

ANALISIS KUALITAS HANDOVER 4G LTE BERDASARKAN PARAMETER *DRIVE TEST* DI JALUR KERETA API PADANG-PARIAMAN

Amrina Rosyada¹

Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Padang
Email: amrinarosyada646@gmail.com

Zurnawita¹

Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Padang
Email: zurnawita@pnp.ac.id

Dikki Chandra¹

Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Padang
Email: dikky@pnp.ac.id

ABSTRACTS : Nowadays everyone demands to be able to access the internet well and quickly through their personal smartphone. In order to be able to access the internet properly, the network must have a good signal quality and be able to connect always even when traveling. Therefore, to determine the quality of Handover 4G LTE operator Tri and Indosat, a study was conducted at the frequencies of 1800 Mhz and 2100 Mhz with the drive test method. From the results of the drive test, it is known that the quality of the Handover for the LTE network for the Padang – Pariaman railway line is in good condition.. **Keyword**: drive test, RSRP, RSRQ, SINR

ABSTRAK: Sekarang ini semua orang menuntut agar bisa mengakses internet dengan baik dan cepat melalui *smartphone* pribadi mereka. Pengguna *smartphone* menginginkan komunikasi yang tidak terbatas, tidak hanya pada saat pengguna dalam keadaan diam ditempat tapi juga dalam keadaan bergerak, oleh karena itu muncullah komunikasi bergerak. Salah satu keunggulan dari komunikasi bergerak adalah *Handover*. Penelitian terkait *Handover* belum pernah dilakukan dengan transportasi kereta api Padang – Pariaman sebagai lokasi pengambilan data *drive test*. Oleh karena itu, untuk mengetahui kualitas *Handover* Jalur Kereta Api Padang – Pariaman maka dilakukanlah *drive test* di jaringan 4G operator Tri dan Indosat pada frekuensi 1800 Mhz dan 2100 Mhz. Dari hasil data *drive test* berupa menurut analisa pada nilai RSRP, RSRQ, SINR dan perhitungan *Handover SR* yang diperoleh, diketahui bahwa kualitas *Handover* untuk jaringan 4G jalur KA Padang – Pariaman dalam keadaan bagus dengan 3 dari 4 data penelitian memenuhi nilai target KPI mobility yaitu dengan *Handover SR* sebesar >98%.. **Kata Kunci**: *drive test*, RSRP, RSRQ, SINR).

PENDAHULUAN

Dengan adanya teknologi 4G semakin banyak orang yang menghendaki terjaminnya kontinuitas hubungan dalam berkomunikasi dan aktifitas ber-*internet*. Pengguna seluler menginginkan komunikasi yang tidak terbatas, tidak hanya pada saat pengguna dalam keadaan diam ditempat, tapi juga dalam keadaan bergerak, oleh karena itu muncullah komunikasi bergerak. Salah satu keunggulan dari komunikasi bergerak adalah *Handover*. *Handover* diperlukan untuk menjaga hubungan pembicaraan agar tidak terputus ketika sebuah MS (*Mobile Station*) keluar dari sebuah sel menuju ke sel yang lain. Agar komunikasi bergerak dapat terhubung dengan baik, maka kualitas *Handover* dari suatu jaringan harus dalam keadaan yang baik. Kualitas *Handover* suatu jaringan dikatakan dalam keadaan baik jika memenuhi standar *Key Performance Indikator* (Standar KPI) dari provider yang bersangkutan.

Pada penelitian Rendi Efriyendro dan Yusnita Rahayu di tahun 2017 berjudul “Analisa Perbandingan Kuat Sinyal 4G LTE Antara Operator Telkomsel dan XL AXIATA Berdasarkan Paramater *drive test* Menggunakan *software* G-NetTrack Pro Di Area Jalan Protokol Panam” diperoleh hasil bahwa di daerah Panam untuk operator XL-AXIATA kualitas kuat sinyal lebih baik dari operator Telkomsel yaitu bernilai -56, dan nilai kuat sinyal terbaik untuk operator Telkomsel bernilai -62, dan untuk jalan protokol Panam kuat sinyal 4G LTE terbaik yaitu dijalan SM.Amin, sedangkan kuat sinyal terburuk dijalan Air Hitam. Pada penelitian Yuliana Fatmi tahun 2018 berjudul “Analisa Kualitas *Handover* Pada Jaringan 3g Berdasarkan Data *drive test* Menggunakan *software* G_Nettrack Dan Tems Mobile Insight Di Wilayah Mataram” pengukuran dilakukan di area Mataram dengan *software* G_NetTrack saat Jam Sibuk maupun tidak Sibuk kemudian memperoleh hasil nilai RSL yaitu masuk kategori Baik dengan *range* nilai -75 s.d -65 sedangkan dengan *TEMS Mobile*

¹ Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Padang

Insight memperoleh nilai RSL masuk kategori cukup baik dalam Standar nilai RSL. Hasil dari Kualitas Layanan tersebut bekerja dengan baik karena masih memenuhi *Key Performance Indikator* (Standar KPI) dari PT. Indosat Tbk. Pada penelitian Setiadi Kharsima Ario Dkk tahun 2020 berjudul “Analisa Kualitas *Handover* Terhadap Komunikasi Video Call Pada Jaringan 4g Lte (Long Term Evolution) Berdasarkan Data *drive test* Di Kota Ketapang” pengukuran dilakukan di area kota Ketapang Berdasarkan pengukuran yang dilakukan menggunakan Nemo Outdoor didapat nilai RSRP dengan rata – rata -89.68 dBm, nilai RSRQ dengan rata – rata -8.54 dB, sedangkan nilai SNR didapat rata – rata 2.66 dB. Berdasarkan data diatas diketahui bahwa Kualitas Layanan tersebut bekerja dengan baik karena masih memenuhi *Key Performance Indikator* (Standar KPI) dari PT. Telkomsel.

Pada penelitian Melody Indah, Endah Budi Purnomowati dan Sigit Kusmaryanto tahun 2018 berjudul “ Analisis *Handover* Jaringan LTE Menggunakan Tems Investigation 16.3.16 Dengan Metode *drive test* Cluster” diperoleh hasil bahwa daerah Kecamatan Klojen, Kota Malang menunjukkan bahwa nilai RSRP sudah memenuhi standar KPI dari Telkomsel yaitu bernilai diatas -80 dBm untuk lebih dari 50% daerah tersebut dan hasil *Intra Frequency Handover Success Rate* dari pengujian sudah memenuhi standar KPI dari Telkomsel yaitu menunjukkan nilai 100%. Pada penelitian M. Nur Fikri Afif, Sigit Kusmaryanto dan Rusmi Ambarwati tahun 2019 berjudul “Studi Kegagalan *Handover* 4G LTE

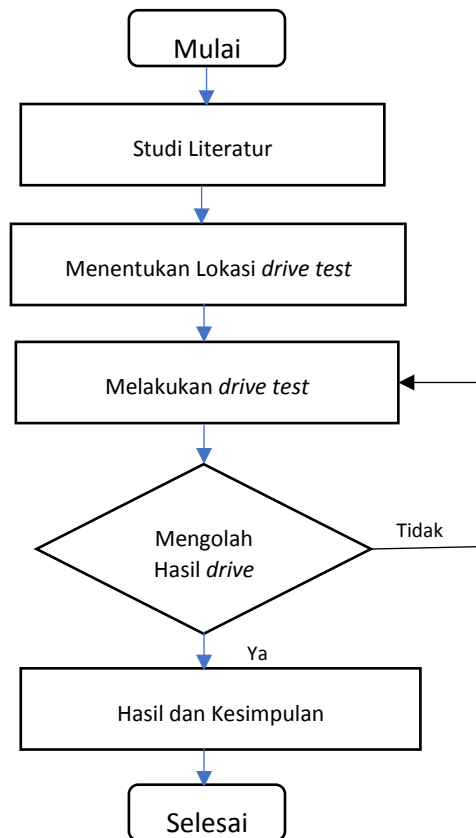
Menggunakan Tems Pocket 16.3 Pada Teknik Elektro Universitas Brawijaya” menunjukan bahwa nilai RSRP sebanyak 55% berada diantara -80 dBm sampai -100 dBm, kemudian nilai RSRQ sebanyak 59,1% diantara 9 dB sampai -14 dB sedangkan 32.3% diantara -3 dB sampai -9 dB, dan selanjutnya nilai *Intra-Frequency Handover Success Rate* jaringan LTE 4G mencapai 100%. Pada penelitian lain yang sudah dilakukan tidak terlihat kasus *Handover* failure yang terjadi. Kemudian pada penelitian sebelumnya daerah atau wilayah yang diteliti itu berupa kota atau kecamatan tertentu sehingga penelitian selalu dilakukan menggunakan kendaraan transportasi mobil atau motor. Tapi penelitian ini akan dilakukan pada jalur transportasi kereta api yaitunya jalur kereta api padang ke pariaman. Penelitian menggunakan alat transportasi ini belum pernah dilakukan sebelumnya dan merupakan hal yang baru untuk diteliti.

PT Indosat Tbk (Indosat Ooredoo) dan PT Hutchison Tri Indonesia (H3I) atau Tri Indonesia merupakan perusahaan penyedia jasa telekomunikasi dan jaringan telekomunikasi di Indonesia. Kedua perusahaan ini megajukan penggabungan bisnis telekomunikasi masing-masing di Indonesia yang diumumkan pada Kamis tanggal 16 september 2021. Perusahaan hasil merger diberi nama PT Indosat Ooredoo Hutchison Tbk (Indosat Ooredoo Hutchison). Penggabungan ini prosesnya ditargetkan selesai pada akhir 2021. Setelah dilakukan penggabungan kualitas layanan perusahaan diharapkan mengalami peningkatan. Untuk melihat adanya peningkatan kualitas perlu dilakukan perbandingan data sebelum dilakukan penggabungan dan sesudah dilakukan penggabungan. *Paper* ini berfokus untuk menganalisa *Handover* pada operator Tri dan Indosat pada frekuensi 1800 mhz dan 2100 mhz. Pengambilan data penelitian akan dilakukan menggunakan *software Tems pocket* untuk mengumpulkan data saat *drive test* dan menggunakan *software tems discovery* untuk mengolah data hasil *drive test*. Data hasil *drive test* yang akan di olah yaitu data RSRP(*Reference Signal Receive Power*), RSRQ (*Reference Signal Receive Quality*, dan SINR (*Signal To Noise Ratio*).

METODE

A. Umum

Pengukuran kuat sinyal pada penulisan skripsi ini dilakukan secara *drive test*, menggunakan *software* berbasis Android. Perangkat lunak yang digunakan dalam pengukuran adalah *Tems Pocket*. Data hasil *drive test* kemudian dapat dilihat menggunakan *software tems discovery*. Sebelum dilakukan penelitian dilakukan studi literatur terlebih dahulu, langkah selanjutnya dapat dilihat pada diagram alir penelitian dibawah ini:



■ **Gambar 1.** Diagram Alir Penelitian

B. Lokasi Penelitian

Penentuan lokasi penelitian dilakukan sesudah melakukan studi literatur dan menentukan tujuan dari penelitian Penelitian yang digunakan untuk menulis paper ini dilakukan pada :

Tempat : Jalur Kereta api dari Padang ke Pariaman
 Waktu : Bulan Desember 2021

Untuk melakukan penelitian diharuskan untuk menaiki transportasi kereta api. Pengambilan data dilakukan mulai dari stasiun padang dan kemudian berakhir di stasiun pariaman. Data *drive test* yang diukur adalah saat pengguna melakukan *video streaming* dengan aplikasi *youtobe*. Pengambilan data dilakukan sebanyak 1kali dengan menggunakan 4 buah *smartphone* yang langsung mengukur data untuk operator Tri dan Indosat pada frekuensi 1800 mhz dan 2100 mhz.

C. Alat Dan Bahan Penelitian

Penelitian ini membutuhkan peralatan sebagai berikut Laptop, *Smartphone*, Kabel Data, Kamera dan Buku Catatan. Sedangkan untuk *software* yang digunakan untuk penelitian adalah aplikasi *tems pocket* dan *software Tems Discovery*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Drive Test telah dilakukan disepanjang jalur kereta api padang-pariaman dengan cara menaiki kereta api jurusan padang-pariaman pada tanggal 31 desember 2021. Pengukuran data diambil sebanyak 1 kali dengan 4 buah *Smartphone* yang diatur agar mengambil data *drive test* pada operator indosat dan Tri dengan masingmasing di frekuensi 1800 Mhz dan 2100 Mhz.

A. Hasil Pengukuran Indosat di Frekuensi 1800 Mhz

Pada hasil pengukuran ini akan ditampilkan hasil pengukuran RSRP, RSRQ dan SINR.

1. Hasil pengukuran RSRP

Berikut gambar 2 hasil pengukuran RSRP Indosat pada frekuensi 1800 Mhz



■ Gambar 2. RSRP di Frekuensi 1800 Mhz

■ Tabel 1. Hasil drive test untuk nilai RSRP Frekuensi 1800 Mhz

Kategori	Range	Persentase
Bad	<-110	16,76
Low	-110 sampai -95	42,67
Good	-95 sampai -85	21,57
Excellent	>-80	19

2. Hasil pengukuran RSRQ

Berikut gambar Tri hasil pengukuran nilai RSRQ Indosat pada frekuensi 1800 Mhz



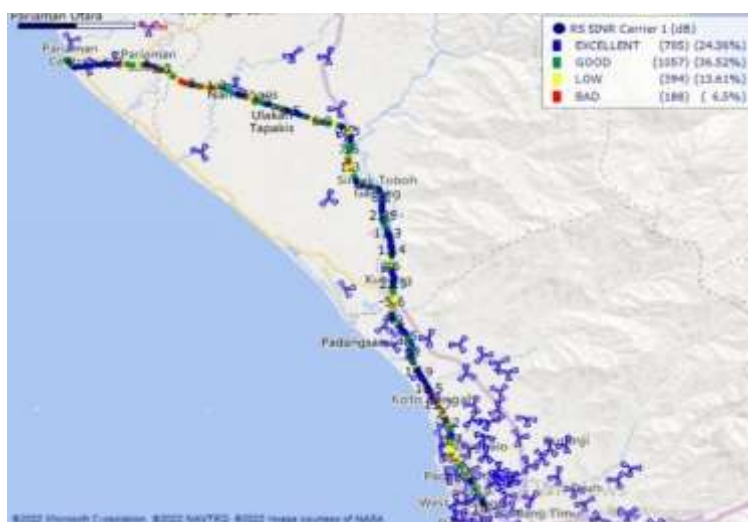
■ Gambar 3. RSRQ di Frekuensi 1800 Mhz

■ Tabel 2. Hasil drive test untuk nilai RSRQ Frekuensi 1800 Mhz

Kategori	Range	Persentase
Bad	<-16	17,8
Low	-16 sampai -12	31,41
Good	-12 sampai -10	17,9
Excellent	>-10	32,9

3. Hasil pengukuran SINR

Berikut gambar 4 hasil pengukuran nilai SINR Indosat pada frekuensi 1800 Mhz



■ **Gambar 4.** SINR di Frekuensi 1800 Mhz

■ **Tabel 3.** Hasil *drive test* untuk nilai SINR Frekuensi 1800 Mhz

Kategori	Range	Persentase
Bad	<0	6,5
Low	0 sampai 15	31,61
Good	15 sampai 20	36,52
Excellent	>20	24,36

4. *Handover*

Berikut gambar 5 terjadinya *Handover* pada Indosat frekuensi 1800 Mhz

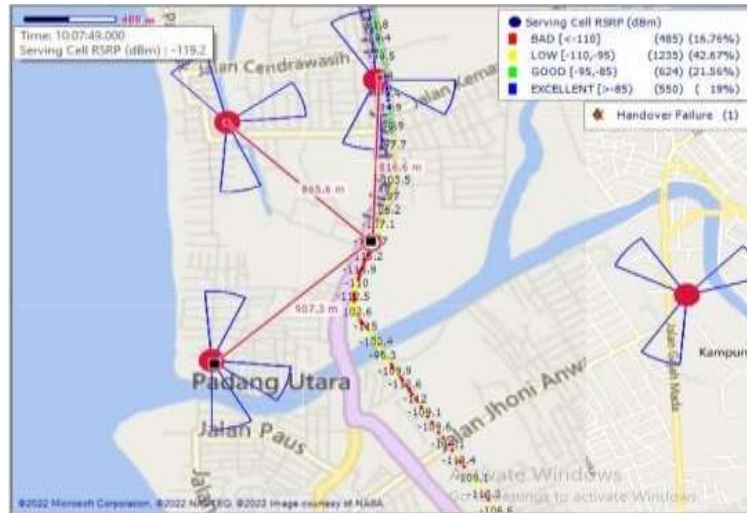


■ **Gambar 5.** *Handover* di Frekuensi 1800 Mhz

■ **Tabel 4.** *Handover* Indosat Frekuensi 1800 Mhz

<i>Event</i>	Jumlah	<i>Type</i>
<i>Handover Attemp</i>	95	<i>Intra Frequency Handover</i>
<i>Handover Failure</i>	1	<i>Intra Frequency Handover</i>
<i>Handover Success rate</i>	94	<i>Intra Frequency Handover</i>

Pada data *Handover* diketahui bahwa jumlah *Handover attempt* adalah 95 kali, *Handover success* sebanyak 94 kali dan *Handover failure* adalah 1 kali. Berikut pada gambar 6 tampilan *Handover failure*



■ Gambar 6. Tampilan Handover Failure

Maka diperoleh nilai HOSR sebagai berikut:

$$Handover\ SR = \frac{Jumlah\ Handover\ Success}{Jumlah\ Handover\ Attempt} \times 100\%$$

$$Handover\ SR = \frac{94}{95} \times 100\% = 98,947\%$$

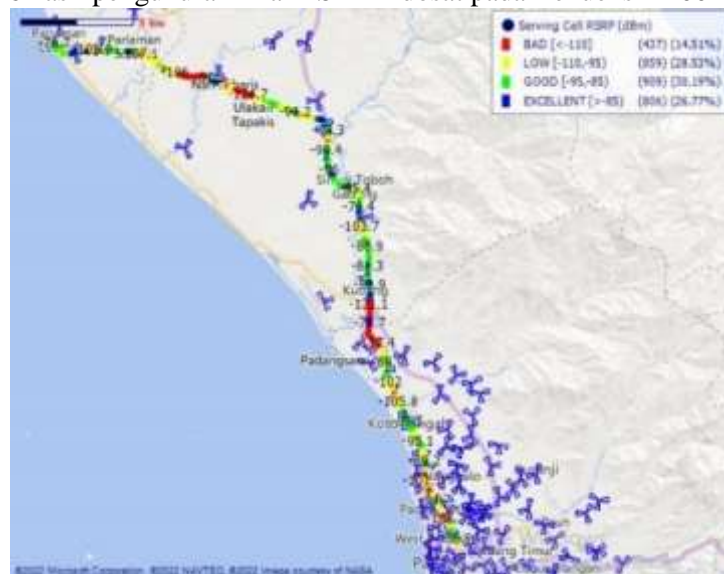
Jadi Handover SR memiliki nilai sebesar 98,947%, angka ini lebih tinggi dari nilai target KPI mobility terhadap jaringan LTE yaitu >98% sehingga dapat dikatakan sudah memenuhi target.

B. Hasil Pengukuran Indosat di Frekuensi 2100 Mhz

Pada hasil pengukuran ini akan ditampilkan hasil pengukuran RSRP, RSRQ dan SINR.

1. Hasil pengukuran RSRP

Berikut gambar 6 hasil pengukuran nilai RSRP Indosat pada frekuensi 2100 Mhz.



■ Gambar 7. RSRP di Frekuensi 2100 Mhz

■ Tabel 5. Hasil drive test untuk nilai RSRP Frekuensi 2100 Mhz

Kategori	Range	Persentase
Bad	<-110	14,51
Low	-110 sampai -95	28,53
Good	-95 sampai -85	30,19

Excellent	>-80	26,77
-----------	------	-------

2. Hasil pengukuran RSRQ

Berikut gambar 7 hasil pengukuran RSRQ Indosat pada frekuensi 2100 Mhz.



■ Gambar 8. RSRQ di Frekuensi 2100 Mhz

■ Tabel 6. Hasil *drive test* untuk nilai RSRQ Frekuensi 2100 Mhz

Kategori	Range	Persentase
Bad	<-16	20,79
Low	-16 sampai -12	32,88
Good	-12 sampai -10	18
Excellent	>-100	28,33

3. Hasil pengukuran SINR

Berikut adalah gambar 8 hasil pengukuran Indosat RSRP pada frekuensi 2100 Mhz.

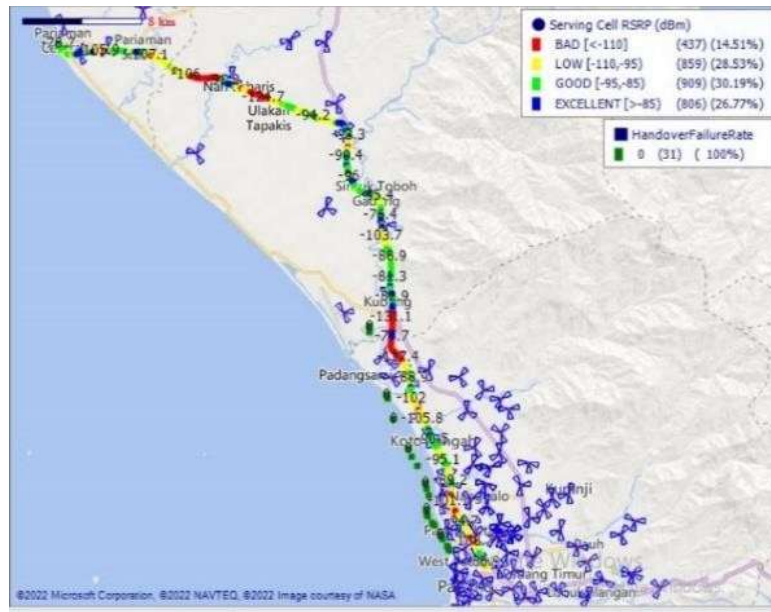


■ Gambar 9. SINR di Frekuensi 2100 Mhz

■ Tabel 7. Hasil *drive test* untuk nilai SINR Frekuensi 2100 Mhz

Kategori	Range	Persentase
Bad	<0	4,95
Low	0 sampai 15	10,53
Good	15 sampai 20	36,17
Excellent	>20	17,47

Berikut pada gambar 9 terjadinya *Handover* pada Indosat frekuensi 2100 Mhz.



■ Gambar 10. Handover di Frekuensi 2100

■ Tabel 8. Handover Indosat Frekuensi 2100 Mhz

Event	Jumlah	Type
Handover Attemp	31	Intra Frequency Handover
Handover Failure	0	Intra Frequency Handover
Handover Success rate	31	Intra Frequency Handover

Pada data Handover diketahui bahwa jumlah Handover attempt adalah 95 kali, Handover success sebanyak 94 kali dan Handover failure adalah 1 kali. Maka diperoleh nilai HOSR sebagai berikut:

$$\text{Handover SR} = \frac{\text{Jumlah Handover Success}}{\text{Jumlah Handover Attempt}} \times 100\%$$

$$\text{Handover SR} = \frac{31}{31} \times 100\% = 100\%$$

Jadi Handover SR memiliki nilai sebesar 100%, angka ini lebih tinggi dari nilai target KPI mobility terhadap jaringan LTE yaitu >98% sehingga dapat dikatakan sudah memenuhi target.

C. Hasil Pengukuran Operator Tri di Frekuensi 1800 Mhz

1. Hasil pengukuran RSRP

Berikut adalah hasil pengukuran RSRP Operator Tri pada frekuensi 1800 Mhz



■ **Gambar 11.** RSRP di Frekuensi 1800 Mhz

■ **Tabel 9.** Hasil *drive test* untuk nilai RSRP Frekuensi 1800 Mhz

Kategori	Range	Persentase
Bad	<-110	4,46
Low	-110 sampai -95	13,39
Good	-95 sampai -85	29,37
Excellent	>-80	52,78

2. Hasil pengukuran RSRQ

Berikut adalah gambar 11 hasil pengukuran nilai RSRQ operator Tri pada frekuensi 1800 Mhz



■ **Gambar 12.** RSRQ di Frekuensi 1800 Mhz

■ **Tabel 10.** Hasil *drive test* untuk nilai RSRQ Frekuensi 1800 Mhz

Kategori	Range	Persentase
Bad	<-16	2,69
Low	-16 sampai -12	19,73
Good	-12 sampai -10	22,25
Excellent	>-10	55,33

3. Hasil pengukuran SINR

Berikut adalah gambar 12 hasil pengukuran nilai SINR operator Tri pada frekuensi 1800 Mhz



■ **Gambar 13.** SINR di Frekuensi 1800 Mhz

■ **Tabel 11.** Hasil *drive test* untuk nilai SINR Frekuensi 1800 Mhz

Kategori	Range	Persentase
Bad	<0	1,23
Low	0 sampai 15	6,03
Good	15 sampai 20	39,42
Excellent	>20	21,23

4. *Handover*

Berikut adalah gambar 13 terjadinya *Handover* pada operator Tri frekuensi 1800 Mhz



■ **Gambar 14.** *Handover* Tri di Frekuensi 1800 Mhz

■ **Tabel 12.** *Handover* Tri Frekuensi 1800 Mhz

<i>Event</i>	Jumlah	<i>Type</i>
<i>Handover Attemp</i>	28	<i>Intra Frequency Handover</i>
<i>Handover Failure</i>	0	<i>Intra Frequency Handover</i>
<i>Handover Success rate</i>	28	<i>Intra Frequency Handover</i>

Pada data *Handover* diketahui bahwa jumlah *Handover attempt* adalah 95 kali, *Handover success* sebanyak 94 kali dan *Handover failure* adalah 1 kali. Maka diperoleh nilai HOSR sebagai berikut: $Handover SR = \text{Jumlah Handover Success} \times 100\%$

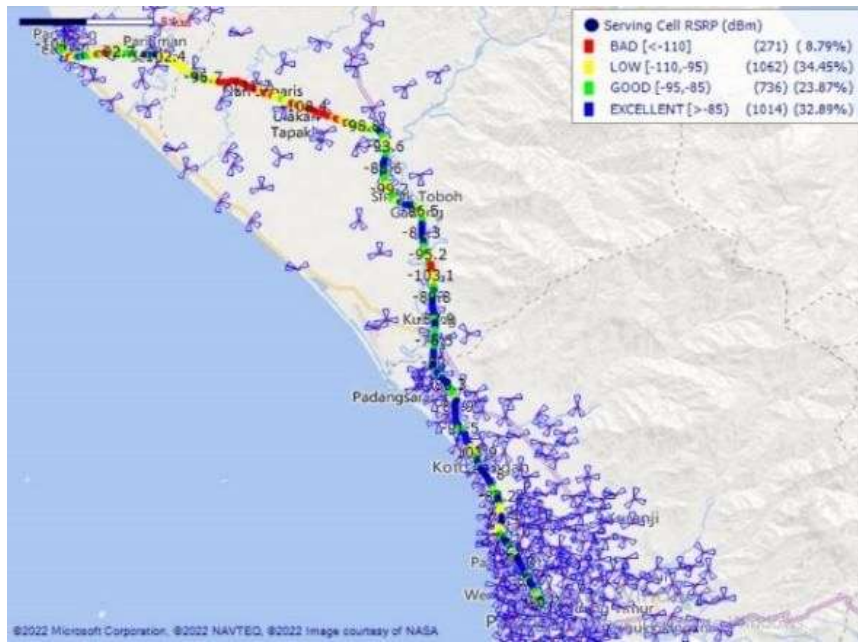
$$Handover SR = \frac{\text{Jumlah Handover Attempt}}{28/28} \times 100\% = 100\%$$

Jadi *Handover SR* memiliki nilai sebesar 100%, angka ini lebih tinggi dari nilai target KPI mobility terhadap jaringan LTE yaitu >98% sehingga dapat dikatakan sudah memenuhi target.

D. Hasil Pengukuran Operator Tri di Frekuensi 2100 Mhz

1. Hasil pengukuran RSRP

Berikut adalah gambar 14 hasil pengukuran nilai RSRP operator Tri pada frekuensi 2100 Mhz.



■ **Gambar 15.** RSRP di Frekuensi 2100 Mhz

■ **Tabel 13.** Hasil *drive test* untuk nilai RSRP Frekuensi 2100 Mhz

Kategori	Range	Persentase
Bad	<-110	8,79
Low	-110 sampai -95	34,45
Good	-95 sampai -85	23,87
Excellent	>-80	32,89

2. Hasil pengukuran RSRQ

Berikut adalah gambar 15 hasil pengukuran RSRQ operator Tri pada frekuensi 2100 Mhz.



■ **Gambar 16.** RSRQ di Frekuensi 2100 Mhz

■ **Tabel 14.** Hasil *drive test* untuk nilai RSRQ Frekuensi 2100 Mhz

Kategori	Range	Persentase
Bad	<-16	8,79
Low	-16 sampai -12	23,48
Good	-12 sampai -10	26,05
Excellent	>-10	41,68

3. Hasil pengukuran SINR

Berikut adalah gambar 16 hasil pengukuran RSRP operator Tri pada frekuensi 2100 Mhz.



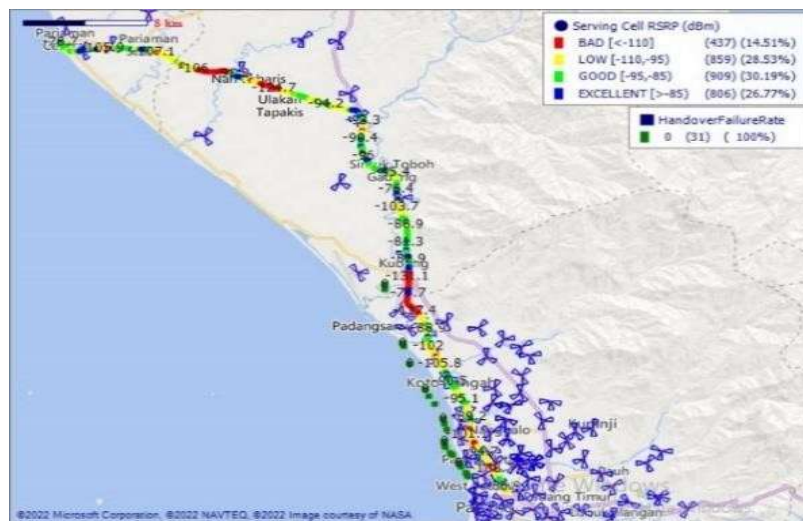
■ Gambar 17. SINR di Frekuensi 2100 Mhz

■ Tabel 3. Hasil *drive test* untuk nilai SINR Frekuensi 1800 Mhz

Kategori	Range	Persentase
Bad	<0	17,42
Low	0 sampai 15	9,8
Good	15 sampai 20	49,97
Excellent	>20	17,42

4. Handover

Berikut adalah gambar 17 terjadinya *Handover* pada operator Tri frekuensi 2100 Mhz.



■ Gambar 18. Handover di Frekuensi 2100

■ Tabel 16. Handover Tri Frekuensi 2100 Mhz

Event	Jumlah	Type
Handover Attemp	18	Intra Frequency Handover
Handover Failure	1	Intra Frequency Handover
Handover Success rate	17	Intra Frequency Handover

Pada data *Handover* diketahui bahwa jumlah *Handover attempt* adalah 95 kali, *Handover success* sebanyak 94 kali dan *Handover failure* adalah 1 kali. Berikut pada gambar 19 tampilan *Handover failure* operator indosat :



■ Gambar 19. Tampilan *Handover Failure*

Maka diperoleh nilai HOSR sebagai berikut:

$$\text{Handover SR} = \frac{\text{Jumlah Handover Success}}{\text{Jumlah Handover Attempt}} \times 100\%$$

$$\text{Handover SR} = \frac{17}{18} \times 100\% = 94,444\%$$

Jadi *Handover SR* memiliki nilai sebesar 94,444%, angka ini lebih rendah dari nilai target KPI mobility terhadap jaringan LTE yaitu >98% sehingga dapat dikatakan belum memenuhi target.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pembahasan dan analisa pada penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa angka *Handover SR* operator Tri frekuensi 1800 Mhz adalah 100% yang memenuhi nilai target KPI mobility sedangkan pada frekuensi 2100 Mhz adalah 94,444 % yang tidak memenuhi nilai target KPI mobility. Angka *Handover SR* operator Indosat frekuensi 1800 Mhz adalah 98,947% yang memenuhi nilai target KPI mobility sedangkan pada frekuensi 2100 Mhz adalah 100% yang juga memenuhi nilai target KPI mobility.

Berdasarkan analisa untuk nilai RSRP, RSRQ, SINR dan perhitungan dari *Handover SR* pada operator Tri dan Indosat yang diperoleh dari hasil *drive test* diketahui bahwa kualitas *Handover* untuk jaringan LTE jalur KA Padang – Pariaman dalam keadaan bagus dengan 3 dari 4 data penelitian memenuhi nilai target KPI mobility yaitu dengan *Handover SR* sebesar >98%.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Efriyendro Rendi dan ,Yusnita Rahayu, “Analisa Perbandingan Kuat Sinyal 4G LTE Antara Operator Telkomsel dan XL AXIATA Berdasarkan Paramater *drive test* Menggunakan *software* G-NetTrack Pro Di Area Jalan Protokol Panam” Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Riau, 2017.
- [2] Fatmi Yuliana, “Analisa Kualitas *Handover* Pada Jaringan 3g Berdasarkan Data *drive test* Menggunakan *software* G_Nettrack Dan Tems Mobile Insight Di Wilayah Mataram”, Jurnal Teknik Elektro, Universitas Mataram, Nusa Tenggara Barat, Mataram, 2018.
- [3] Setiadi Kharsima Ario Dkk, “Analisa Kualitas *Handover* Terhadap Komunikasi Video Call Pada Jaringan 4g Lte (Long Term Evolution) Berdasarkan Data *drive test* Di Kota Ketapang” Program Studi Teknik Elektro, Jurusan Teknik Elektro, Universitas Tanjungpura Pontianak, 2020.
- [4] Indah Melody, Endah Budi Purnomowati dan Sigit Kusmaryanto, “ Analisis *Handover* Jaringan LTE Menggunakan Tems Investigation 16.3.16 Dengan Metode *drive test* Cluster” Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya, 2018.
- [5] Fikri Afif M. Nur, Sigit Kusmaryanto dan Rusmi Ambarwati, “Studi Kegagalan *Handover* 4G LTE

Analisis Kualitas Handover 4G Lte Berdasarkan Parameterdrive Test di Jalur Kereta Api Padang-Pariaman

Menggunakan Tems Pocket 16.3 Pada Teknik Elektro Universitas Brawijaya” Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya, 2019.