

PEMETAAN SINYAL SELULER DI KAMPUS UNIVERSITAS NUSA CENDANA DENGAN METODE *DRIVE TEST* DAN *WALK TEST*

Samy Y. Doo¹, Almido H. Ginting², Evtaleny R. Mauboy³, Evtaleny R. Mauboy⁴,
Don E. D. G. Pollo⁴, Hendrik J. Djahi⁵

^{1,2,3,4,5} Department of Electrical Engineering, Universitas Nusa Cendana, Kupang, Indonesia

Email: samyeverson@staf.undana.ac.id, almidoginting@staf.undana.ac.id, evtalenymauboy@staf.undana.ac.id,
don_pollo@staf.undana.ac.id, hdjahi@staf.undana.ac.id

Abstrak

Penelitian ini difokuskan untuk pemetaan kondisi jaringan dari 3 buah provider pada kampus Undana. Parameter yang dipakai adalah kondisi sinyal RSRP dan RSRQ. Pengukuran dilakukan dengan metode *Drive Test* yang diperhalus dengan *Walk Test* menggunakan aplikasi G-Net Track Lite. Hasilnya menunjukkan bahwa untuk provider Telkomsel, nilai range terbaik berada pada dengan nilai RSRP -73,50 dBm dan RSRQ -4,75 dB, sedangkan nilai terburuk dengan nilai RSRP -112,75 dBm dan RSRQ -18,66 dB. Nilai terbaik untuk provider Indosat Ooredoo adalah RSRP -84,58 dBm dan RSRQ -9,79 dB, sedangkan nilai terburuknya pada nilai RSRP -115,32 dBm dan RSRQ -14,63 dB. Sedangkan provider XL Axiata menunjukkan nilai terbaik RSRP sebesar -81,26 dBm dan RSRQ -10,21 dB, dan nilai terburuk RSRP sebesar -114,05 dBm dan RSRQ -17,68 dB. Secara keseluruhan, kondisi jaringan sudah cukup baik dan merata dari ketiga operator kecuali di beberapa lokasi masih dalam keadaan kurang baik. Telkomsel menjadi operator yang mempunyai kondisi sinyal RSRP dan RSRQ yang lebih baik dibandingkan Indosat dan XL Axiata.

Kata kunci: RSRP, RSRQ, Undana, Drive Test, Pemetaan

PENDAHULUAN

Jaringan seluler^{[1][2]} saat ini telah memasuki fase 5G dimana kecepatan data sangat meningkat dibandingkan sistem 4G. Tetapi perkembangan tersebut belum bisa dinikmati secara merata di seluruh Indonesia. Bahkan layanan 4G pun belum seluruhnya dinikmati oleh konsumen. Hal ini diakibatkan oleh keterbatasan BTS operator seluler yang belum menjangkau seluruh daerah di Indonesia. Padahal dimasa pandemi Covid-19 ini, jaringan *internet* yang stabil sangat dibutuhkan mengingat segala aktifitas pekerjaan, pendidikan maupun kegiatan lainnya dilakukan secara daring. Bidang pendidikan mengalami banyak kesulitan diawal pandemi karena pembatasan tatap muka yang diberlakukan 100 prosen. Tetapi seiring mulai menurunnya kasus Covid-19 menyebabkan kombinasi *daring* dan *luring* mulai diberlakukan. Universitas Nusa Cendana pun memberlakukan kombinasi luring daring ini. Kombinasi ini sangat baik dalam proses pendidikan karena memang beberapa mata kuliah akan susah kalau dijalankan secara *daring*. Keadaan ini akan mengganggu bila perkuliahan *daring* akan diikuti oleh mahasiswa saat dia berada di kampus. Hasil wawancara dengan tenaga kependidikan dan beberapa mahasiswa menunjukkan bahwa keadaan

sinyal seluler di kampus kurang begitu baik terutama di beberapa lokasi yang memiliki banyak penghalang ke BTS terdekat. Padahal kondisi jaringan seluler sangat berpengaruh terhadap kualitas layanan yang diterima pelanggan^{[3][4]}. Memang ada koneksi internet yang disediakan oleh kampus tetapi tidak cukup memadai untuk seluruh mahasiswa. Dengan demikian maka *provider Telkomsel, XL ataupun Indosat* menjadi pilihan untuk digunakan. Untuk itu maka pada penelitian ini dipetakan daerah-daerah mana saja di dalam kampus baru Universitas Nusa Cendana yang memiliki kondisi jaringan yang baik dari 3 buah *provider* tersebut. Ini berguna agar pengguna yang kebetulan berada di kampus dan harus mengikuti perkuliahan secara *daring* ataupun berkomunikasi, bisa menghindari spot-spot yang kondisi sinyalnya buruk. Sebagian besar lokasi diukur keadaannya baik *outdoor* maupun *indoor* yang kemudian akan dipetakan sesuai dengan kondisi jaringan yang diterima. Tujuannya agar keadaan jaringan 4G akan terpetakan secara baik sehingga menjadi panduan untuk berkomunikasi di area kampus Undana.

Sinyal RSRP dan RSRQ sebagai parameter diukur dan diteliti untuk menentukan kualitas sinyal dimana pengukuran dilakukan^{[5][6]}. Pengukuran akan dilakukan

dengan metode *Drive Test*^[7] yang diperhalus dengan *Walk Test* sehingga data yang didapatkan akan lebih presisi.

METODE PENELITIAN

Metode pengambilan data dilakukan dengan aplikasi G-Net Track Lite^[8]. Tidak dilakukan penguncian frekuensi kerja dari LTE dimana frekuensi 900 MHz, 1800 MHz, 2100 MHz, 2300 MHz^[6] terpilih secara otomatis oleh aplikasi. Parameter yang diukur adalah RSRP (*Reference Signal Received Power*) dan RSRQ (*Reference Signal Received Quality*)^[9].

RSRP didefinisikan sebagai *power* sinyal referensi yang diterima pada keseluruhan *bandwidth*. Kualitas suatu jaringan sangat baik jika nilai RSRP lebih besar atau sama dengan -80 dBm. Selanjutnya, kualitas jaringan baik jika memiliki nilai RSRP berada pada -80 dBm sampai -95 dBm. Dibawah nilai -95 kurang begitu baik^[7].

Tabel 1. Standar Nilai RSRP

RSRP	Color	Strength(dBm)
<i>Excellent</i>		$-80 \leq x$
<i>Good</i>		$-95 \leq x < -80$
<i>Low</i>		$-110 \leq x < -95$
<i>Bad</i>		$x < -110$

RSRQ merupakan kualitas sinyal yang membantu parameter RSRP saat terjadi *handover*. Selain itu parameter RSRQ didefinisikan sebagai rasio antara jumlah *resource block* terhadap rata-rata daya linier yang diterima oleh *user* dari *-serving cell*, *noise*, dan interferensi. Kualitas RSRQ dapat dilihat pada tabel2.

Tabel 2. Standar Nilai RSRQ

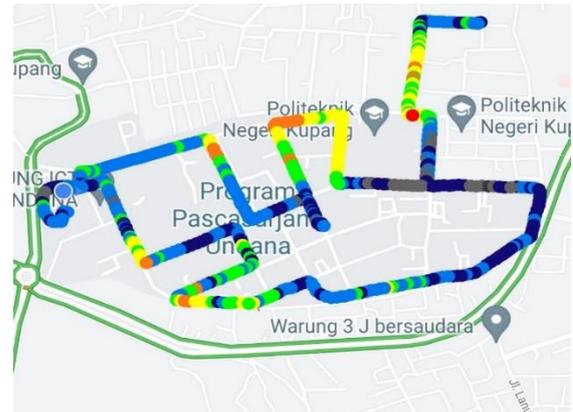
RSRP	Color	Strength (dB)
<i>Very Good</i>		> -10
<i>Good</i>		$-10 \leq x < -15$
<i>Low</i>		$-15 \leq x < -20$
<i>Bad</i>		$x < -20$

Pengambilan data akan diambil pada waktu yang mewakili jam sibuk dan tidak sibuk atau jam kerja dan diluar jam kerja. Jam sibuk adalah jam kerja dari pukul 10 pagi sampai pukul 3 sore. Lamanya waktu pengambilan data adalah selama 1 jam dan diulang setiap minggunya selama 2 bulan. Pengambilan data

dilakukan 3 kali dalam 1 minggu. Hasilnya kemudian dirata-ratakan untuk setiap lokasi pengambilan untuk dibandingkan dengan standar RSRP dan RSRQ dan dipetakan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses Pengukuran mengikuti rute yang ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1. Rute Pengukuran

Setiap 1 titik dilakukan pengukuran untuk 3 operator secara bersamaan agar didapatkan hasil yang adil.

HASIL

Berdasarkan hasil perbandingan pada nilai rata-rata dari parameter RSRP yang telah diolah, didapatkan nilai *range* terbaik berada pada Gedung FEB (bagian luar) yaitu -73,50 dBm dan terendah pada Gedung FKH (bagian dalam) yaitu -112,75 dBm untuk *provider* Telkomsel (tabel3). Untuk *provider* Indosat Ooredoo, nilai *range* terbaik pada juga berada pada Gedung FKM (bagian luar) dengan nilai -84,58 dBm sementara nilai terendah pada Gedung Matematika (bagian dalam) yaitu -115,32 dBm sedangkan nilai *range* terbaik *provider* XL Axiata berada pada Gedung FKM (bagian luar) yaitu -81,26 dan terendah pada Gedung Teknik Arsitektur (bagian dalam) yaitu -114,05 dBm. Ini merupakan nilai terbaik dan terburuk. Tetapi jika dibandingkan dengan standar nilai RSRP dimana standar jelek itu dimulai dari -95 sampai -110 dBm maka beberapa lokasi pada kampus Undana termasuk pada kategori rendah. Contohnya Gedung Rektorat, Gedung Pasca Sarjana bagian dalam. Ketiga operator menunjukkan kondisi yang sama. Pada lokasi-lokasi tersebut, termasuk Gedung LP3M, menunjukkan nilai yang rendah menuju buruk.

Tabel 3. Nilai RSRP Telkomsel

Lokasi (Titik)	RSRP (dBm)
Rektorat (Bagian Luar)	-100,67
Rektorat (Bagian Dalam)	-95,40
Pascasarjana (Bagian Luar)	-89,00
Pascasarjana (Bagian Dalam)	-106,50
FEB (Bagian Luar)	-81,50
FEB (Bagian Dalam)	-73,50
FKIP (Bagian Luar)	-97,25
FKIP (Bagian Dalam)	-97,25
BAK (Bagian Luar)	-96,00
BAK (Bagian Dalam)	-110,00
Kantin BAK	-91,75
Matematika (Bagian Luar)	-95,33
Matematika (Bagian Dalam)	-109,00
Kantin FST	-96,75
Fakultas Pertanian (Bagian Luar)	-91,00
Fakultas Pertanian (Bagian Dalam)	-104,25
FKH (Bagian Luar)	-88,00
FKH (Bagian Dalam)	-112,75
FISIP (Bagian Luar)	-86,50
FISIP (Bagian Dalam)	-102,75
FKM (Bagian Luar)	-66,75
FKM (Bagian Dalam)	-85,25
LP2M (Bagian Luar)	-103,00
LP2M (Bagian Dalam)	-110,50
Teknik Arsitek (Bagian Luar)	-106,25
Teknik Arsitek (Bagian Dalam)	-110,00
Teknik Elektro (Bagian Luar)	-96,25
Teknik Elektro (Bagian Dalam)	-102,50

Tabel 4. Nilai RSRP Indosat

Lokasi (Titik)	RSRP (dBm)
Rektorat (Bagian Luar)	-99,89
Rektorat (Bagian Dalam)	-109,16
Pascasarjana (Bagian Luar)	-95,26
Pascasarjana (Bagian Dalam)	-112,68
FEB (Bagian Luar)	-98,05
FEB (Bagian Dalam)	-101,53
FKIP (Bagian Luar)	-107,11
FKIP (Bagian Dalam)	-110,16
BAK (Bagian Luar)	-105,05
BAK (Bagian Dalam)	-108,16
Kantin BAK	-99,95
Matematika (Bagian Luar)	-104,42
Matematika (Bagian Dalam)	-115,32
Kantin FST	-99,58
Fakultas Pertanian (Bagian Luar)	-94,05
Fakultas Pertanian (Bagian Dalam)	-107,32
FKH (Bagian Luar)	-99,32
FKH (Bagian Dalam)	-102,47
FISIP (Bagian Luar)	-89,53
FISIP (Bagian Dalam)	-103,05
FKM (Bagian Luar)	-84,58
FKM (Bagian Dalam)	-97,58
LP2M (Bagian Luar)	-111,05
LP2M (Bagian Dalam)	-114,26
Teknik Arsitek (Bagian Luar)	-104,26
Teknik Arsitek (Bagian Dalam)	-113,11
Teknik Elektro (Bagian Luar)	-107,79
Teknik Elektro (Bagian Dalam)	-102,95

Sementara untuk RSRP operator XL Axiata dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Nilai RSRP XL Axiata

Lokasi (Titik)	RSRP (dBm)
Rektorat (Bagian Luar)	-92,84
Rektorat (Bagian Dalam)	-97,84
Pascasarjana (Bagian Luar)	-84,16
Pascasarjana (Bagian Dalam)	-101,21
FEB (Bagian Luar)	-83,84
FEB (Bagian Dalam)	-92,21
FKIP (Bagian Luar)	-93,16
FKIP (Bagian Dalam)	-107,95
BAK (Bagian Luar)	-94,95
BAK (Bagian Dalam)	-102,58
Kantin BAK	-86,00
Matematika (Bagian Luar)	-100,79
Matematika (Bagian Dalam)	-102,95
Kantin FST	-98,74
Fakultas Pertanian (Bagian Luar)	-94,89
Fakultas Pertanian (Bagian Dalam)	-106,32
FKH (Bagian Luar)	-97,08
FKH (Bagian Dalam)	-104,47
FISIP (Bagian Luar)	-82,84
FISIP (Bagian Dalam)	-95,89
FKM (Bagian Luar)	-81,26
FKM (Bagian Dalam)	-85,16
LP2M (Bagian Luar)	-104,47
LP2M (Bagian Dalam)	-110,21
Teknik Arsitek (Bagian Luar)	-96,20
Teknik Arsitek (Bagian Dalam)	-114,05
Teknik Elektro (Bagian Luar)	-98,84
Teknik Elektro (Bagian Dalam)	-104,16

Bila dibandingkan dengan standar nilai RSRP maka secara keseluruhan ada lokasi-lokasi yang menunjukkan performa yang kurang begitu baik untuk 3 operator tersebut. Walaupun dari pengujian yang dilakukan, komunikasi masih bisa terjadi. Tetapi untuk bisa berkomunikasi dengan lancar maka lokasi-lokasi seperti Gedung Matematika (FKIP), sebagian FKHH, Teknik Arsitektur, LP2M, Bagian dalam Gedung FEB, dalam Gedung FKH dan FISIP perlu dihindari terutama untuk komunikasi video. Tempat-tempat tersebut masuk kategori *low* dari sisi sinyal RSRP. Secara garis besar, operator Telkomsel memiliki kondisi sinyal yang lebih baik bila dibandingkan Indosat maupun XL. Memang ada pertukaran di beberapa lokasi tetapi tidak secara signifikan mempengaruhi nilai keseluruhan yang didapat dari hasil pengukuran.

Bila diperhatikan dari sisi nilai RSRQ maka dari 28 titik pengukuran dalam Kampus Universitas Nusa Cendana, Telkomsel mengungguli dari

jumlah lokasi dengan kualitas sinyal yang lebih baik dibandingkan 2 operator lainnya (tabel 6).

Tabel 6. Nilai RSRQ (dB)

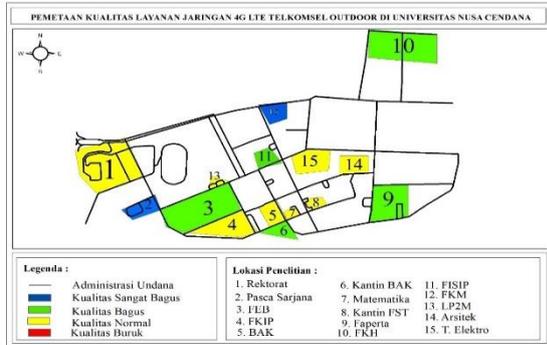
Lokasi (Titik)	A	B	C
Rektorat (Luar)	-13,33	-13,32	-11,53
Rektorat (Dalam)	-11,2	-14,63	-11,44
Pascasarjana (Luar)	-13,33	-12,05	-10,21
Pascasarjana (Dalam)	-11,75	13,53	-11,47
FEB (Bagian Luar)	-4,75	-10,05	-10,68
FEB (Bagian Dalam)	-12	-9,79	-10,42
FKIP (Bagian Luar)	-16,5	-13,00	-13,95
FKIP (Bagian Dalam)	-16,5	-12,79	-13,74
BAK (Bagian Luar)	-13,75	-14,42	-15,05
BAK (Bagian Dalam)	-18,66	-12,89	-15,95
Kantin BAK	-18,25	-10,63	-12,11
Matematika (Luar)	-9,5	-13,00	-15,63
Matematika (Dalam)	-15	-13,42	-13,37
Kantin FST	-14,5	-12,26	-14,95
Faperta (Luar)	-14	-12,00	-15,26
Faperta (Dalam)	-15,25	-12,21	-17,68
FKH (Bagian Luar)	-12,75	-12,68	-15,47
FKH (Bagian Dalam)	-16,5	-11,32	-15,63
FISIP (Bagian Luar)	-12	-14,05	-17,05
FISIP (Bagian Dalam)	-11,75	-14,11	-16,32
FKM (Bagian Luar)	-9	-14,42	-15,16
FKM (Bagian Dalam)	-9,75	-14,00	-11,37
LP2M (Bagian Luar)	-12,5	-14,26	-14,89
LP2M (Bagian Dalam)	-12,75	-13,95	-13,84
Teknik Arsitek (Luar)	-16,75	-12,68	-14,22
Teknik Arsitek (Dalam)	14,75	-13,05	-16,42
Teknik Elektro (Luar)	-10	-12,58	-15,89
Teknik Elektro (Dalam)	-11,50	-11,84	-15,21

Ket : A = Telkomsel B = Indosat C = XL Axiata

Dari tabel terlihat bahwa nilai RSRQ antara Telkomsel dan Indosat sebanding dimana dari 28 lokasi pengukuran, kedua operator tersebut sama-sama mendapatkan 12 lokasi terbaik. Sisanya sebanyak 4 lokasi adalah milik operator XL. Terbaik yang dimaksud adalah nilai RSRQ-nya lebih baik dari operator lain walaupun mungkin kurang baik bila dibandingkan dengan standar RSRQ.

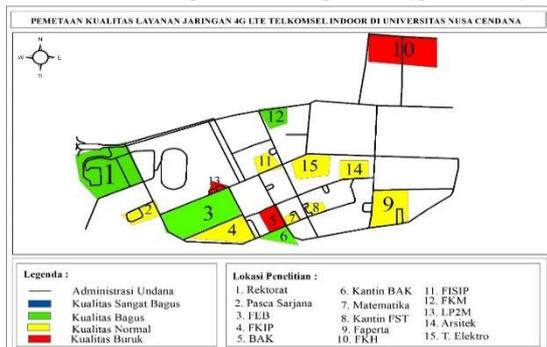
PEMBAHASAN

Hasil yang didapat dari pengukuran baik untuk RSRP maupun RSRQ bila dibandingkan dengan standar pada tabel 1 dan tabel 2 akan lebih mudah dipahami dengan pemetaan. Kualitas sinyal ditandai dengan warna biru sampai merah.



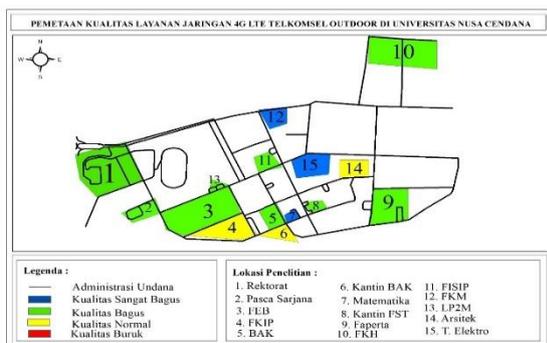
Gambar 2. Pemetaan RSRP Telkomsel (Outdoor)

Operator Telkomsel menunjukkan kualitas yang baik dimana dari seluruh tempat yang diukur menunjukkan hasil normal sampai sangat bagus pada area outdoor. FKM menjadi sangat bagus karena lokasi BTS yang berdekatan dengan Gedung FKM (gambar2).

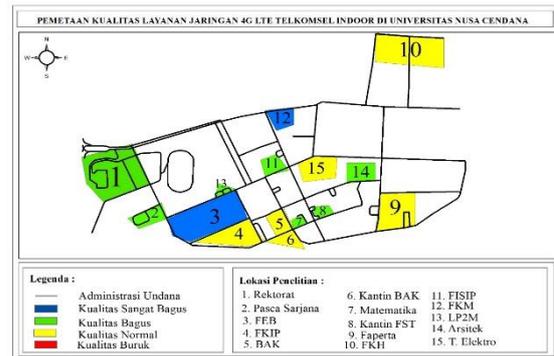


Gambar 3. Pemetaan RSRP Telkomsel (Indoor)

Pada gambar 3 terlihat bahwa bagian dalam Gedung-gedung yang diukur sedikit mengalami penurunan kualitas sehubungan dengan posisi ketinggian / kontur tanah dimana lokasi pengukuran berada. BAK Lama, Gedung LP2M dan FKH menunjukkan kualitas yang buruk.

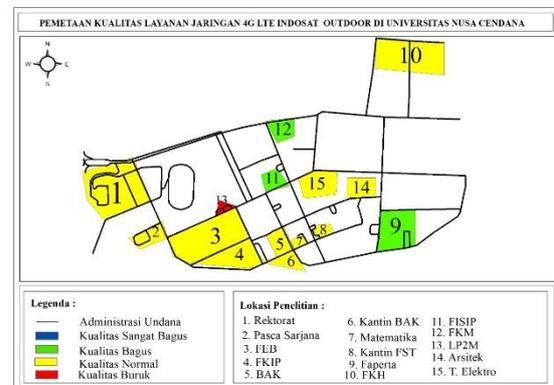


Gambar 4. Pemetaan RSRQ Telkomsel (Outdoor)

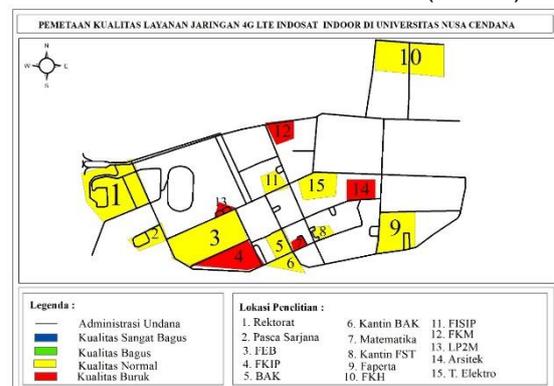


Gambar 5. Pemetaan RSRQ Telkomsel (Indoor)

Nilai RSRQ yang diperoleh dari hasil pengukuran juga bervariasi. Nilai tertinggi yang didapat oleh *Provider* Telkomsel berada pada gedung FEB (Bagian Luar) yaitu -4,75 dB sehingga masuk dalam kategori bagus. Hal ini wajar karena jarak lokasi pengukuran ke BTS (Pengehijauan) adalah 290 m dengan tidak ada penghalang. Sementara nilai RSRQ terendah didapat pada gedung FKH (Bagian Dalam) yaitu -18,66 dB yang masuk dalam kategori buruk. Jarak pengukuran menjadi factor penghambat selain banyaknya penghalang mengingat FKH terlayani oleh BTS yang berada di Bimoku yang jaraknya 517 m dari titik pengukuran.

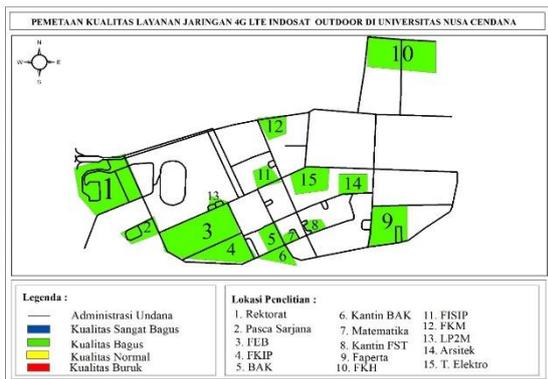


Gambar 6. Pemetaan RSRP Indosat (Outdoor)

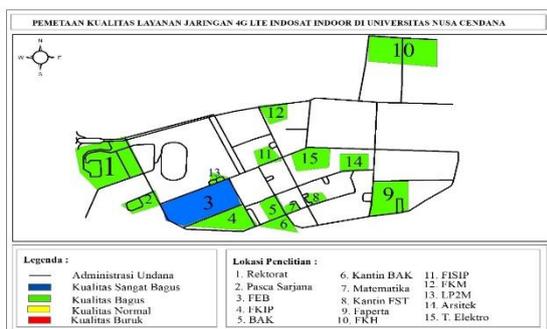


Gambar 7. Pemetaan RSRP Indosat (Indoor)

Hasil pengukuran parameter RSRP jaringan 4G LTE *provider* Indosat tertinggi diperoleh pada gedung FKM (gambar. 6) yaitu -84,58 dBm yang masuk dalam kategori baik. Hal ini karena jarak pengukuran ke BTS (sekitaran poltek) adalah 173 m dengan hanya memiliki satu penghalang. Sedangkan, hasil pengukuran parameter RSRP terendah pada Matematika (Bagian Dalam) yaitu -115,32 dBm yang masuk dalam kategori sangat buruk karena jarak lokasi pengukuran ke BTS (Pengahjaun) adalah 543 m dengan memiliki banyak gedung-gedung lain sebagai penghalang.



Gambar 8. Pemetaan RSRQ Indosat (Outdoor)

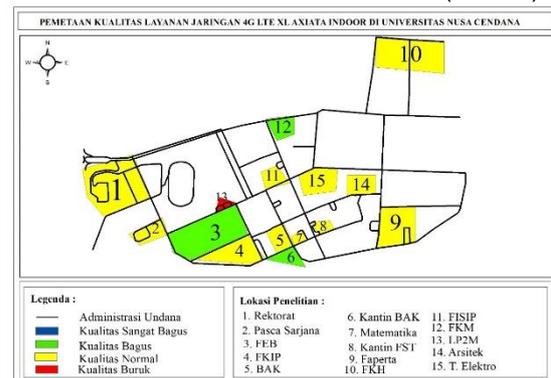


Gambar 9. Pemetaan RSRQ Indosat (indoor)

Untuk parameter RSRQ, nilai tertinggi yang didapat oleh *provider* Indosat diperoleh pada gedung FEB (Bagian Dalam) yaitu -9,79 dB yang masuk dalam kategori sangat baik. Penyebabnya adalah tidak adanya penghalang atau bisa dianggap LOS (*line of sight*). Jarak lokasi pengukuran ke BTS (Pengahjaun) pun hanya 305 m sehingga nilai tersebut bisa didapat.. Sementara hasil pengukuran parameter RSRQ terendah pada gedung Rektorat (Bagian Dalam) tetapi tetap masuk dalam kategori baik karena jarak lokasi pengukuran ke BTS (Pengahjaun) adalah 643 m dann tanpa penghalang yang berarti. Gambar 9 menunjukkan bahwa seluruh lokasi pengukuran selain FEB berwarna hijau artinya sinyal yang diterima seluruhnya dalam keadaan baik

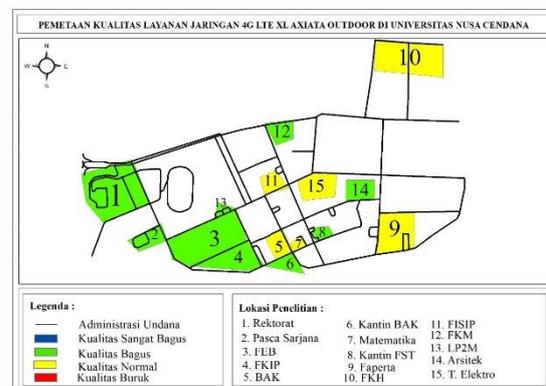


Gambar 10. Pemetaan RSRP XL Axiata (Outdoor)



Gambar 11. Pemetaan RSRP XL Axiata (Indoor)

Nilai parameter RSRP jaringan 4G LTE *provider* XL Axiata tertinggi diperoleh pada gedung FKM (Bagian Luar) yaitu -81,26 dBm yang masuk dalam kategori baik karena jarak lokasi pengukuran ke BTS (sekitaran poltek) adalah 173 m dengan hanya memiliki satu penghalang (gambar 10). Sedangkan, hasil pengukuran parameter RSRP terendah pada Teknik Arsitek (Bagian Dalam) yaitu -114,05 dBm yang masuk dalam kategori buruk karena jarak lokasi pengukuran ke BTS (sekitaran poltek) adalah 424 m dengan memiliki penghalang yaitu beberapa gedung kuliah di Politeknik Negeri Kupang yang memiliki tinggi mendekati ketinggian tower BTS.



Gambar 12. Pemetaan RSRQ XL Axiata (Outdoor)



Gambar 12. Pemetaan RSRQ XL Axiata (Indoor)

Dari sisi parameter RSRQ *provider* XL Axiata, nilai tertinggi diperoleh pada gedung Pasca Sarjana (Bagian Luar) yaitu -10,21 dB yang masuk dalam kategori baik karena jarak lokasi pengukuran ke BTS (Penghijauan) adalah 424 m dengan hanya satu penghalang. Sedangkan, hasil pengukuran parameter RSRQ terendah pada gedung Fakultas Pertanian (Bagian Dalam) yaitu -17,68 dB yang masuk dalam kategori buruk karena jarak lokasi pengukuran ke BTS (Bimoku) adalah 925 m serta memiliki banyak penghalang.

PENUTUP

Berdasarkan hasil perbandingan nilai rata-rata dari parameter RSRP yang telah diolah, didapatkan nilai *range* terbaik berada pada Gedung FEB (bagian luar) yaitu -73,50 dBm dan terendah pada Gedung FKH (bagian dalam) yaitu -112,75 dBm untuk *provider* *Telkomsel*, nilai *range* terbaik pada *provider* *Indosat Ooredoo* juga berada pada Gedung FKM (bagian luar) dengan nilai -84,58 dBm dan nilai terendah pada Gedung Matematika (bagian dalam) yaitu -18,66 dBm sedangkan nilai *range* terbaik *provider* XL Axiata berada pada Gedung FKM (bagian luar) yaitu -81,26 dan terendah pada Gedung Teknik Arsitektur (bagian dalam) yaitu -114,05 dBm. Maka pada parameter ini dapat dikategorikan bahwa kinerja jaringan 4G LTE pada *provider* *Telkomsel* lebih baik berdasarkan standar KPI (*Key Performance Indikator*).

Pada parameter RSRQ yang telah diolah, didapatkan nilai *range* terbaik berada pada Gedung FEB (bagian luar) yaitu -4,75 dB dan terendah pada Gedung FKH (bagian dalam) yaitu -18,66 dB untuk *provider* *Telkomsel*, nilai *range* terbaik pada *provider* *Indosat Ooredoo* juga berada pada Gedung FEB (bagian dalam) dengan nilai -9,79 dB dan nilai terendah pada Gedung Rektorat (bagian

dalam) yaitu -14,63 dB sedangkan nilai *range* terbaik *provider* XL Axiata berada pada Gedung Pascasarjana (bagian luar) yaitu -10,21 dB dan terendah pada Gedung Fakultas Pertanian (bagian dalam) yaitu -17,68 dB. Maka pada parameter ini dapat dikategorikan bahwa kinerja jaringan 4G LTE pada *provider* *Telkomsel* lebih baik berdasarkan standar KPI (*Key Performance Indikator*).

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anttalainen, Tarmo, *Introduction To Telecommunication Network Engineering*, Artech House. London: 2003.
- [2] Usman K. Uke, Permana G. Agus, Wibisono Gunawan, *Jaringan Telekomunikasi Teknologi dan Informasi*, Bandung: Informatika Bandung, 2018.
- [3] Lee Y. C. William, *Mobile Cellular Telecommunication System*, United States of America: McGRAW-HILL, 1998.
- [4] Freeman L. Roger, *Fundamentals of Telecommunications*, New York: Wiley, 1999.
- [5] Mishra R. Ajay, *Fundamental of Cellular Network Planning and Optimisation*, England: Wiley, 2004.
- [6] El Nashar A., El-saidny, A. Mohamed., Sherif M, *Design Deployment and Performance of 4G LTE Network*, India: Wiley, 2014.
- [7] S. Yusnita, Y. Saputra, D. Chandra, and P. Maria, "Peningkatan Kualitas Sinyal 4G Berdasarkan Nilai KPI Dengan Metode Drivetest Cluster Padang," *Elektron J. Ilm.*, vol. 11, no. 2, pp. 43–48, 2019, doi: 10.30630/eji.11.2.103.
- [8] Anonymous, "G Net Track Manual" : <https://gyokovsolutions.com/g-nettrack/>
- [9] A.A. Muayyadi, H. Vidyaningtyas dan N.W.A. Setiawan, "Optimasi Layanan Data pada Jaringan LTE dengan Genex Assistant di Delanggu Klaten", e-Proceeding of Engineering, Vol.4, No.3, Desember 2017.
- [10] W. C. Y. Lee, *Wireless and Cellular Telecommunications*, Third Edit. McGraw-Hill, 2005.
- [11]]Key Performance Indicator, Denpasar. PT. Telkomsel Bali Nusra: 2017