

PENERAPAN ALGORITMA K-NN SEBAGAI ALAT BANTU ANALISIS OPTIMALISASI PARAMETER CSSR (CALL SETUP SUCCESS RATE) PADA SISTEM KOMUNIKASI GSM

Hutama Arif Bramantyo^{*)}, Imam Santoso, and Ajub Ajulian Zahra

Jurusan Teknik Elektro, Universitas Diponegoro Semarang
Jl. Prof. Sudharto, SH, kampus UNDIP Tembalang, Semarang 50275, Indonesia

^{*)} Email: hutama.bramantyo@gmail.com

Abstrak

Pada sistem komunikasi seluler GSM (Global System for Mobile Communication), kinerja jaringan komunikasi GSM harus diperhatikan agar kualitas panggilan dapat terjaga dengan baik. Ada berbagai parameter yang menentukan kinerja jaringan GSM, salah satu parameternya adalah Call Setup Success Rate (CSSR), apabila nilai dari CSSR tersebut buruk, maka kinerja jaringan GSM juga akan turun. Nilai CSSR dipengaruhi oleh beberapa parameter yang tidak mempunyai rumus atau tidak saling berhubungan. Di lapangan, pihak operator atau engineer menentukan keputusan optimalisasi berdasarkan pengalaman. Tetapi bagi orang yang belum mempunyai pengalaman di bidang tersebut akan mengalami kesulitan dalam membuat keputusan optimalisasi parameter CSSR berdasarkan relasi/kaitan dari berbagai nilai yang ada pada parameter-parameter CSSR dan algoritma pengenalan pola diperlukan untuk membuat suatu keputusan optimalisasi CSSR, salah satunya yaitu k-Nearest Neighbor (k-NN). Secara keseluruhan, persentase keberhasilan optimalisasi CSSR terhadap keseluruhan data real adalah 79,72%.

Kata kunci: GSM, CSSR, OMC-R, k-NN, Optimalisasi

Abstract

In the mobile communication system GSM (Global System for Mobile Communication), the performance of GSM communication network must be considered so that the quality of call in voice calls, video calls, and data communication can be maintained properly. There are various parameters that affect the performance of GSM network, one of its parameters is CSSR, if the value of CSSR is low, then GSM network performance will decrease. The value of CSSR is influenced by several parameters that have no formula or not interconnected. On the field, the operator or engineer determines the optimization decision based on experience. In the other hand, people who do not have experience in that field will have difficulty in making decisions for CSSR parameters optimization based on connection of various values in CSSR parameters, so, pattern recognition algorithms is needed to make a decision for CSSR optimization, and one of its algorithms is k-Nearest Neighbor (k-NN). Overall, percentage of successful for CSSR optimization with real data is 79,72 % .

Keywords: GSM, CSSR, OMC-R, k-NN, Optimization

1. Pendahuluan

Pada sistem komunikasi seluler GSM (*Global System for Mobile Communication*), kinerja jaringan komunikasi GSM harus diperhatikan agar kualitas panggilan dalam bentuk panggilan suara, video call, maupun komunikasi data dapat terjaga dengan baik. Ada berbagai parameter yang menentukan kinerja jaringan GSM, salah satu parameternya adalah *Call Setup Success Rate* (CSSR), apabila nilai dari CSSR tersebut buruk, maka performansi kinerja jaringan GSM juga akan turun. Oleh karena itu,

nilai CSSR harus dioptimalisasi untuk memperbaiki kinerja komunikasi GSM. Pada kenyataan, nilai CSSR

dipengaruhi oleh beberapa parameter yang tidak mempunyai rumus atau tidak saling berhubungan. Di lapangan, pihak operator atau engineer menentukan keputusan optimalisasi berdasarkan pengalaman. Tetapi bagi orang yang belum mempunyai pengalaman di bidang tersebut, maka akan mengalami kesulitan dalam membuat keputusan optimalisasi parameter CSSR berdasarkan relasi/kaitan dari berbagai nilai yang ada pada parameter-parameter CSSR. Di sisi lain, algoritma pengenalan pola dapat digunakan untuk membantu dalam menentukan keputusan berdasarkan variasi nilai yang ada pada parameter-parameter CSSR. Algoritma pengenalan pola tersebut adalah Jaringan Saraf Tiruan (JST), Fuzzy, *k-Nearest Neighbor* (k-NN), dan sebagainya. Dari beberapa

jenis algoritma pengenalan pola, algoritma *k-Nearest Neighbor* akan digunakan sebagai metode dalam pengambilan keputusan optimalisasi CSSR. Tolok ukur keberhasilan sistem ini adalah saat *k-Nearest Neighbor* mampu memberikan suatu keputusan optimalisasi yang sesuai dengan target optimalisasi yang dilakukan oleh operator (*engineer*) pada pihak penyedia layanan telekomunikasi.

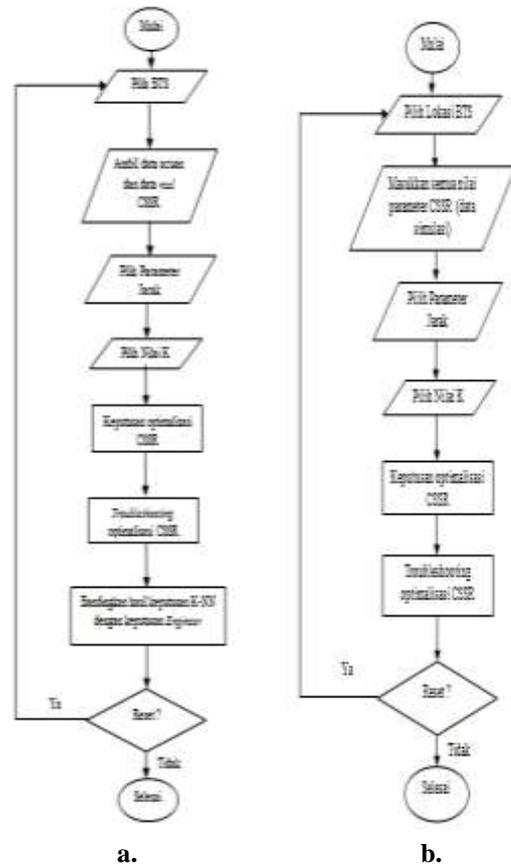
2. Metode

2.1 Perancangan Sistem

Sebelum membuat suatu sistem optimalisasi Call Setup Success Rate (CSSR) terlebih dahulu dilakukan perancangan sistem. Data yang diperoleh dari aplikasi Servo Analytic yaitu data Call Setup Success Rate (CSSR) performance yang diambil selama 3 bulan dari tanggal 1 Januari 2013 – 31 Maret 2013 di BTS Unnes Sekaran, DCS Salatiga, BTS Ujung-Ujung, BTS Singorojo. Masing-masing BTS mempunyai 3 sektor, sehingga 3 data CSSR didapat selama 1 hari dari masing-masing BTS. Jadi total jumlah data CSSR yang didapat dari bulan Januari sampai bulan Maret yaitu 4 BTS x 90 hari x 3 data CSSR = 1080 data CSSR.

Masing-masing BTS mempunyai permasalahan dan lokasi daerah yang berbeda-beda. Oleh karena itu, pengolahan data CSSR sebelum pengujian dan pengujian data CSSR dilakukan secara terpisah sesuai dengan permasalahan dan lokasi daerah masing-masing BTS. Sebelum pengujian dilakukan, terlebih dahulu dibentuk data acuan yang akan digunakan sebagai data latih pada saat pengujian. Pada sistem ini, data acuan yang dipilih pada masing-masing BTS berjumlah 15 data acuan yang berasal dari 5 data CSSR yang didapat selama 5 hari

Setelah dibentuk data acuan, dilakukan pengenalan pola pada optimalisasi CSSR menggunakan *k-Nearest Neighbor* dengan menentukan parameter jarak yang akan digunakan untuk menghitung jarak terdekat data uji ke data acuan dan menentukan parameter nilai *k* yang sesuai untuk pengujian. Ada 2 pilihan parameter jarak pada saat pengujian, yaitu jarak euclidean dan jarak hamming. Nilai *k* untuk pengujian mempunyai rentang nilai 1 sampai dengan 15. Setelah data acuan, parameter jarak, dan nilai *k* ditentukan kemudian data uji dipilih dan dilakukan keputusan optimalisasi CSSR. Terdapat 4 keputusan optimalisasi CSSR yang dikodekan dalam bentuk angka yaitu Normal (1), penambahan TCH (2), penambahan SDCCH (3), HCR (4). Optimalisasi CSSR yang dilakukan ada 2 macam, yaitu optimalisasi CSSR menggunakan data *real* yang menggunakan data CSSR yang diambil dari OMC-R dan optimalisasi CSSR menggunakan data simulasi untuk mengetahui keputusan optimalisasi CSSR menggunakan data yang baru.



Gambar 1. Diagram alir sistem optimalisasi CSSR menggunakan a. data *real* b. data simulasi

2.2 Tahap Pelatihan Jaringan

Sebelum proses pengujian dapat dilakukan, terlebih dahulu harus dibentuk data acuan. Data acuan dibentuk dari data CSSR yang sudah terlebih dahulu disimpan. Data acuan untuk masing-masing BTS berbeda, karena masing-masing BTS mempunyai permasalahan dan lokasi daerah yang berbeda-beda. Data acuan masing-masing BTS terdiri atas data CSSR, dimana terdapat beberapa kelas target keputusan optimalisasi tergantung permasalahan yang ada pada masing-masing BTS. Ada 4 kelas target optimalisasi CSSR yang masing-masing kelas target optimalisasi dikodekan dalam bentuk angka yaitu Normal (1), penambahan TCH (2), penambahan SDCCH (3), HCR (4). Sebagai contoh, data acuan pada BTS UNNES Sekaran. BTS UNNES Sekaran mempunyai 2 kelas target optimalisasi CSSR dan ada 15 data acuan yang terdiri atas 7 kelas target optimalisasi Penambahan TCH (2) dan 8 kelas target optimalisasi Normal (1). Sebelum data acuan disimpan, terlebih dahulu dilakukan normalisasi untuk masing-masing parameter CSSR yang ada menggunakan rumus sebagai berikut

$$Xs = \frac{X - X_{min}}{X_{max} - X_{min}} \quad (1)$$

X_s adalah nilai parameter setelah dinormalisasi, X adalah nilai parameter yang akan dinormalisasi, X_{\min} adalah nilai minimum dari suatu parameter dan X_{\max} adalah nilai maksimum dari suatu parameter. Dengan menggunakan rumus tersebut, maka nilai dari masing-masing parameter CSSR mempunyai rentang nilai antara 0 sampai dengan 1. Kemudian data acuan yang sudah dinormalisasi dengan rumus tersebut akan digunakan sebagai data acuan saat pengujian yang menggunakan parameter jarak *euclidean*. Untuk parameter jarak *hamming*, data acuan yang sudah dinormalisasi tersebut diubah dalam bentuk bilangan biner menggunakan batas-batas yang sudah ditentukan untuk masing-masing parameter CSSR, sehingga hanya ada 2 nilai setelah diubah ke dalam bentuk biner yaitu nilai 0 dan 1. Setelah menyimpan data acuan tersebut, maka akan dilakukan optimalisasi CSSR menggunakan data *real* terhadap data uji CSSR menggunakan data acuan tersebut.

2.3 Tahap Optimalisasi CSSR Menggunakan Data Real

Tahap optimalisasi CSSR menggunakan data *real* adalah tahap dimana data masukan CSSR yang berasal dari aplikasi *Servo Analytic* akan diuji dengan menggunakan k-NN dengan menghitung jarak terdekat antara data uji dengan data acuan dengan menentukan parameter jarak dan parameter nilai k terlebih dahulu. Pertama, pilih BTS yang data CSSRnya akan diuji, kemudian pilih data acuan dari BTS yang telah dipilih.. Kemudian, pilih data masukan CSSR dari BTS yang telah dipilih. Setelah itu pilih parameter jarak dan parameter nilai k yang akan dijadikan pedoman dalam menghitung jarak terdekat antara data acuan dan data uji CSSR. Untuk pilihan parameter jarak *euclidean* maka dipilih data acuan yang sudah dinormalisasi, sedangkan untuk pilihan parameter jarak *hamming* maka dipilih data acuan dalam bentuk biner. Parameter nilai k mempunyai rentang nilai bilangan cacah antara 1 sampai dengan 15. Pada tahap pengujian dibutuhkan data acuan, data uji, kelas target optimalisasi, parameter jarak dan parameter nilai k. Jika semua parameter-parameter tersebut sudah dipenuhi, maka pengujian menggunakan k-NN bisa berlangsung.

Setelah data masukan CSSR diuji dengan menggunakan k-NN maka akan diketahui persentase keberhasilan k-NN dalam memberikan keputusan optimalisasi CSSR yang sesuai dengan keputusan optimalisasi seorang *engineer*.

2.4 Tahap Optimalisasi CSSR Menggunakan Data Simulasi

Tahap optimalisasi CSSR menggunakan data simulasi adalah tahap dimana k-NN mampu memberikan keputusan optimalisasi CSSR terhadap data CSSR yang baru (data simulasi). Tahap-tahapnya hampir sama seperti pada tahap optimalisasi CSSR menggunakan data *real*. Hal yang membedakan adalah data uji yang dipakai. Pada

tahap prediksi ini kita memasukkan nilai data CSSR yang baru secara *on-line* atau langsung. Data masukan yang sudah dimasukkan nilainya secara otomatis akan langsung membentuk matriks berukuran 1x8 yang akan dijadikan sebagai data uji. Data acuan untuk tahap prediksi ini sudah ditentukan untuk masing-masing area BTS seperti urban, dense urban dan sub-urban. Dengan memilih area BTS yang ada secara otomatis juga akan memilih data acuan dan kelas target optimalisasi sesuai dengan area BTS yang sudah dipilih. Kemudian, kita menentukan parameter jarak dan parameter nilai k untuk menghitung jarak terdekat antara data CSSR yang baru dengan data acuan yang sudah ditentukan. Pada tahap ini dibutuhkan data acuan, data uji baru (data simulasi), kelas target optimalisasi, parameter jarak dan parameter nilai k. Jika semua parameter-parameter tersebut sudah dipenuhi, maka keputusan optimalisasi CSSR menggunakan k-NN bisa berlangsung.

3. Hasil dan Analisis

3.1 Pembentukan Data Acuan

Data performansi *Call Setup Success Rate* (CSSR) yang digunakan sebagai data acuan yaitu 15 data CSSR yang berasal dari 5 hari pengambilan data CSSR untuk tiap BTS karena dalam 1 hari terdapat 3 sektor atau 3 data CSSR yang ada pada masing-masing BTS. Pada BTS Unnes Sekaran data acuan yang dipilih yaitu data acuan pada tanggal 20 Januari 2013, 6 Maret 2013, 12 Maret 2013, 14 Maret 2013, dan 16 Maret 2013. Pada DCS Salatiga data acuan yang dipilih yaitu data acuan pada tanggal 21 Januari 2013, 22 Januari 2013, 23 Januari 2013, 1 Maret 2013 dan 12 Maret 2013. Pada BTS Ujung-Ujung data acuan yang dipilih yaitu data acuan pada tanggal 5 Januari 2013, 13 Januari 2013, 13 Februari 2013, 27 Februari 2013, dan 2 Maret 2013. Pada BTS Singorojo data acuan yang dipilih yaitu data acuan pada tanggal 5 Januari 2013, 6 Januari 2013, 8 Januari 2013, 5 Februari 2013, dan 9 Maret 2013. Total semua data acuan adalah 60 data. Data acuan dibentuk berdasarkan permasalahan secara umum yang ada pada masing-masing BTS yang bisa dilihat dari target optimalisasi atau keputusan optimalisasi oleh operator (*engineer*) di lapangan. Data CSSR yang tidak dipakai sebagai data acuan akan menjadi data uji pada saat pengujian optimalisasi CSSR menggunakan data *real*.

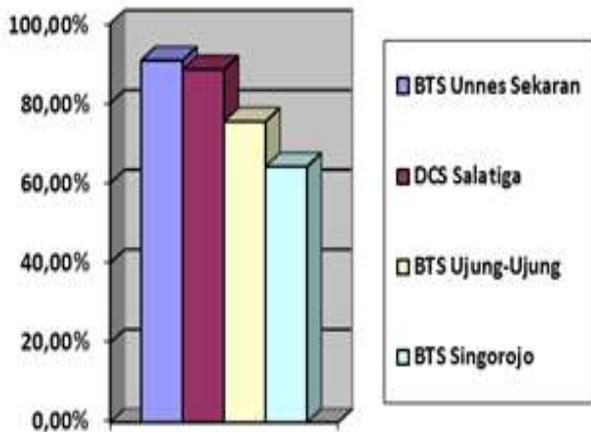
3.2 Optimalisasi CSSR Menggunakan Data Real

Data performansi *Call Setup Success Rate* (CSSR) yang digunakan sebagai data uji pada optimalisasi CSSR menggunakan data *real* sebanyak 255 data untuk setiap BTS, sehingga total semua data uji untuk semua BTS yang ada sebanyak $4 \times 255 = 1020$ data CSSR. Optimalisasi dilakukan dengan memberikan variasi pada parameter jarak dan parameter nilai k. Dari hasil pengujian data uji dapat diketahui persentase keberhasilan k-NN dalam memberikan keputusan

optimalisasi yang sesuai dengan target optimalisasi. Berikut ini rumus persentase keberhasilan optimalisasi CSSR :

$$\% \text{ Optimalisasi} = \frac{\text{Jumlah keputusan yang sesuai dengan target}}{\text{total data uji}} \times 100\% \quad (2)$$

Persentase keberhasilan optimalisasi CSSR terhadap data *real* dari 4 BTS dapat dilihat pada **gambar 2**.



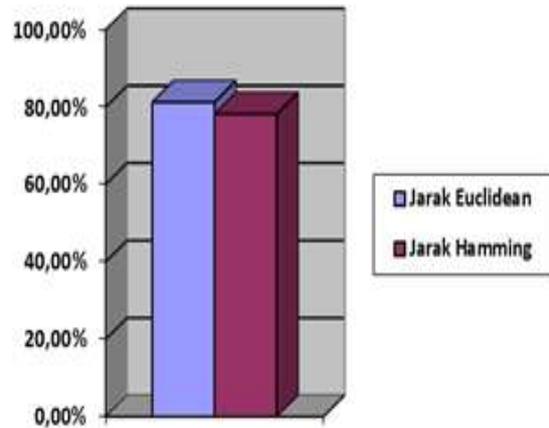
Gambar 2. Grafik persentase keberhasilan optimalisasi CSSR data real pada masing-masing BTS

Dapat dilihat pada Gambar 2 bahwa persentase keberhasilan optimalisasi CSSR paling tinggi terdapat pada BTS Unnes Sekaran dengan persentase keberhasilan 90,76% dan persentase keberhasilan optimalisasi CSSR paling rendah terdapat pada BTS Singorojo dengan persentase keberhasilan 64,14%. Tetapi secara keseluruhan, persentase keberhasilan optimalisasi CSSR terhadap seluruh data uji adalah 79,72%. Pada BTS Unnes Sekaran didapat persentase keberhasilan yang paling tinggi karena karena data acuan pada BTS Unnes Sekaran yang dibuat paling banyak mempunyai ciri yang mempunyai target optimalisasi 1 (Normal) dan kebanyakan dari data CSSR yang diuji juga mempunyai target optimalisasi 1 (Normal), sehingga banyak keputusan optimalisasi yang tepat dengan targetnya. Sedangkan pada BTS Singorojo mempunyai persentase keberhasilan yang paling rendah karena mempunyai target optimalisasi selain 1 (Normal) yang lebih banyak dibandingkan dengan target optimalisasi pada BTS Unnes Sekaran yang mempunyai target optimalisasi selain 1 (Normal) yang sedikit sehingga berpengaruh dalam menentukan keputusan optimalisasi CSSR tersebut

3.3 Pengaruh Pemilihan Parameter Jarak

Pada pengujian ini akan dianalisis pengaruh parameter jarak terhadap tingkat keberhasilan optimalisasi CSSR.

Parameter jarak adalah cara atau metode untuk menghitung jarak terdekat antara data acuan dan data uji. Pada optimalisasi CSSR data *real* menggunakan 2 parameter jarak, yaitu jarak *euclidean* dan jarak *hamming*

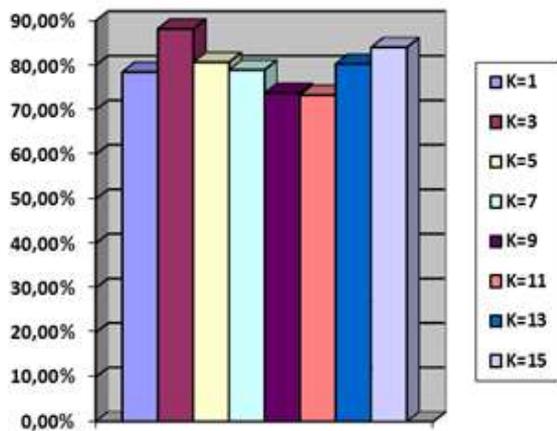


Gambar 3. Grafik Persentase keberhasilan Optimalisasi CSSR data real pada masing-masing parameter jarak

Pada Gambar 3 dapat dilihat bahwa persentase keberhasilan menggunakan jarak *euclidean* sedikit lebih besar dibandingkan dengan persentase keberhasilan menggunakan jarak *hamming*. Pada jarak *euclidean* mempunyai persentase keberhasilan sebesar 81,24% dan pada jarak *hamming* mempunyai persentase keberhasilan sebesar 78,20%. Hal ini terjadi karena pada jarak *hamming* semua nilai parameter CSSR hanya memiliki 2 nilai (biner) yaitu 0 dan 1. Bila nilai suatu parameter CSSR adalah 0 maka mempunyai nilai yang rendah, dan bila nilai suatu parameter CSSR adalah 1 mempunyai nilai yang tinggi. Dalam menentukan tinggi dan rendah suatu nilai parameter CSSR memerlukan batasan nilai tertentu, sehingga nilai parameter yang bermacam-macam hanya menjadi 2 nilai saja. Tetapi pada dasarnya, menggunakan parameter jarak *euclidean* atau jarak *hamming* tidak mempengaruhi besarnya persentase keberhasilan. Parameter jarak yang dipilih harus disesuaikan dengan jenis nilai-nilai parameter dan kasus data yang ada.

3.4 Pengaruh Pemilihan Parameter Nilai k

Pada pengujian optimalisasi CSSR ini akan dianalisis pengaruh parameter nilai k terhadap tingkat keberhasilan optimalisasi CSSR. Nilai k tersebut adalah jumlah tetangga terdekat yang selanjutnya digunakan sebagai pertimbangan dalam penentuan keputusan optimalisasi CSSR. Untuk pengujian digunakan nilai k yaitu 1, 3, 5, 7, 9, 11, 13, dan 15.



Gambar 4. Grafik Persentase keberhasilan optimalisasi CSSR data real pada masing-masing parameter nilai k

Dari grafik pada Gambar 4 terlihat bahwa nilai k berpengaruh terhadap tingkat keberhasilan dalam penentuan keputusan optimalisasi CSSR. Tingkat persentase keberhasilan berfluktuasi tergantung nilai k yang diinputkan dan tidak ada kecenderungan turun atau naik seiring berubahnya nilai k. Persentase keberhasilan yang tertinggi berada pada nilai $k = 3$ dengan nilai 88,19%. Hal ini terjadi karena dengan nilai k yang kecil maka akan memperkecil peluang voting untuk menentukan tetangga yang terdekat. Persentase keberhasilan terendah berada pada nilai $k = 11$ dengan nilai sebesar 73,33% karena dengan nilai k yang besar maka akan memperbesar peluang voting untuk menentukan tetangga yang terdekat. Sementara voting itu sendiri merupakan suatu metode pengambilan keputusan yang hasilnya belum tentu benar sepenuhnya.

3.5 Optimalisasi CSSR Menggunakan Data Simulasi

Data performansi *Call Setup Success Rate* (CSSR) yang digunakan untuk optimalisasi CSSR menggunakan data simulasi diperoleh dengan memasukkan nilai parameter CSSR secara manual berdasarkan range nilai parameter yang telah ditentukan. Optimalisasi CSSR dilakukan berdasarkan daerah atau area BTS berlokasi. Ada 3 daerah atau area tempat BTS yaitu di daerah urban, daerah dense urban dan daerah sub urban. Parameter jarak yang digunakan untuk optimalisasi menggunakan data simulasi yaitu jarak euclidean dan jarak hamming, sedangkan variasi nilai k yang digunakan adalah $k=1$, $k=3$, dan $k=5$.

Tabel 1, Tabel 2, dan Tabel 3 menunjukkan beberapa nilai dari parameter-parameter CSSR beserta dengan keputusan optimalisasinya. Jika keputusan optimalisasinya adalah 1, maka nama optimalisasinya 'Normal'. Jika keputusan optimalisasinya adalah 2, maka nama optimalisasinya

'Penambahan TCH'. Jika keputusan optimalisasinya adalah 3, maka nama optimalisasinya 'Penambahan SDCCH'. Dan jika keputusan optimalisasinya adalah 4, maka nama optimalisasinya adalah 'HCR'.

Dari Tabel di bawah dapat dilihat bahwa pada masing-masing daerah BTS mempunyai rentang nilai yang berbeda-beda untuk setiap parameternya. Pada BTS sub urban nilai parameter-parameter CSSR cenderung lebih kecil daripada BTS di daerah urban dan dense urban karena BTS pada daerah sub urban merupakan daerah yang jarang penduduknya dengan kata lain pengguna layanan telekomunikasi seluler sedikit sehingga nilai parameter-parameter seperti *call attempt* dan *total traffic* nya pun lebih kecil dibandingkan dengan nilai *call attempt* dan *total traffic* pada BTS daerah urban dan dense urban. Begitu juga antar BTS daerah dense urban dan daerah urban, BTS daerah dense urban mempunyai nilai *call attempt* dan *total traffic* yang lebih besar dibandingkan dengan BTS urban karena BTS pada daerah dense urban merupakan daerah yang padat penduduknya dengan kata lain pengguna layanan telekomunikasi seluler banyak sehingga nilai parameter-parameter seperti *call attempt* dan *total traffic* nya pun lebih besar dibandingkan dengan nilai parameter-parameter pada BTS urban.

Tabel 1 Optimalisasi CSSR menggunakan data simulasi pada BTS daerah urban

| Parameter CSSR | Nilai 1 | | Nilai 2 | | Nilai 3 | | Nilai 4 | |
|--|---------|---|---------|---|---------|---|---------|---|
| Total Traffic (Erlang) | 650 | | 633,1 | | 600 | | 800 | |
| Call Attempt (Panggilan) | 17560 | | 16023 | | 17000 | | 27000 | |
| BH TCH (Erlang) | 51,89 | | 50 | | 28,3 | | 58 | |
| Max Available CS (Circuit Switch) | 30 | | 28 | | 26 | | 47 | |
| TCH Availability (%) | 100 | | 99,98 | | 100 | | 100 | |
| SDCCH Drop Rate (%) | 0,07 | | 0,09 | | 3,7 | | 4 | |
| SDCCH Block Rate (%) | 0,009 | | 0,01 | | 0,01 | | 8,7 | |
| TCH Block Rate (%) | 0,43 | | 7,02 | | 0,45 | | 12,67 | |
| Keputusan Optimalisasi Menggunakan Jarak Euclidean | K=1 | 1 | K=1 | 2 | K=1 | 3 | K=1 | 4 |
| | K=3 | 1 | K=3 | 2 | K=3 | 3 | K=3 | 4 |
| | K=5 | 1 | K=5 | 2 | K=5 | 3 | K=5 | 4 |
| Keputusan Optimalisasi Menggunakan Jarak Hamming | K=1 | 1 | K=1 | 2 | K=1 | 3 | K=1 | 4 |
| | K=3 | 1 | K=3 | 2 | K=3 | 3 | K=3 | 4 |
| | K=5 | 1 | K=5 | 2 | K=5 | 3 | K=5 | 4 |

Tabel 2 Optimalisasi CSSR menggunakan data simulasi pada BTS daerah dense urban

| Parameter CSSR | Nilai 1 | | Nilai 2 | | Nilai 3 | | Nilai 4 | |
|--|---------|---|---------|---|---------|---|---------|---|
| Total Traffic (Erlang) | 220 | | 724 | | 704 | | 741 | |
| Call Attempt (Panggilan) | 13823 | | 20124 | | 20118 | | 28118 | |
| BH TCH (Erlang) | 17,23 | | 24,23 | | 24,26 | | 23,56 | |
| Max Available CS (Circuit Switch) | 30 | | 31 | | 31 | | 27 | |
| TCH Availability (%) | 99,99 | | 99,98 | | 99,7 | | 100 | |
| SDCCH Drop Rate (%) | 0,04 | | 0,1 | | 0,1 | | 3,89 | |
| SDCCH Block Rate (%) | 0,007 | | 0,03 | | 4,03 | | 8,03 | |
| Parameter CSSR | Nilai 1 | | Nilai 2 | | Nilai 3 | | Nilai 4 | |
| TCH Block Rate (%) | 0 | | 4,7 | | 0,2 | | 7,94 | |
| Keputusan Optimalisasi Menggunakan Jarak Euclidean | K=1 | 1 | K=1 | 2 | K=1 | 3 | K=1 | 4 |
| | K=3 | 1 | K=3 | 2 | K=3 | 3 | K=3 | 4 |
| | K=5 | 1 | K=5 | 2 | K=5 | 3 | K=5 | 4 |
| Keputusan Optimalisasi Menggunakan Jarak Hamming | K=1 | 1 | K=1 | 2 | K=1 | 3 | K=1 | 4 |
| | K=3 | 1 | K=3 | 2 | K=3 | 3 | K=3 | 4 |
| | K=5 | 1 | K=5 | 2 | K=5 | 3 | K=5 | 4 |

Tabel 3 Optimalisasi CSSR menggunakan data simulasi pada BTS daerah sub urban

| Parameter CSSR | Nilai 1 | | Nilai 2 | | Nilai 3 | | Nilai 4 | |
|--|---------|---|---------|---|---------|---|---------|---|
| Total Traffic (Erlang) | 227,3 | | 230,5 | | 195,5 | | 2,37 | |
| Call Attempt (Panggilan) | 6790 | | 4280 | | 7820 | | 69 | |
| BH TCH (Erlang) | 21,59 | | 12,29 | | 14,74 | | 0,54 | |
| Max Available CS (Circuit Switch) | 34 | | 35 | | 38 | | 38 | |
| TCH Availability (%) | 100 | | 100 | | 100 | | 100 | |
| SDCCH Drop Rate (%) | 0,06 | | 0,03 | | 0,03 | | 0,03 | |
| SDCCH Block Rate (%) | 0 | | 0,009 | | 0,57 | | 6,57 | |
| TCH Block Rate (%) | 0 | | 3,38 | | 0,01 | | 5,01 | |
| Keputusan Optimalisasi Menggunakan Jarak Euclidean | K=1 | 1 | K=1 | 2 | K=1 | 3 | K=1 | 4 |
| | K=3 | 1 | K=3 | 2 | K=3 | 3 | K=3 | 4 |
| | K=5 | 1 | K=5 | 2 | K=5 | 3 | K=5 | 2 |
| Keputusan Optimalisasi Menggunakan Jarak Hamming | K=1 | 1 | K=1 | 2 | K=1 | 3 | K=1 | 4 |
| | K=3 | 1 | K=3 | 2 | K=3 | 3 | K=3 | 4 |
| | K=5 | 1 | K=5 | 2 | K=5 | 3 | K=5 | 3 |

4. Kesimpulan

Persentase keberhasilan *k-Nearest Neighbor* untuk membantu optimalisasi CSSR menggunakan data *real* paling tinggi pada terdapat pada BTS Unnes Sekaran sebesar 90,76%. Persentase keberhasilan *k-Nearest Neighbor* untuk membantu optimalisasi CSSR menggunakan data *real* paling rendah terdapat pada BTS Singorojo sebesar 64,14%. Secara keseluruhan, Persentase keberhasilan *k-Nearest Neighbor* untuk membantu optimalisasi CSSR menggunakan data *real* terhadap seluruh data CSSR adalah 79,72%. Persentase keberhasilan *k-Nearest Neighbor* untuk membantu optimalisasi CSSR menggunakan data *real* menggunakan parameter jarak *euclidean* sebesar 81,24%. Persentase keberhasilan *k-Nearest Neighbor* untuk membantu optimalisasi CSSR menggunakan data *real* menggunakan parameter jarak *hamming* sebesar 78,20%. Persentase keberhasilan *k-Nearest Neighbor* untuk membantu optimalisasi CSSR menggunakan data *real* dengan variasi nilai *k* yang tertinggi berada pada $k = 3$ sebesar 79,76%. Persentase keberhasilan *k-Nearest Neighbor* untuk membantu terendah berada pada nilai $k = 11$ dengan nilai sebesar 73,33%. Persentase keberhasilan *k-Nearest Neighbor* untuk membantu optimalisasi CSSR menggunakan data *real* berfluktuasi tergantung pada jumlah *neighbor* terdekat (nilai *k*) yang digunakan dan tidak ada kecenderungan turun atau naik seiring berubahnya nilai *k*.

Dapat dikembangkan untuk mengoptimisasi unjuk kerja *Call Setup Success Rate* (CSSR) pada layanan data dengan menggunakan sampel data parameter BTS yang lebih banyak. *K-Nearest Neighbor* dapat dikembangkan untuk mengoptimisasi unjuk kerja *Handover Successfull Rate* (HOSR) dan *Call Drop Rate* (CDR) pada operator seluler. Dapat dikembangkan dengan menggunakan pengenalan pola selain *k-Nearest Neighbor*, seperti *fuzzy*, *fuzzy k-NN* (FK-NN), *SVM* (*Support Vector Machine*), *K-Means*, dan jenis-jenis pengenalan pola lainnya. Dapat dikembangkan menjadi sistem yang dapat memonitoring performance CSSR secara periodik baik *weekly* maupun *monthly* dengan cara mengkoneksikan ke database sistem seperti Oracle, MySQL. Dapat dikembangkan untuk peramalan dan perancangan jaringan komunikasi.

Referensi

[1]. Heine, Gunnar. *GSM Networks: Protocols, Terminology, and Implementation*. London: Artech House. 1999.
 [2]. Prasetyo, Eko. *Data Mining : Konsep dan Aplikasi Menggunakan Matlab*. Penerbit Andi, Yogyakarta, 2012.
 [3]. Kollar, Martin. Evaluation of Real Call Setup Success Rate in GSM. *Acta Electrotechnica et Informatica*. 2008; 8(3): 53-56.
 [5]. Adhi, Agung Rizqie. *Analisis Optimalisasi Handover Successfull Rate Terhadap TCH Drop Rate Pada Jaringan GSM*. Laporan Tugas Akhir Teknik Elektro Undip. 2012.

[6]. Warassih, Anggit Praharasty. *Analisis Kualitas Panggilan Pada Jaringan GSM Menggunakan Tems Investigation*. Laporan Tugas Akhir Teknik Elektro Undip. 2010.
 [7]. Jatmiko, Heri Setio. *Pengolahan Data dan Analisis Call Setup Success Rate (CSSR) Performance PT. Indosat Tbk. Semarang*. Laporan Kerja Praktek Teknik Elektro Undip. 2012.
 [8]. Alfin Hikmaturokhman, Ali Muayyadi, Irwan Susanto, Andi Ulva T Wello. Analisis Performansi Pada Jaringan GSM 900/1800 Di Area Purwokerto. *Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi(SNATI)*. 2010;ISSN: 1907-5022: F18-F23.
 [9]. Budiyadi, Andrie. *Analisis dan Optimalisasi Parameter Radio GSM*. Laporan Tugas Akhir Teknik Elektro Undip. 2011.
 [10]. Mishra, Ajay R. *Editors. Advanced Celluler Network Planning and Optimisation*. England: John Wiley & Sons, Ltd. 2007.
 [11]. Han, J. and M. Kamber, *Data Mining Concept and Techniques*. Academic Press, San Francisco, 2002.
 [12]. Jatmiko, Heri Setio. *Aplikasi Jaringan Saraf Tiruan (JST) Sebagai Alat Bantu Analisis Optimalisasi Unjuk Kerja Call Setup Success Rate (CSSR) Pada Komunikasi GSM*. Laporan Kerja Praktek Teknik Elektro Undip. 2013.