

Analisis Call Completion Success Rate (CCSR) 3G WCDMA Studi Kasus Site Pedurenan Bekasi

Fezky Muhamad Kemal¹, Lela Nurpulaela², Yuliarman Saragih³

¹Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Singaperbangsa, Karawang

¹Jln. H. S. Ronggowaluyo, Puseurjaya, Kec. Telukjambe Timur, Kabupaten Karawang, Jawa Barat 41361, Indonesia

email: 1fezky.muhamad17055@student.unsika.ac.id, 2lela.nurpulaela@ft.unsika.ac.id, 3yuliarman@staff.unsika.ac.id

Abstract – *BTS can be used to cover networks that are experiencing congestion on a cellular network traffic, including affecting a cellular call. This results in customer inconvenience in making a telephone call. Other factors that can also cause traffic congestion are problematic hardware, inefficient coverage and, the large unevenness of traffic contained in a cell in the BTS. Based on the network quality parameters which include CCSR CS, there are cells that experience traffic capacity that is below the KPI standard. This will cause a call to be disconnected while in progress. BTS Pedurenan Bekasi has a good CCSR CS value of 99% during data collection. However, there is a decrease in some cells on certain days when call traffic is increasing. This is due to interference with the existing hardware in the BTS, in this case there is Radio Frequency Unavailable which causes the VSWR value to not meet the predetermined threshold standard..*

Keywords – BTS, 3G, WCDMA, CCSR, and mobile call

Abstrak - BTS dapat digunakan untuk mengcover jaringan yang mengalami kepadatan suatu trafik jaringan seluler, termasuk juga mempengaruhi suatu panggilan seluler. Hal tersebut mengakibatkan terjadinya ketidaknyamanan pelanggan dalam melakukan suatu panggilan telepon. Faktor-faktor lain yang juga bisa menyebabkan padatnya trafik yaitu hardware yang bermasalah, coverage yang tidak efisien dan, Ketidak merataan besar trafik yang terdapat dalam sebuah cell yang ada pada BTS. Berdasarkan parameter kualitas jaringan yang meliputi CCSR CS terdapat cell yang mengalami kapasitas trafik yang dibawah standar KPI. Hal ini akan menyebabkan suatu panggilan akan terputus saat sedang berlangsung. BTS Pedurenan Bekasi memiliki nilai CCSR CS yang baik yaitu 99% selama pengambilan data berlangsung. Namun terdapat penurunan di beberapa cell pada hari-hari tertentu saat trafik panggilan sedang meningkat. Hal ini disebabkan adanya gangguan pada perangkat keras yang ada pada BTS, dalam kasus ini terjadi Radio Frequency Unavailable yang menyebabkan nilai VSWR tidak memenuhi standar threshold yang telah ditetapkan.

Kata Kunci – BTS, 3G, WCDMA, CCSR, dan panggilan seluler

I. PENDAHULUAN

Kualitas panggilan suara pada saat melakukan suatu panggilan seluler memiliki peran penting terhadap pelayanan Telkomsel ke masyarakat, yang mana sesuai dengan salah satu misi Telkomsel ialah senantiasa memberikan layanan dan solusi mobile digital yang melebihi ekspektasi pelanggan.

Ada beberapa parameter yang menjadi penentu kualitas suara yaitu *Call Setup Success Rate* (CSSR), *Call Completion Success Rate* (CCSR), *Blocking*, dan *Drop Call Rate*. Pada artikel ini memfokuskan pada salah satu parameternya yaitu CCSR CS dimana parameter ini menghitung persentase tingkat keberhasilan kontinuitas pembicaraan hingga pembicaraan tersebut berakhir secara normal. Site BKS750 Pedurenan Bekasi, Jawa Barat menjadi tempat pemfokusan pada penelitian ini. Pada artikel ini

membahas bagaimana persentase nilai CCSR CS pada site Pedurenan Bekasi dan mengapa terjadi penurunan nilai CCSR CS pada site Pedurenan Bekasi.

II. PENELITIAN YANG TERKAIT

A. Parameter Kualitas Suara

Ada beberapa parameter kualitas suara yang terukur untuk melihat seberapa bagusnya kualitas suara yang dapat didistribusikan ke pengguna atau user. Rumus perhitungan dari suatu parameter suara sudah ditentukan pada setiap perusahaan telekomunikasi yang ada di Indonesia berbeda-beda. Adapun jenis-jenis parameter yaitu sebagai berikut :

1. Call attempt atau total call yaitu parameter yang menunjukkan jumlah panggilan yang terjadi dimana pelanggan mendapatkan dial untuk terhubung dengan telepon[7] secara keseluruhan, baik itu call success rate, drop call maupun failure call.
2. CSSR (Call Setup Success Rate) yaitu parameter keberhasilan proses panggilan pada sistem GSM/3G yang dihitung dari MS penelpon melakukan proses panggilan sampai dengan panggilan tersebut terjawab oleh pihak penerima panggilan[7]. Salah satu contoh dari CSSR adalah blocking. CSSR yang ditargetkan sebesar 99%.
3. CCSR (Call Completion Rate) ialah persentase tingkat keberhasilan suatu kontinuitas atau keberlanjutan pembicaraan hingga pembicaraan tersebut berakhir secara normal termasuk handover. CCSR terbagi menjadi 2 yaitu CCSR CS (panggilan yang berhasil pada layanan circuit switch yang sedang berlangsung hingga *user* mengakhiri panggilan[1]) dan CCSR PS (panggilan yang berhasil pada layanan packet switch yang sedang berlangsung hingga pembicaraan selesai[1]). Berikut ini rumus mencari persentase nilai CCSR :

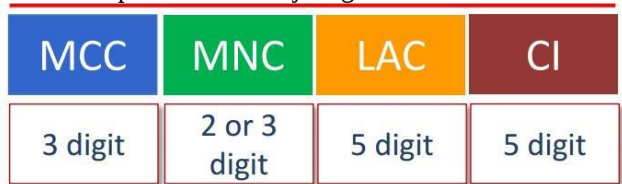
- $$\frac{\text{Call Success}}{\text{Call Success} + \text{Call Failure}} \times 100\%$$
4. Drop Call Rate ialah pelepasan kanal trafik oleh *Mobile Station* atau *Base Transceiver Station* (BTS), dengan begitu *drop call* ialah terputusnya sambungan pada pengguna yang tidak dikehendaki[6].
 5. Block Call ialah suatu penolakan dari sistem untuk melayani suatu panggilan karena terjadinya kanal yang tersedia telah terisi penuh. Block Call terjadi karena tidak tersedianya saluran pada BTS (*Occupancy*)[6].

B. LAC-CI

Area layanan jaringan radio seluler biasanya dibagi menjadi beberapa lokasi area dan lokasi tersebut dibagi lagi menjadi sel-sel radio. Setiap area lokasi diberi angka unik pada jaringan tersebut yang dinamakan *Location Area Code* (LAC).

Kode LAC tersebut dibutuhkan untuk dialamatkan ke pelanggan agar panggilan dapat masuke ke UE pelanggan.

Biasanya LAC didefinisikan berdasarkan letak geografiknya. LAC yaitu bagian dari Cell Global Identity (CGI) dan disiarkan lewat Broadcast Control Channel (BCCH). BCCH merupakan saluran siaran logis yang digunakan oleh base station pada jaringan GSM untuk mengirim informasi mengenai identitas pada jaringan tersebut[2]. Informasi tersebut dipakai oleh mobile station untuk mendapatkan akses ke jaringan GSM



Gambar 1. Cell Global Identity (CGI)

CGI merupakan identitas global yang unik untuk suatu sel di dunia[2]. CGI terdiri dari MCC, LAC, MNC, dan CI. MCC, CGI, dan MNC menggunakan IMSI (International Mobile Subscriber Identity) sebagai identifikasi user pada jaringan seluler dengan identifikasi unik yang saling berhubungan dengan seluruh jaringan seluler. IMSI biasanya terdiri dari 15 digit dan berupa MCC, MNC, dan MSIN (Mobile Subscriber Identity Number). Angka unik ini yang dipasang kedalam kartu SIM dan berfungsi untuk identitasnya.

C. Perangkat Pada Base Transceiver Station (BTS)

Base Transceiver Station (BTS) merupakan suatu kesatuan sistem stasuin pemancar sinyal untuk memberi layanan telekomunikasi seluler (jaringan akses) kepada pelanggan yang tercover di sekitar wilayah tower BTS tersebut[4]. Pada BTS memiliki beberapa komponen transmisi yang penting diantaranya ialah :

1. *Antenna sectoral* merupakan perangkat yang ada pada BTS yang berfungsi sebagai pemancar sekaligus penerima sinyal sesuai dengan sudut pancar sektornya. Biasanya pada BTS menggunakan antenna 3 sektor dengan kombinasi *Distributed Control System*.
2. *Antenna Microwave* ialah sebuah sistem pemancar gelombang mikro yang mempunyai frekuensi sangat tinggi, biasanya microwave digunakan untuk menghubungkan komunikasi dari 1 BTS ke BTS lainnya.
3. *Remote Radio Unit (RRU)* ialah perangkat penguat sinyal yang ada pada BTS untuk mengubah data menjadi sinyal yang akan disalurkan melalui *antenna sectoral*[4]. Biasanya RRU ditempatkan diatas tower BTS, walaupun ada juga beberapa BTS yang RRU-nya ditempatkan dibawah dekat *rectifier*.

III.METODE PENELITIAN

A. Tempat dan waktu penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di tempat wilayah PT. Telkomsel Network Service Cikarang, dimana pengambilan data dilakukan di Site BKS750 Pedurenan Bekasi. Penelitian ini dimulai pada tanggal 24 Febuari sampai dengan 2 Maret 2020, kemudian dilakukan pengolahan dan pengkajian pada data-data yang telah diperoleh.

B. Sumber Data

Sumber data adalah suatu hal yang sangat penting sekali dan dapat memberikan sebuah informasi mengenai data-data pada penelitian yang dilakukan. Berdasarkan sumber yang ada, data yang diambil dijadikan menjadi dua bagian yaitu data primer dan data sekunder.

1. Data Primer

Pengambilan data primer pada penelitian yang dilakukan di Site Pedurenan Bekasi berupa hasil dari pengumpulan data melalui aplikasi *monitoring* yang dimiliki PT. Telkomsel Network Service Cikarang.

2. Data Sekunder

Pengambilan data sekunder pada penelitian ini merujuk pada standar-standar yang berhubungan dengan alat-alat penelitian ini sesuai referensi yang sudah ada sebelumnya.

C. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data pada penelitian ini dilakukan secara lang di tempat, yaitu di PT. Telkomsel Network Service Cikarang. Adapun data yang diperoleh dengan cara sebagai berikut :

1. Wawancara

Yaitu Teknik pengumpulan data dengan cara melakukan tanya jawab dengan teknisi bidang telekomunikasi untuk memperoleh pengetahuan tentang pengujian yang dilakukan.

2. Pengamatan Langsung

Yaitu Teknik pengumpulan data dengan cara melakukan sebuah pengamatan secara langsung selama proses pengecekan hardware RRU (*Remote Radio Unit*) dan komponen lain pada BTS (*Base Transceiver Station*)

D. Metode Literatur

Metode Literatur digunakan dengan mengumpulkan dan mengkaji data dari berbagai sumber referensi seperti, jurnal, buku, skripsi, dan SOP pengecekan yang berhubungan dengan judul penelitian yang akan dibahas yaitu analisis *Call Completion Success Rate (CCSR)* yang dijadikan acuan dan referensi dalam membuat penulisan dan pembahasan seperti yang tertulis pada daftar pustaka.

E. Metode Observasi

Metode observasi dilakukan dengan melakukan pengamatan dan pengujian secara langsung di lapangan yang dilakukan berdasarkan penelitian yang akan diteliti.

F. Teknik Analisis

Pada penelitian ini, Analisa data yang digunakan ialah analisa deskriptif dan kualitatif. Data yang terkumpul setelah didapatkan selanjutnya diolah sesuai dengan kebutuhan penulisan lalu di analisa sesuai kebutuhan. Kemudian selanjutnya hasil-hasil dari pendekatan statistic sederhana akan ditampilkan dalam bentuk pejabaran narasi serta table dan grafik sesuai kebutuhan.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil

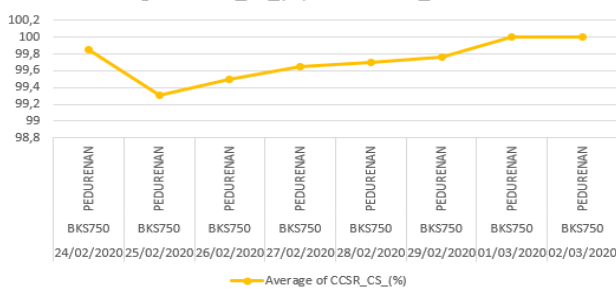
Data CCSR didapat dari perangkat lunak iManager U2000 dan data yang diambil yaitu dari tanggal 24 Febuari sampai dengan 3 Maret 2020. Dalam pengambilan data CCSR CS, pertama penulis menggunakan perangkat lunak Huawei iManager U2000 untuk mengambil data persentase CCSR CS. Pada penelitian ini penulis hanya memantau kinerja perangkat keras pada BTS berdasarkan nilai CCSR CS-nya.



Gambar 2. Tampilan Aplikasi Huawei iManager U2000

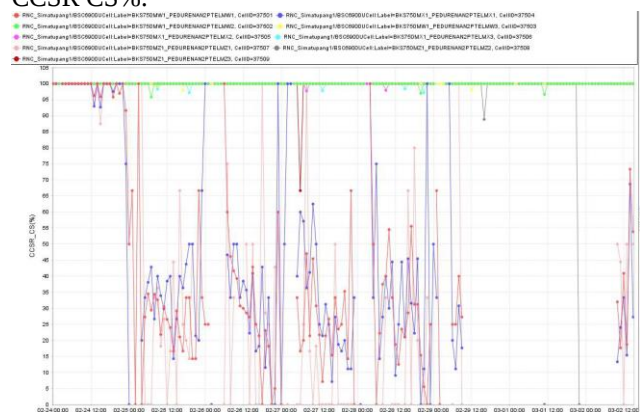
Setelah diproses oleh perangkat lunak Huawei iManager U2000, iManager U2000 akan menampilkan data CCSR CS perharinya pada tanggal 24 Febuari sampai dengan 2 Maret 2020. Lalu penulis membuat pivot pada data yang diperoleh dengan menggunakan Ms. Excel untuk mendapat grafik.

Average of CCSR_CS_(%) Site BKS750_PEDURENAN



Gambar 3. Grafik CCSR CS Site BKS750 Pedurenan

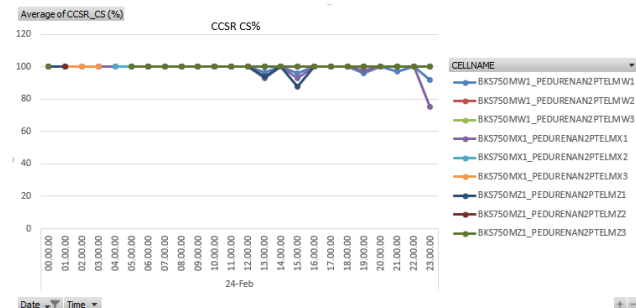
Dilihat dari nilai CCSR CS yang diperoleh pada Site BKS750_Pedurenan, nilai CCSR semuanya diatas 99%, hal ini sesuai standar yang ditentukan oleh PT Telkomsel dalam layanan panggilan suara. Setelah itu dilakukan pengambilan data CCSR CS% PerCell untuk mengetahui detail dari nilai CCSR CS%.



Gambar 4. CCSR CS(%) PerCell Site Pedurenan

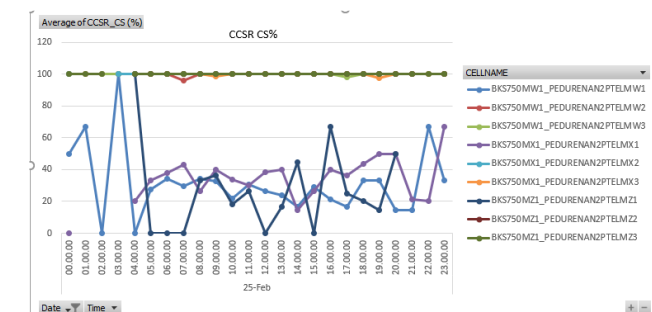
Gambar diatas merupakan nilai CCSR CS(%) pada tanggal 24 Febuari hingga 2 Maret 2020. Dari grafik yang dihasilkan, terdapat beberapa cell yang mengalami penurunan nilai CCSR CS(%) yang sangat signifikan, yaitu pada Cell-ID yang berwarna merah (CellID=37501), Cell-id berwarna biru

(CellID=37504), dan Cell-ID berwarna merah muda (CellID=37507). Pada tanggal 25 sampai 29 Febuari terlihat bahwa cell-id berwarna merah, merah muda, dan biru mengalami penurunan nilai CCSR CS(%) hingga 0% pada jam-jam tertentu. Hal ini disebabkan oleh banyak faktor beberapa diantaranya ialah, Radio Frequency Unavailable, nilai VSWR yang tidak sesuai dengan standar yang diinginkan.



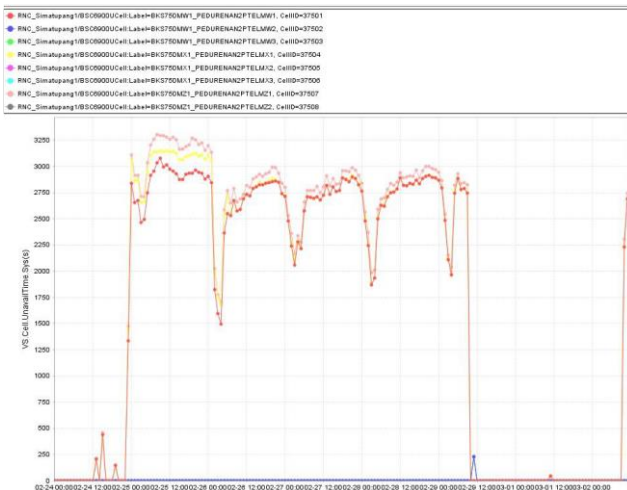
Gambar 5. Grafik CCSR CS(%) tanggal 24 Febuari

Dilihat dari grafik yang didapat, semua cell terlihat cukup baik, namun terdapat 3 cell yang mengalami penurunan dibawah 100%, yaitu grafik berwarna ungu BKS750MX1_PEDURENAN2PTELMX1 (CellID=37504), grafik berwarna biru BKS750MW1_PEDURENAN2PTELMW1 (CellID=37501), dan pada grafik berwarna biru tua BKS750MZ1_PEDURENAN2PTELMZ1 (CellID=37507). Penurunan yang paling besar terjadi pada CellID=37507 atau pada grafik diatas berwarna biru tua, yaitu terjadi penurunan hingga 75% pada jam 23.00. Karena hanya sedikit cell yang mengalami penurunan nilai persentase CCSR CS, pada tanggal 24 Febuari ini dapat dikategorikan nilai persentasi yang terbaik diantara tanggal lainnya.



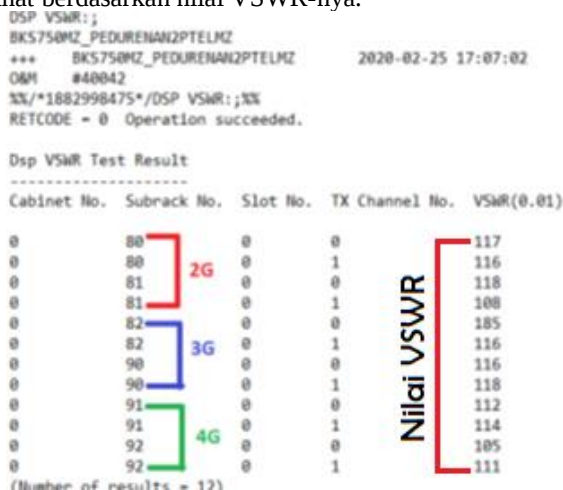
Gambar 6. Grafik CCSR CS(%) tanggal 25 Febuari

Grafik tanggal 25 Febuari diatas merupakan grafik dengan penurunan presentase CCSR CS yang paling buruk Meskipun grafik pada tanggal 25 Febuari merupakan grafik paling buruk diantara tanggal lainnya, penurunan persentasenya hanya terjadi pada 4 cell saja, namun 3 cell diantaranya mengalami penurunan persentase yang sangat besar bahkan hingga 0% pada grafik berwarna ungu BKS750MX1_PEDURENAN2PTELMX1 (CellID=37504), grafik berwarna biru BKS750MW1_PEDURENAN2PTELMW1 (CellID=37501), dan grafik berwarna biru tua BKS750MZ1_PEDURENAN2PTELMZ1 (CellID=37507). Perbedaan dengan grafik tanggal 24 Febuari yaitu jumlah penurunan presentase yang sangat besar bahkan hingga mencapai 0%. Namun penurunan tersebut tidak terlalu berpengaruh terhadap nilai keseluruhan persentase CCSR CS pada Site Pedurenan Bekasi karena nilai persentase 6 cell lainnya bernilai sangat bagus dengan rata-rata 100%.



Gambar 7. Grafik RF Unavailable 3G Site Pedurenan Bekasi

Radio Frequency Unavailable (RF Unavailable) ialah kejadian dimana perangkat keras RRU pada BTS tidak bekerja dengan maksimal. Dapat dilihat dari gambar diatas, RRU mengalami flicker atau berkedip di waktu tertentu yang menyebabkan adanya RF Unavailable. Pada peristiwa ini flicker tersebut bukan terjadi pada keseluruhan utuh perangkat RRU, melainkan hanya terjadi flicker di beberapa cell saja sehingga tidak memiliki pengaruh besar terhadap kualitas 3G pada Site Pedurenan Bekasi. Pada grafik diatas terjadi flicker pada CellID=37501 (berwarna merah), CellID=37504 (berwarna kuning), CellID=37507 (berwarna merah muda), dan CellID=37502 (berwarna biru). Dimana tingkat terlama mengalami flicker terjadi pada CellID=37507 selama 3250 detik pada tanggal 25 Febuari, dan yang paling sedikit mengalami flicker terjadi pada CellID=37502. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor biasanya perangkat RRU yang kurang baik atau perangkat RRU terlalu bekerja keras dalam waktu yang cukup lama. Selain itu kinerja RRU dapat dilihat berdasarkan nilai VSWR-nya.



Gambar 8. Nilai VSWR Pada Site Pedurenan Bekasi

VSWR (*Voltage Standing Wave Ratio*) dapat didefinisikan sebagai ketidaksesuaian gelombang amplitud maksimum dan minimum antara beban dan saluran pada antenna saluran transmisi [3]. Nilai VSWR yang sesuai standar yang ditetapkan oleh PT. Telkomsel yaitu kurang dari 120, pada tanggal 25 Febuari Site Pedurenan Bekasi diperoleh 1 nilai VSWR yang di atas 120 pada jaringan 3G yaitu 185. Hal tersebut tidak sesuai dengan nilai *threshold* yang ditetapkan PT. Telkomsel,

yaitu kurang dari 120. Nilai VSWR yang buruk disebabkan oleh banyak faktor, beberapa yang sering terjadi di lapangan ialah feeder/kabel port RRU kendur atau bahkan kurang baik sehingga harus diganti, isolasi pada konektor RRU kurang baik (sehingga air dapat masuk). Hal ini menyebabkan besarnya perbedaan impedansi antara saluran transmisi dan beban. Biasanya jika nilai VSWR banyak yang melebihi *threshold*, tim *Network Service* Telkomsel akan langsung ke lapangan untuk melakukan perbaikan tersebut.

B. Pembahasan

Berdasarkan hasil analisis dari data yang telah didapat melalui aplikasi Huawei iManager U2000 milik PT. Telkomsel *Network Service* Cikarang, pada tanggal 24 Febuari 2020 hingga 3 Maret 2020 semua nilai persentase CCSR CS pada site Pedurenan Bekasi memiliki nilai yang baik, yaitu 99% secara keseluruhannya. Hal ini sudah pasti diwajibkan oleh pihak PT. Telkomsel *Network Service* Cikarang, yang mana kebutuhan panggilan seluler di daerah Bekasi sangatlah penting untuk kepuasan pelanggan, apalagi di daerah Bekasi terutama pada site Pedurenan merupakan wilayah industri dan padat penduduk.

Dari data CCSR CS yang didapat, Site Pedurenan Bekasi memiliki persentase yang baik. Namun persentase tersebut didapat dari hasil gabungan dari beberapa cell nilai CCSR CS perharinya. Jika ditelaah lebih detail terdapat penurunan nilai CCSR CS per-cellnya, terdapat penurunan terburuk grafik nilai CCSR CS pada tanggal 25 Febuari. Penurunan tersebut diakibatkan oleh banyak faktor, dalam kasus ini faktor tersebut diakibatkan oleh perangkat keras pada BTS yang bermasalah. Perangkat keras tersebut ialah *Remote Radio Unit* (RRU), hal ini diketahui dari aplikasi monitoring Huawei iManager U2000 yang menampilkan informasi bahwa site Pedurenan Bekasi mengalami *Radio Frequency Unavailable (RF Unavailable)*. Dimana *RF Unavailable* disebabkan karena terjadinya flicker atau mati dan menyala secara berkedip pada perangkat RRU. Selain *RF Unavailable* nilai VSWR pada site Pedurenan Bekasi pada tanggal 25 Febuari 2020 kurang dari nilai standar yaitu dibawah 120. Dalam kasus ini biasanya perangkat RRU terlalu bekerja dengan keras sehingga perlu adanya maintenance yang bisa berupa pengencangan pada kabel *feeder* RRU, pengecekan isolasi pada kabel *feeder*, dan bahkan penggantian perangkat RRU pada BTS tersebut.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

1. Kesimpulan

Penurunan persentasi CCSR CS pada Site Pedurenan berdampak pada kualitas suara saat melakukan panggilan. Persentase CCSR CS yang diperoleh secara keseluruhan pada Site Pedurenan sudah sesuai standar PT. Telkomsel, yaitu 99%. Namun terdapat gangguan di beberapa cell pada BTS yang diakibatkan karena perangkat RRU yang kurang bekerja secara maksimal, contohnya terjadi *RF Unavailable* yaitu terjadi flicker pada beberapa cell pada perangkat RRU. Adapun nilai VSWR yang dapat memengaruhi kinerja dari perangkat RRU, pada tanggal 25 Febuari terdapat 1 nilai VSWR 3G yang nilainya diatas 120 pada Site Pedurenan, yaitu bernilai 185. Hal ini tidak sesuai dengan nilai *threshold* yang ditentukan oleh PT. Telkomsel yaitu bernilai kurang dari 120.

2. Saran

Diperlukan pemeliharaan rutin terhadap perangkat pada BTS, terutama pada perangkat Radio Remote Unit (RRU)

untuk mengatasi penurunan nilai CCSR CS. Diperlukan monitoring secara berkala agar penurunan nilai CCSR CS tidak terjadi dalam kurun waktu yang cukup lama.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Ibu Ir. Lela Nurpulaela M.T., Bapak Dr. Ir. Yuliarman Saragih, M.T., IPM. kepada para pembimbing lapangan yang ada di PT. Telkomsel *Network Service* Cikarang, dan teman-teman yang sudah membantu juga memberi saran dalam penelitian ini, serta ucapan terimakasih kepada tim editorial Jurnal Power Elektronik atas publikasinya penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ardiansyah, dan Widi Astuti. 2016. "ANALISA PERFORMANSI RECEIVED TOTAL WIDEBAND POWER (RTWP) TERHADAP KUALITAS PERFORMANSI JARINGAN PADA JARINGAN WCDMA IBC TELKOMSEL". Jurnal Teknologi Elektro : Universitas Mercubuana.
- [2] Caroline, Cynthia. 2018. "ANALISIS CCR (CALL COMPLETION RATE) 3G (WCDMA-UMTS) PADA] SITE KAYU LABU, OGAN KOMERING ILIR, SUMATERA SELATAN" Palembang : Sistem Komputer Universitas Sriwijaya.
- [3] Muhammad Nur Tri Yulianto, Agus Wagya. 2021."Rancang Bangun Antena Mikrostrip Tringular Patch Planar Array 2x2 Elements Frekuensi 1,2 GHz untuk Penerima Video Wireless LCD Projector, Jakarta : Spektral 2.
- [4] Nanang Ismail, Maharoni, Innel Lindra. 2015. "Analisis Perencanaan Pembangunan BTS (Base Transceiver Station) Berdasarkan Faktor Kelengkungan Bumi Dan Daerah Frensel Di Regional Project Sumatera Bagian Selatan. Bandung : Jurnal Istek 9.
- [5] Saurdi, A Zulfikar Yunus. 2018."PERBANDINGAN ANTARA JUMLAH CALL YANG BERHASIL DENGAN JUMLAH CALL ATTEMPT DALAM PERSENTASE NILAI SUCCESFULL CALL RATIO LOKAL PADA SENTRAL TELEPON OTOMATIS V SUNGGUMINASA. Makassar : Universitas Muhammadiyah Makassar.
- [6] Syarif Alqadri, Fitri Imansyah, F. Trias pontia W. 2016. "ANALISIS TINGKAT KEBERHASILAN PANGGILAN MOBILE BT S (BASED TRANSCIEVER STATION) SEBAGAI RECOVERY JARINGAN SELULER PADAT TRAFFIK". Pontianak : Teknik Elektro Universitas Tanjungpura Pontianak.
- [7] Renandana, P.A. 2015. "Analisis Trafik Telekomunikasi Selular 3G (ThirdGeneration Technology) Berbasis Teknologi WCDMA (Wideband CodeDivision Multiple Access) di Wilayah Kabupaten Jember". Jurusan Teknik Elektro : Universitas Jember.