 yaitu ketika switchover dari jaringan VSAT ke jaringan serat optik karena jaringan serat optik kembali up (aktif).

```
h-t 1.34998025 -s 2 -d 3 -p cbr -e 1000 -c 2 -i 2215 -a 2 -x {0.0 3.1 -1 - - - - - null}
l-t 1.3500000000000001 -s 7 -d 6 -s UP
v-t 1.3500000000000001 link-up 1.3500000000000001 7 6
l-t 1.3500000000000001 -s 7 -d 6 -s UP
v-t 1.3500000000000001 link-up 1.3500000000000001 7 6
l-t 1.3500000000000001 -s 6 -d 7 -s UP
v-t 1.3500000000000001 link-up 1.3500000000000001 6 7
l-t 1.3500000000000001 -s 6 -d 7 -s UP
v-t 1.3500000000000001 link-up 1.3500000000000001 6 7
+ -t 1.35 -s 6 -d 0 -p rtProtoLS -e 100 -c 0 -i 2282 -a 0 -x {6.1 0.7 -1 - - - - - null}
- -t 1.35 -s 6 -d 0 -p rtProtoLS -e 100 -c 0 -i 2282 -a 0 -x {6.1 0.7 -1 - - - - - null}
h-t 1.35 -s 6 -d 0 -p rtProtoLS -e 100 -c 0 -i 2282 -a 0 -x {6.1 0.7 -1 - - - - - null}
+ -t 1.35 -s 6 -d 7 -p rtProtoLS -e 100 -c 0 -i 2283 -a 0 -x {6.1 7.1 -1 - - - - - null}
- -t 1.35 -s 6 -d 7 -p rtProtoLS -e 100 -c 0 -i 2283 -a 0 -x {6.1 7.1 -1 - - - - - null}
h-t 1.35 -s 6 -d 7 -p rtProtoLS -e 100 -c 0 -i 2283 -a 0 -x {6.1 7.1 -1 - - - - - null}
+ -t 1.35 -s 6 -d 7 -p rtProtoLS -e 200 -c 0 -i 2284 -a 0 -x {6.1 7.1 -1 - - - - - null}
- -t 1.35 -s 7 -d 6 -p rtProtoLS -e 100 -c 0 -i 2285 -a 0 -x {7.1 6.1 -1 - - - - - null}
+ -t 1.35 -s 7 -d 6 -p rtProtoLS -e 100 -c 0 -i 2285 -a 0 -x {7.1 6.1 -1 - - - - - null}
h-t 1.35 -s 7 -d 6 -p rtProtoLS -e 100 -c 0 -i 2285 -a 0 -x {7.1 6.1 -1 - - - - - null}
+ -t 1.35 -s 7 -d 8 -p rtProtoLS -e 100 -c 0 -i 2286 -a 0 -x {7.1 8.3 -1 - - - - - null}
- -t 1.35 -s 7 -d 8 -p rtProtoLS -e 100 -c 0 -i 2286 -a 0 -x {7.1 8.3 -1 - - - - - null}
h-t 1.35 -s 7 -d 8 -p rtProtoLS -e 100 -c 0 -i 2286 -a 0 -x {7.1 8.3 -1 - - - - - null}
+ -t 1.35 -s 7 -d 6 -p rtProtoLS -e 200 -c 0 -i 2287 -a 0 -x {7.1 6.1 -1 - - - - - null}
r-t 1.35016775 -s 1 -d 2 -p cbr -e 48 -c 2 -i 2216 -a 2 -x {0.0 3.1 482 - - - - - null}
```

Gambar 10. Trace File pada detik ke 1.35 (loss packet)

```
h-t 1.9999802500000002 -s 3 -d 2 -p tcp -e 1040 -c 1 -i 3583 -a 1 -x {3.0 0.2 -1 - - - - - null}
d-t 2 -s 2 -d 1 -p tcp -e 1040 -c 1 -i 3534 -a 1 -x {3.0 0.2 355 - - - - - null}
d-t 2 -s 2 -d 1 -p tcp -e 1040 -c 1 -i 3550 -a 1 -x {3.0 0.2 356 - - - - - null}
d-t 2 -s 2 -d 1 -p tcp -e 1040 -c 1 -i 3551 -a 1 -x {3.0 0.2 357 - - - - - null}
l-t 2 -s 2 -d 1 -s DOWN
v-t 2 link-down 2 2 1
l-t 2 -s 2 -d 1 -s DOWN
v-t 2 link-down 2 2 1
d-t 2 -s 1 -d 2 -p cbr -e 1000 -c 2 -i 3495 -a 2 -x {0.0 3.1 717 - - - - - null}
d-t 2 -s 1 -d 2 -p cbr -e 1000 -c 2 -i 3496 -a 2 -x {0.0 3.1 718 - - - - - null}
d-t 2 -s 1 -d 2 -p cbr -e 48 -c 2 -i 3497 -a 2 -x {0.0 3.1 719 - - - - - null}
d-t 2 -s 1 -d 2 -p ack -e 40 -c 1 -i 3503 -a 1 -x {0.2 3.0 344 - - - - - null}
d-t 2 -s 1 -d 2 -p cbr -e 1000 -c 2 -i 3510 -a 2 -x {0.0 3.1 720 - - - - - null}
l-t 2 -s 1 -d 2 -s DOWN
v-t 2 link-down 2 1 2
l-t 2 -s 1 -d 2 -s DOWN
v-t 2 link-down 2 1 2
+ -t 2 -s 1 -d 0 -p rtProtoLS -e 100 -c 0 -i 3584 -a 0 -x {1.3 0.7 -1 - - - - - null}
+ -t 2 -s 1 -d 3 -p rtProtoLS -e 100 -c 0 -i 3585 -a 0 -x {2.3 3.5 -1 - - - - - null}
r-t 2.00013275 -s 6 -d 0 -p tcp -e 1040 -c 1 -i 3493 -a 1 -x {8.0 0.3 70 - - - - - null}
```

Gambar 11. Trace File pada detik ke 2 (switchover)

```
h-t 4.9999764999999991 -s 0 -d 6 -p cbr -e 1000 -c 2 -i 8352 -a 2 -x {0.1 8.1 -1 - - - - - null}
l-t 5 -s 2 -d 1 -s UP
v-t 5 link-up 5 2 1
l-t 5 -s 2 -d 1 -s UP
v-t 5 link-up 5 2 1
l-t 5 -s 1 -d 2 -s UP
v-t 5 link-up 5 1 2
l-t 5 -s 1 -d 2 -s UP
v-t 5 link-up 5 1 2
+ -t 5 -s 1 -d 0 -p rtProtoLS -e 100 -c 0 -i 8416 -a 0 -x {1.3 0.7 -1 - - - - - null}
- -t 5 -s 1 -d 0 -p rtProtoLS -e 100 -c 0 -i 8416 -a 0 -x {1.3 0.7 -1 - - - - - null}
h-t 5 -s 1 -d 0 -p rtProtoLS -e 100 -c 0 -i 8416 -a 0 -x {1.3 0.7 -1 - - - - - null}
+ -t 5 -s 1 -d 2 -p rtProtoLS -e 100 -c 0 -i 8417 -a 0 -x {1.3 2.3 -1 - - - - - null}
- -t 5 -s 1 -d 2 -p rtProtoLS -e 100 -c 0 -i 8417 -a 0 -x {1.3 2.3 -1 - - - - - null}
h-t 5 -s 1 -d 2 -p rtProtoLS -e 100 -c 0 -i 8417 -a 0 -x {1.3 2.3 -1 - - - - - null}
+ -t 5 -s 1 -d 2 -p rtProtoLS -e 200 -c 0 -i 8418 -a 0 -x {1.3 2.3 -1 - - - - - null}
+ -t 5 -s 2 -d 1 -p rtProtoLS -e 100 -c 0 -i 8419 -a 0 -x {2.3 1.3 -1 - - - - - null}
- -t 5 -s 2 -d 1 -p rtProtoLS -e 100 -c 0 -i 8419 -a 0 -x {2.3 1.3 -1 - - - - - null}
h-t 5 -s 2 -d 1 -p rtProtoLS -e 100 -c 0 -i 8419 -a 0 -x {2.3 1.3 -1 - - - - - null}
+ -t 5 -s 2 -d 3 -p rtProtoLS -e 100 -c 0 -i 8420 -a 0 -x {2.3 3.5 -1 - - - - - null}
- -t 5 -s 2 -d 3 -p rtProtoLS -e 100 -c 0 -i 8420 -a 0 -x {2.3 3.5 -1 - - - - - null}
h-t 5 -s 2 -d 3 -p rtProtoLS -e 100 -c 0 -i 8420 -a 0 -x {2.3 3.5 -1 - - - - - null}
+ -t 5 -s 2 -d 1 -p rtProtoLS -e 200 -c 0 -i 8421 -a 0 -x {2.3 1.3 -1 - - - - - null}
- -t 5.000390625 -s 1 -d 2 -p rtProtoLS -e 200 -c 0 -i 8418 -a 0 -x {1.3 2.3 -1 - - - - - null}
h-t 5.000390625 -s 1 -d 2 -p rtProtoLS -e 200 -c 0 -i 8418 -a 0 -x {1.3 2.3 -1 - - - - - null}
- -t 5.000390625 -s 2 -d 1 -p rtProtoLS -e 200 -c 0 -i 8421 -a 0 -x {2.3 1.3 -1 - - - - - null}
h-t 5.000390625 -s 2 -d 1 -p rtProtoLS -e 200 -c 0 -i 8421 -a 0 -x {2.3 1.3 -1 - - - - - null}
r-t 5.0004570000000006 -s 4 -d 3 -p cbr -e 1000 -c 2 -i 7536 -a 2 -x {0.0 3.1 1639 - - - - - null}
```

Gambar 12. Trace File pada detik ke 5 (aktif kembali)

Pada saat perpindahan dari jaringan VSAT ke jaringan serat optik tidak terdapat paket *loss* dan waktu transisi yang diperlukan adalah selama :

$$5.000457 - 4.999976 = 0.000481 \text{ s} = 0.48 \text{ ms}$$

Waktu transisi yang dibutuhkan pada saat *switchover* dari jaringan VSAT ke jaringan serat optik ataupun dari jaringan serat optik ke jaringan VSAT sangat cepat. Yaitu berkisar kurang dari 1 detik. Waktu itu cukup cepat sehingga menyebabkan transisi yang terjadi tidak terlalu terasa dan sangat efektif ketika terjadi *switchover*. Dan juga kita perhatikan ketika terjadi perpindahan data dari jaringan serat optik ke jaringan VSAT selalu ada paket data yang *loss*. Hal ini masih dalam batas normal karena paket data yang *loss* tidak terlalu besar dan hanya berkisar dibawah 10 KB. Tapi hal ini juga tergantung dari besar paket data dan lebar *bandwidth* pada jaringan telekomunikasi itu sendiri.

4. Kesimpulan

Berdasarkan perancangan dan simulasi yang telah dilakukan, maka dapat dirangkum kesimpulan dan saran sebagai berikut :

1. Parameter – parameter perancangan VSAT FDMA Ku Band yang telah di dapatkan telah sesuai dan memenuhi kriteria untuk dijadikan *link* deteksi *Disaster Recovery Plan* pada sistem komunikasi seluler. Dengan diameter antena 1.2 meter dan HPA sebesar 8watt dikedua sisinya, mampu mentransmisikan *carrier* dengan datarate 1 E1 atau sebesar 2048 Kbps sesuai dengan standar E1/T1 pada transmisi komunikasi seluler. Parameter EbNo dan BER yang didapat cukup dengan margin EbNo sampai menuju threshold sebesar 3.82 dB.
2. Pada saat *switchover* dari jaringan optik ke jaringan VSAT terdapat *loss packet* sampai 6208 Bytes (6.208 KB) dan waktu transisi yang cepat yaitu kurang dari 1 detik.
3. *Dynamic Routing* EIGRP cocok untuk dijadikan *tools* alternatif *routing redundant* ketika terjadi *failure* pada salah satu jaringan transmisi. Dengan konfigurasi yang sederhana sehingga dalam implementasinya provider hanya memainkan *logic* di *router* saja.

Daftar Pustaka

- [1] Prianto, Joko. 2010. Analisis Performansi Modulasi QPSK dan 16QAM terhadap Efisien Transponder pada Satelit Telkom 1. Depok : Universitas Indonesia
- [2] Parlindungan. 2008. Analisis Tahapan Optimalisasi Link VSAT Metode Akses SCPC Studi Kasus MSC Jayapura – BSC Merauke. Depok : Universitas Indonesia
- [3] Prabowo, Ari. 2008. Perencanaan VSAT TDMA di Wilayah Area Jayapura: Universitas Indonesia
- [4] Jonathan, Gideon. Diktat Kuliah Rekayasa Transmisi. STT Telkom. Bandung. 2003.
- [5] Sudjai, Miftadi. Diktat Kuliah Komunikasi Satelit. STT Telkom. Bandung. 2004
- [6] <https://id.wikipedia.org/wiki/Satelit> diakses tanggal 26 November 2015
- [7] <http://dibi.bnpp.go.id/> diakses tanggal 26 November 2015.
- [8] <http://www.isi.edu/nsnam/>
- [9] <http://fadiltelnet.blogspot.co.id/2010/08/network-simulator-ns-brief-overview.html>
- [10] <http://nile.wpi.edu/NS/>
- [11] <https://abdulkadirsyam.files.wordpress.com/2011/11/tutorial-ns2.pdf>
- [12] <https://paradisedata.com>
- [13] Ervin Tri Sasongko, “Perencanaan dan Penataan Menara Telekomunikasi Seluler Bersama di Kabupaten Sidoarjo Menggunakan MapInfo”, Jurnal Teknik POMITS Vol.3 No.1 (2014) 1 – 6. Januari, 2014.
- [14] Riyantoro, “Artikel Perhitungan Kapasitas Sistem pada BTS GSM-DCS”, <URL: <http://riyantoro.wordpress.com/2008/07/02/artikel-perhitungan-kapasitas-sistem-pada-bts-gsm-dcs.htm>>, Juli, 2008.
- [15] https://id.wikipedia.org/wiki/Global_System_for_Mobile_Communications Andrew Tiade. ST, “Jaringan Komputer 2 – Enhanced IGRP”, <URL: <http://repository.mdp.ac.id/ebook/library-sw-hw/ebooks/jarkom/Jarkom2->