

Analisa Kualitas ASR Dan Okupansi Trunk Interkoneksi Antar Operator

The Analyze of ASR and Occupancy Quality for Trunk Interconnection between Operators

Aisyah Nurkumala¹ dan Eddy Supriyadi²

¹ Maintenance Engineer PT. Indosat, Tbk Jakarta. Email: aisyahnurkumala@yahoo.com

² Prodi Teknik Elektro, FTI-ISTN Jagakarsa, Jakarta Selatan 12640

Abstrak---*Pada makalah ini dibahas masalah tentang kualitas ASR dan okupansi yang terjadi antara operator yang berbeda. Besar atau kecilnya kualitas ASR dapat ditentukan oleh pola perilaku pelanggan dan ketersediaan sirkuit. Maka okupansi pun juga harus diperhatikan dalam panggilan interkoneksi ini, karena akan menentukan kapasitas trafik yang menduduki sirkuit yang tersedia. Penelitian dilakukan dengan cara mengambil data historis secara mingguan dan harian, dan setelah itu dibandingkan dengan data referensi yaitu KPI. KPI ASR yaitu 40%, dan apabila nilai data harian ASR dibawah KPI selama lebih dari 3 hari, maka perlu mencari penyebabnya. Apabila saluran trunk merupakan salah satu penyebab turunnya nilai ASR maka dilakukan pengamatan pada nilai okupansi. Kemudian dilakukan tindakan perbaikan sirkuit sesuai dengan kendala tiap-tiap sirkuit berupa memeriksa sirkuit atau menambahkan sirkuit. Pada kasus ini, setelah dilakukan pengamatan diperoleh bahwa interkoneksi trunk ISAT1 ke arah TSEL1, kualitas ASR nya tidak mengalami masalah karena data historis yang dibawah KPI hanya satu hari. Tetapi pada interkonensi ISAT2-TSEL2, data ASR nya dibawah KPI selama 3 hari, didapatkan okupansi sebesar 80% sehingga dilakukan perbaikan sirkuit bloking. Sedangkan ISAT3-TSEL3 nilai okupansinya yaitu 96% dan diperlukan penambahan sirkuit.*

Kata kunci---*Kualitas ASR, Okupansi, Cause Value, Sirkuit trunk, KPI*

Abstract---*This paper reports the research of quality ASR and occupancy problem between operators interconnection. Large or small the ASR quality can given by customer behavior and circuit availability. So, occupant must be too attention on interconnection call, because can determine the traffic capacity of the occupied circuit available. The Research was be done by method to take historical data of ASR and Occupancy quality in a week and daily, and after that, those data had compared with data reference, KPI. The ASR KPI is above 40% , and when the value of daily data in below of KPI value more than 3 days, so need to be known that cause. If the canal of trunk is one of cause decrease ASR value so carry out to monitoring at the occupancy value. Then it be repaired the circuit or to add new cicuit. In this case, after observaion it was obtained that the result of interconnection ISAT1 to the TSEL1 trunk, there was no problem because the historical data of ASR under KPI was just one day. However, interconnection of ISAT2-TSEL2 trunk, the ASR data under KPI value during 3 days, and the occupancy value was 80%, so that circuit blocking must controlled. Whereas ISAT3-TSEL3 trunk that occupancy value is 96% and needed to add the circuit.*

Keyword---*Quality of ASR, Occupancy, Cause Value, Trunk Circuit, KPI*

1. PENDAHULUAN

Penyedia layanan selalu berusaha untuk menjaga layanan agar tetap baik. Disamping itu, operator juga tetap memperluas layanan dan menambah jumlah pelanggan. Persaingan yang ketat antar operator membuat pelanggan memilih operator sesuai dengan pilihan mereka. Terdapat bermacam-macam operator yang ada di Indonesia antara lain Indosat, Telkomsel, XL, Esia, dan lainnya. Sehingga untuk melakukan interkoneksi dengan operator yang berbeda membutuhkan penyesuaian kapasitas kanal, dan parameter-parameter yang lainnya agar dapat melakukan koneksi. Dalam proses interkoneksi dengan operator yang berbeda terdapat masalah yang sering kali muncul antara lain penomeran yang tidak dikenal, tidak adanya jaringan, *user* tidak merespon panggilan dan sebagainya. Hal ini menyebabkan nilai

ASR (*Answered Seizure Ratio*) rendah. Masalah ini membuat ketidaknyamanan pelanggan dalam berkomunikasi. Untuk mengatasi masalah tersebut, maka dilakukan pengecekan trunk okupansi antara satu operator ke operator tujuannya, dan menganalisis kualitas ASR dan okupansi pada trunk tersebut dengan mempertimbangkan penambahan jalur transmisi pada interkoneksi beda operator tersebut.

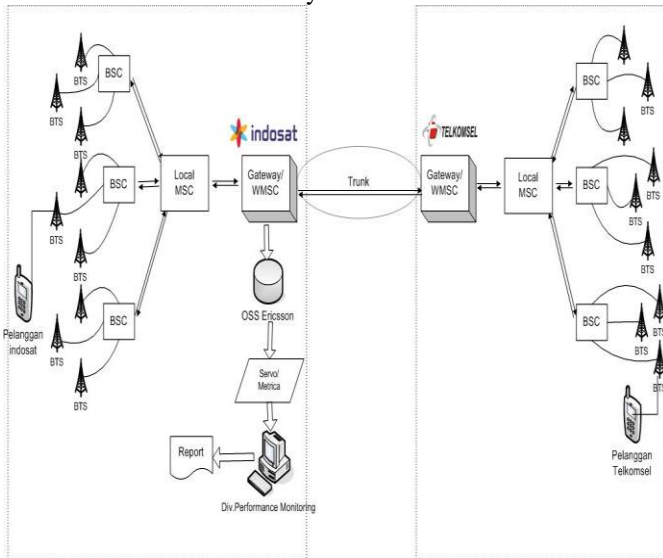
Makalah ini membahas mengenai analisa kualitas ASR dan okupansi pada jaringan trunk Indosat ke operator seluler yang berbeda. Untuk perhitungan ASR dan okupansi diambil data *voice*. Dua operator yang dijadikan sampel penelitian, yakni operator Indosat ke Telkomsel dengan data konsistensi selama 1 minggu pada wilayah Jakarta. Data *Cause Failure* digunakan dengan metode

sampling maksimal selama 10 menit sebagai pembandingan ASR dengan kinerja sesungguhnya.

2. METODA

2.1 Jaringan Interkoneksi Antar Operator Yang Berbeda

Interkoneksi antar operator yang satu dengan yang lain memiliki arsitektur jaringan yang cenderung sama memiliki cara kerja yang sama pula. Pada hubungan jaringan interkoneksi operator yang akan dibahas disini yaitu Indosat dengan Telkomsel. Gambar 1. merupakan simulasi arsitektur jaringan proses hubungan interkoneksi antar operator yang berbeda dan sumber datanya.



Gambar 1. Jaringan trunk interkoneksi antar operator yang berbeda

Seperti yang terlihat pada Gambar 1. apabila ada salah satu subscriber pelanggan Indosat ingin melakukan panggilan ke arah operator yang berbeda yaitu Telkomsel, maka proses panggilannya melewati proses dari BTS, BSC dan kemudian MSC yang akan mendeteksi nomor tersebut untuk melewati trunk interkoneksi antar operator yang akan dituju tersebut. Jaringan trunk interkoneksi ini mengubungkan dari Gateway MSC (GMSC) sebagai titik pertemuan yang menghubungkan dua atau lebih jaringan (network).

Kemudian dari operator Telkomsel menerima dan memproses dari gateway MSC kemudian Lokal MSC, BSC, BTS dan kemudian ke subscriber dari arah operator yang lain dapat menerima panggilan tersebut. Dalam mengamati data proses panggilan tersebut, operator Indosat data panggilan trafik dan kualitas jaringan tersebut dapat diambil di gateway MSC. Kualitas nilai jaringan tersebut dapat diketahui dari OSS Ericsson yaitu perangkat jaringan yang digunakan oleh Indosat, kemudian disimpan serta diolah database server seperti servo dan metrica.

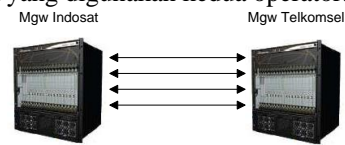
Setelah itu tim *performance monitoring* melakukan kontrol, menganalisa dan memproses data yang berhubungan dengan performa pada kualitas jaringan tersebut dengan hasil berupa data-data harian maupun data bulanan. Data tersebut yang akan menyatakan baik tidaknya kualitas pada suatu jaringan. Parameter-parameter yang diambil datanya dari laporan tim *performance monitoring* pada makalah ini adalah jumlah sirkit, *incoming ASR*, *outgoing ASR*, *incoming trafik*, *outgoing trafik* serta *cause value*.

2.2 Karakteristik Trunk Okupansi dan ASR

Pada Jalur sirkit trunk okupansi di Indosat dan Telkomsel menggunakan dua jenis cara kerja pada arah trunk, yaitu *two way operation* dan *one way operation*.

1. Two Way Operation

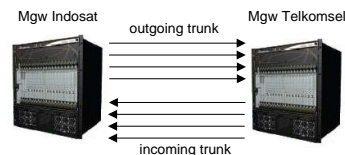
Two way operation (cara kerja dua arah) adalah sirkit trunk yang dipakai secara bersama-sama pada kedua operator tersebut. Gambar 2. merupakan *two way trunk* yang digunakan kedua operator.



Gambar 2. Two Way Operation

2. One Way Operation

One way operation (cara kerja satu arah) adalah sirkit trunk satu arah untuk melakukan komunikasi ke operator lain. Gambar 3. mengenai *one way operation*.



Gambar 3. One Way Operation

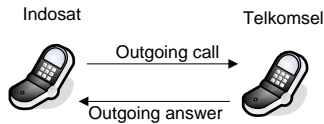
Outgoing trunk (out trunk) merupakan trunk yang dipakai oleh pelanggan jaringan Indosat untuk melakukan usaha komunikasi dengan pelanggan jaringan Telkomsel. Hanya satu arah saja, dari arah Indosat ke arah Telkomsel.

Incoming trunk (inc trunk) merupakan trunk yang dipakai oleh pelanggan jaringan Telkomsel untuk melakukan usaha komunikasi dengan pelanggan jaringan Indosat. Arah trunk ini hanya satu arah saja, dari arah Tekomsel ke arah Indosat.

Pada *outgoing trunk*, simulasi panggilan penggunaan trunk yaitu *outgoing call (out call)* dan *outgoing answer (out answer)*. *Out call* saat melakukan usaha panggilan maka nilai *counter*-nya *out call* sudah mulai menghitung dan apabila sisi *out*

answer merespon panggilan maka *counter* baru akan menghitung. Persamaan (1) merupakan perhitungan nilai ASR yang terjadi di *outgoing trunk*. Gambar .4. merupakan penjelasan proses *out call* dan *out answer*.

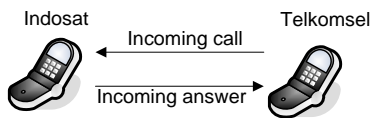
$$\text{Out ASR} = \frac{\text{out answer}}{\text{out call}} \times 100\% \quad (1)$$



Gambar 4. Proses panggilan pada *outgoing trunk*

Pada *incoming trunk*, simulasi panggilan penggunaan trunk menjadi *incoming call (inc call)* dan *incoming answer (inc answer)*. Proses perhitungan Persamaan (2) sama seperti *outgoing trunk*, Gambar 5. merupakan penjelasan proses *incoming call* dan *incoming answer*.

$$\text{Inc ASR} = \frac{\text{inc answer}}{\text{inc call}} \times 100\% \quad (2)$$



Gambar 5. Proses panggilan pada *incoming trunk*

Ketiga jenis jalur trunk ini memiliki perhitungan okupansi yang sama yaitu dapat dilihat pada persamaan 3.3

$$\text{Okupansi} = \frac{\text{inc traffic} + \text{out traffic}}{\text{circuit avail}} \times 100\% \quad (3)$$

2.3 Diagram Alur Penelitian

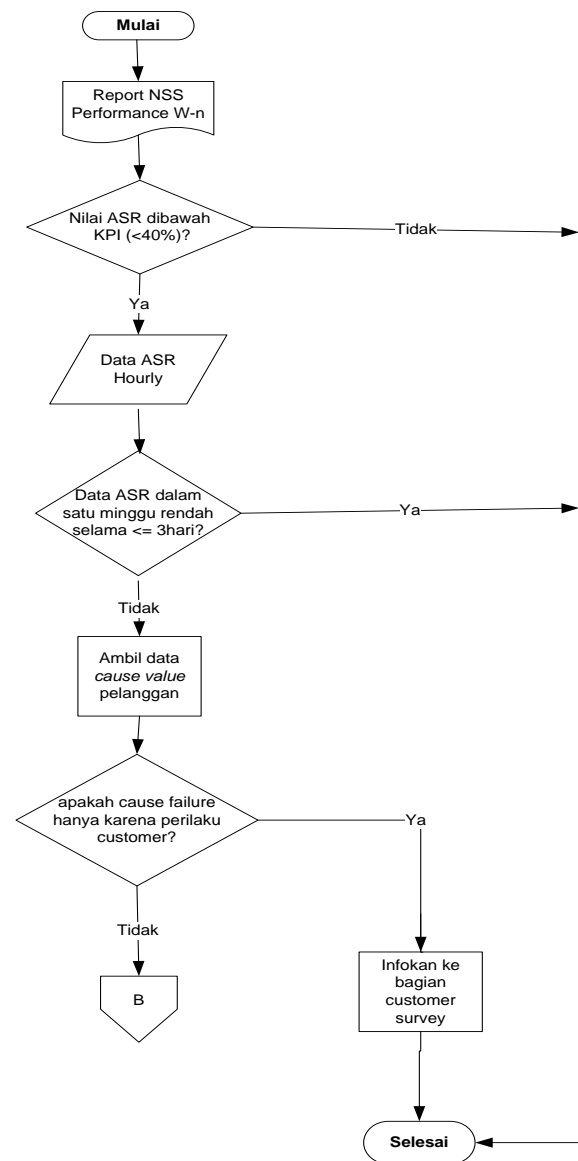
Gambar 6. merupakan diagram alur tahapan pengambilan data pada proses menganalisa nilai ASR dan okupansi trunk antar operator yang berbeda. Penjelasan pada diagram alur pada Gambar 6. adalah sebagai berikut :

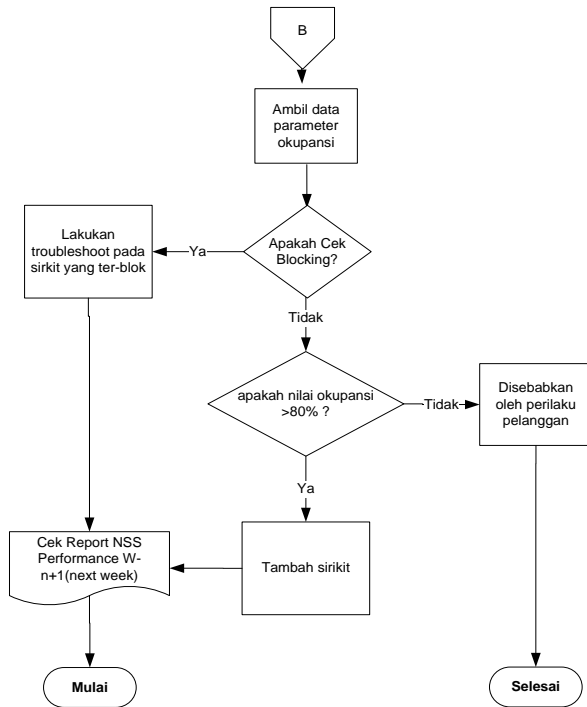
1. Sumber Data

Sumber data diperoleh dengan menggunakan laporan NSS (*Network Switching Subsystem Performance*) yang dibuat oleh divisi *core performance monitoring*. Dalam laporan ini terdapat data performansi BSC, *inter MSC*, *other operator*, *sigtran*, dan *signaling load*. Laporan ini bersifat mingguan dan datanya berdasarkan dan dipilih berdasarkan data trafik tertinggi selama satu minggu pada hari dan jam sibuk yaitu dari jam 08:00 hingga 17:00. Pada data minggu ke-20 ini diambil berdasarkan salah satu wilayah yang memiliki nilai ASR yang rendah dan tingkat kepadatan trafik yang tinggi yaitu wilayah Jakarta.

2. Penentuan Nilai KPI ASR Pada Kedua Operator

Nilai standar *Key Performance Indicator (KPI)* pada ASR telah ditetapkan pada masing-masing operator. Dalam hal ini, nilai ASR pada DPI Indosat adalah minimal sebesar 45%. dan dari Telkomsel minimal sebesar 60%, dikarenakan faktor yang menentukan besar atau kecilnya nilai nilai ASR tidak hanya berdasarkan kualitas jaringan namun juga berdasarkan polah tingkah perilaku pelanggan maka hal itu sangat sulit dicapai, sehingga hasil kesepakatan bilateral (antara Indosat dengan Telkomsel) tentang KPI ASR yaitu minimal sebesar 40%.





Gambar 6. Proses Analisa Data ASR dan Okupansi

3. Data Periode Harian

Setelah melihat data trunk yang ASR mingguan mengalami penurunan, maka data harian diperlukan. Data yang diambil untuk validasi yaitu selama 3 hari. Apabila data kurang dari 3 hari data tersebut sudah kembali normal maka tidak diperlukan pengamatan kembali. Namun, bila data ASR tersebut turun selama lebih dari 3 hari maka dilakukan pengecekan lebih mendalam. Tabel 1. merupakan status nilai ASR yang merupakan acuan untuk menganalisa nilai ASR

Tabel 1. Acuan Status Nilai ASR

	Status	Keterangan
< 40%	Kurang Baik	nilai ASR lebih rendah dari KPI selama 3 hari maka dilakukan analisa
= 40%	Baik	
> 40%	Sangat Baik	

4. Penyebab Nilai (Cause Value)

Untuk mengetahui penyebab baik atau tidaknya nilai ASR pada trunk antar operator seluler yang berbeda diperlukan pengambilan data yang diolah oleh team Core Performance Monitoring, data ini diambil selama 10 menit dan 10 penyebab kegagalan terbanyak. Adapun macam-macam cause value yang paling umum dalam mempengaruhi performa jaringan adalah sebagai berikut:

a. Pola Perilaku Pelanggan

Perilaku pelanggan merupakan sumber terbesar turunnya nilai ASR. Berbagai macam perilaku pelanggan diantaranya: *User busy, No user responding, No answer from User (alerted), Subscriber absent, Call rejected.*

b. Pengaruh Kualitas Okupansi

Selain dari perilaku pelanggan, *cause value* yang dapat dianalisa yaitu ketersediaan kana sirkit jaringan dan *switching* atau proses menghubungkan koneksi antara pelanggan satu ke pelanggan lainnya (*routing*), *cause value* yang mempengaruhi nilai okupansi yaitu: *No circuit/channel available*, dan *Switching Equipment Congestion*

5. Analisa data ASR dan Okupansi

Apabila menurunnya nilai ASR dikarenakan polah perilaku pelanggan seperti *cause value* di atas maka hal itu tidak dapat diatasi untuk mengoptimasi nilai ASR tersebut. Batas waktu untuk melihat data tersebut dapat dilihat dari data periode harian. Apabila nilai ASR turun selama lebih dari 3 (tiga) hari dalam satu minggu maka dilakukan pengecekan kualitas okupansi jaringan. Namun apabila nilai ASR rendah hanya kurang dari 3 hari maka hal itu dikarenakan pola perilaku pelanggan.

Pengaruh rendahnya nilai ASR juga tidak lepas dari tingginya nilai okupansi pada sirkit. Apabila setelah mengamati data *cause value* ditemukan penyebab kegagalan yang berhubungan dengan sirkit maka selanjutnya melakukan proses perbaikan seperti menambahkan sirkit atau melakukan perbaikan di sisi transmisinya dengan terlebih dahulu mengamati sirkit yang telah di *blok* dengan menggunakan rumus seperti persamaan (4) dibawah ini

$$\text{blocking} = \text{circuit instal} - \text{circuit avail}$$

(4)

Nilai okupansi diambil dari data mingguan yang kemudian ditelusuri data okupansi dari periode harian. Pengoptimalan jaringan pada sirkit yang efektif dipakai saat pelanggan melakukan panggilan. Standar okupansi sirkit interkoneksi adalah sebagaimana diatur dalam ketentuan pengaturan dimensi interkoneksi di DPI Indosat.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Kualitas ASR

Sebagai bahan acuan pada analisa ini menggunakan *report NSS Performance* pada minggu ke 20 tahun 2013. trunk yang di analisa yaitu TSEL1 (*incoming trunk*) dan TSEL2 (*outgoing trunk*).

Tabel 2. Nilai ASR pada report NSS *Performance Week 20*

MSC ID	DEST	Busy Day	Busy Hour	Parameter ASR				Hasil	
				Out_calls	Inc_calls	Out_answer	Inc_Answer	Out_ASR	Inc_ASR
ISAT1	TSEL1	19-Mei-13	1000	0	41714	0	16153	-	39%
ISAT2	TSEL2	17-Mei-13	1000	76110	0	30045	0	39%	-

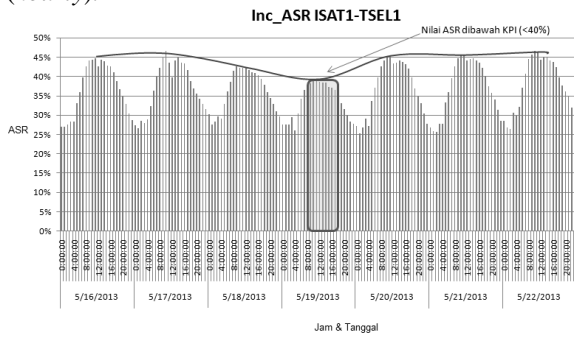
Tabel 2. merupakan parameter untuk mengetahui nilai ASR, pada trunk antara ISAT1-TSEL1 dan perhitungan untuk mengetahui trunk yang merupakan *incoming* trunk tersebut menggunakan persamaan (2), yaitu

$$\text{Inc ASR} = \frac{16153}{41714} \times 100\% = 38.72\% \approx 39\%$$

Dari persamaan diatas maka nilai ASR pada trunk antara ISAT1-TSEL1 adalah 39%, nilai tersebut berada dibawah KPI yang disetujui yaitu 40%, Pada trunk ISAT2-TSEL2 menggunakan perhitungan dengan persamaan (1) karena merupakan *outgoing* trunk.

$$\text{Out ASR} = \frac{30045}{76110} \times 100\% = 39,47\% \approx 39\%$$

Maka nilai ASR pada trunk antara ISAT2-TSEL2 adalah 39% , nilai ini juga dibawah KPI. Setelah mengamati nilai ASR pada periode mingguan (*weekly*), langkah selanjutnya mengamati data trunk tersebut dalam periode harian diambil secara jam (*hourly*).



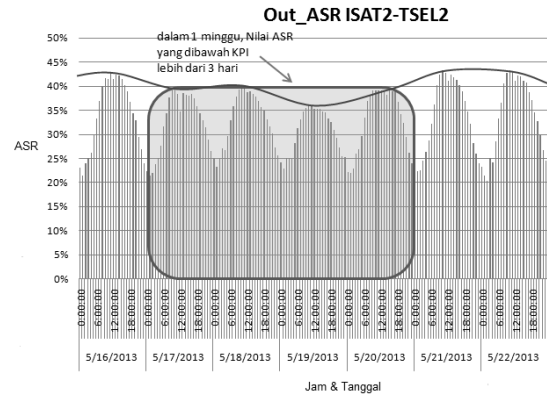
Gambar 7. Data harian *Incoming* ASR trunk ISAT1-TSEL1

Gambar 7. merupakan data harian *incoming* trunk ISAT1-TSEL1, dan dapat dilihat bahwa data yang mengalami penurunan kualitas ASR hanya pada tanggal 19 Mei 2013 yang berarti hanya dalam 1 hari, apabila penurunan data ASR kurang dari 3 hari maka masih dapat dikatakan bahwa trunk tersebut tidak mengalami masalah.

Dengan demikian Apabila data ASR periode mingguan berada dibawah nilai KPI belum menunjukkan bahwa ASR pada trunk group tersebut kualitas nya buruk, akan tetapi BH (*Busy Hour*) pada

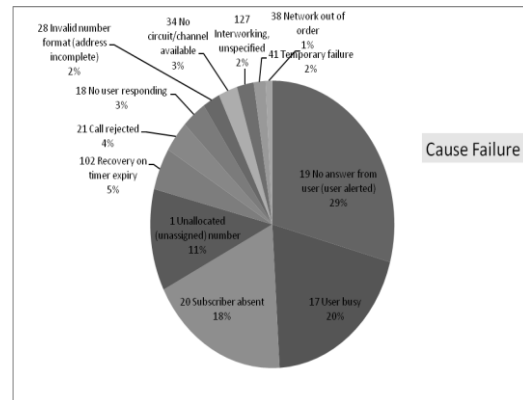
Report NSS Performance data merupakan gambaran sesaat dari trunk group tersebut.

Gambar 8. merupakan data harian trunk ISAT2-TSEL2 yang merupakan *outgoing* trunk, dan dapat dilihat bahwa data yang mengalami penurunan kualitas ASR lebih dari 3 hari yaitu sejak tanggal 17-20 Mei 2013, yang selanjutnya diperlukan pengamatan lebih dalam untuk mengetahui *cause failure* (penyebab kegagalan) pada trunk tersebut.



Gambar 8. Data *Outgoing* ASR trunk ISAT2-TSEL2

Gambar 9. merupakan data *cause value* yang *failure* yaitu penyebab yang mengakibatkan gagal atau terganggunya suatu panggilan. Dari gambar diatas dapat dilihat bahwa penyebab terjadinya menurunnya kualitas ASR yaitu terjadi karena polah perilaku pelanggan seperti tidak menjawab perangkat, sedang sibuk (sedang menerima panggilan dari pengguna lainnya), diabaikan atau *rejected*.



Gambar 9. *Cause Failure* trunk ISAT2-TSEL2

3.2 Kualitas Trafik Okupansi

Setelah diamati pada *cause failure* yang ada pada Gambar 9. terdapat 3% panggilan yang tidak terdapat sirkit, hal ini diperlukan pemeriksaan *blocking*.

Tabel 3. Nilai Okupansi pada report NSS
Performance Week 20

MSC ID	DESTINATION	Busy Day	Busy Hour	Parameter Okupansi					Occupancy
				Cot_Instal	Cot_Avail	Congest	Out_Traffic	Ine_Traffic	
ISAT1	TSEL1	19-Mei-13	1000	1364	1364	0	0	509,28	37,34%
ISAT2	TSEL2	17-Mei-13	1000	1209	1179	0	948,83	0	80,47%
ISAT3	TSEL3	03-Jul-13	1100	992	992	0	0,00	953,44	96%

Tabel 3. merupakan parameter untuk mengetahui nilai Okupansi pada kedua trunk tersebut. Nilai okupansi didapat dengan menggunakan persamaan (3). Berikut perhitungan nilai okupansi untuk ISAT1-TSEL1

$$Occ = \frac{inc\ traffic + out\ traffic}{circuit\ avail} \times 100\%$$

$$Occ = \frac{509,28 + 0}{1364} \times 100\% = 37,34\% \approx 37\%$$

Okupansi pada trunk ISAT1-TSEL1 hasilnya sebesar 37% dimana okupansi dalam keadaan normal. Perhitungan untuk trunk ISAT2-TSEL2 yang merupakan *outgoing* trunk yaitu sebagai berikut:

$$Occ = \frac{0 + 948,83}{1179} \times 100\% = 80,47\% \approx 80\%$$

Dari hasil perhitungan tersebut nilai okupansi untuk trunk ISAT2-TSEL2 nya tinggi yaitu 80%. Dalam kasus seperti ini, maka diperlukan proses cek *blocking* untuk mengetahui ketersediaan sirkit pada trunk tersebut. Apabila sirkit *available* sudah berjumlah sama dengan sirkit yang di instal di jaringan maka yang dilakukan adalah penambahan sirkit. Proses pemeriksaan sirkit *blocking* menggunakan persamaan (4)

$$bloking = circuit\ instal - circuit\ avail$$

$$= 1209 - 1179 = 30$$

Maka saat mendapati masih ada sirkit yang tersedia, yaitu 30 sirkit selanjutnya memberikan informasi kepada *engineer* untuk melakukan proses *open* sirkit tersebut. dengan cara melakukan pemeriksaan transmisi pada trunk tersebut atau melakukan perbaikan pada papan sirkit di MSC tersebut. Apabila sirkit yang di *blok* sudah di aktifkan kembali maka trafik akan kembali normal.

Proses penambahan sirkit terjadi apabila sirkit *avail* sudah sama jumlahnya dengan sirkit yang di instal pada perangkat. Dengan demikian, kemungkinan tidak terjadi sirkit yang *ter-blocking*. Apabila terjadi kasus seperti pada trunk ISAT3-TSEL3 dimana sirkit *avail* sama dengan sirkit yang di instal maka tidak ada sirkit yang di *blok*, seperti pada perhitungan pada persamaan (4)

$$blocking = 992 - 992 = 0$$

Maka untuk menangani masalah pada trunk ISAT3-TSEL3 dilakukan penambahan E1 agar proses panggilan normal kembali dan nilai ASR kembali membaik. Untuk mengetahui jumlah sirkit yang diperlukan pada trunk tersebut agar okupansi menjadi normal, menggunakan persamaan (3) yang sudah disesuaikan dengan mengganti parameternya yaitu

$$Circuit\ avail(plan) = \frac{inc\ traffic + out\ traffic}{Occ(plan)} \times 100\%$$

$$Circuit\ avail(plan) = \frac{953,44 + 0}{70\%} \times 100\%$$

$$Circuit\ avail(plan) = 1362$$

$$\begin{aligned} \text{Tambah sirkit} &= Circuit\ avail\ (plan) - circuit\ avail \\ &= 1362 - 992 \\ &= 370 \rightarrow 12,33(E1) \approx 12\ (E1) \end{aligned}$$

Setelah menambahkan sirkit maka dilihat kembali di report NSS *Performance* pada minggu berikutnya apakah untuk trunk tersebut nilai okupansinya masih tinggi atau sudah normal kembali.

4. SIMPULAN

Kualitas trunk pada ISAT1-TSEL1 mengalami penurunan nilai ASR hanya pada tanggal 19 Mei 2013 yang berarti hanya dalam 1 hari maka masih dapat dikatakan bahwa trunk tersebut tidak mengalami masalah.

Pada ISAT2-TSEL2 nilai ASR dibawah KPI yaitu 39% selama 4 (empat) hari sehingga diperlukan pengamatan pada sisi *cause value* pelanggan. Nilai okupansi yaitu 80% sehingga diperlukan pemeriksaan sirkit *blocking*. Apabila sirkit yang diinstal mengalami *blocking*, maka dilakukan perbaikan dari segi jalur dan transmisinya.

Sedangkan pada ISAT3-TSEL3 nilai okupansi nya tinggi yaitu 96%. Pada trunk ini diperlukan penambahan sirkit sekitar 12 E1.

UCAPAN TERIMA KASIH

Para peneliti mengucapkan terimakasih kepada PT. Indosat yang telah memberikan fasilitas dalam penelitian ini baik pengukuran data maupun diskusi dan petunjuk di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

Asvial, Muhammad. 2003. *Transmission and Media*. University of Indonesia : Jakarta
 Bisono, Gustomi. 2012. *Interkoneksi*. Library IT TELKOM: Bandung
 Danaryani, Sri. 2008. *Buku Ajar : Sistem Komunikasi Bergerak*. Politeknik Negeri Jakarta

- Fauzi, Rahmat Suherman. 2007. *Jaringan Telekomunikasi*. Fakultas Teknik USU: Medan
- Flood, J.E, *Telecommunications Switching Traffic and Network*. Prentice Hall, first edition,1995
- Hendra, Cecep. 2004. *Analisa Pengaplikasian Manajemen Jaringan dengan Studi Kasus Pencegahan Beban Lebih dengan Pengontrolan Antar Sentral Jarak Jauh*. Bandung
- Iversen ,Villy B. 2001. *Teletraffic Engineering and Network Planning*. Technical University of Denmark.
- Rahayu. Nur Asma. 2011. *Training Section Signaling SATELINDO*. Jakarta
- Telos System Coorporation.2001. *ISDN Cause Codes*. TLS Corp
- Usman, Uke Kurniawan. 2008. *Pengantar Ilmu Telekomunikasi*. Informatika: Bandung.