

ANALISA KUALITAS SINYAL JARINGAN GSM PADA MENARA ROOFTOP DENGAN MEMBANDINGKAN APLIKASI METODE DRIVE TEST ANTARA TEMS INVESTIGATION 8.0.3 DENGAN G-NETTRACK PRO

Yanuari, R.¹, Sudiarta, P.K.², Gunantara, N.³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Udayana

Email: rizkiyanuari1992@gmail.com¹, sudiarta@unud.ac.id², nyomangunantara@gmail.com³

ABSTRAK

Drive test adalah kegiatan mengumpulkan data pengukuran kualitas sinyal suatu jaringan. Untuk melakukan *drive test* diperlukan perlengkapan seperti *Mobile Station*, *Laptop*, dan *Global Positioning System (GPS)* seperti pada *Tems Investigation 8.0.3*. Namun dengan berkembangnya kemajuan teknologi *drive test* dapat dilakukan dengan sangat mudah yaitu hanya dengan *smartphone* berbasis *android*. Permasalahannya adalah bagaimana *performance drive test* jika menggunakan *smartphone* berbasis *android* yang mengacu pada metode *drive test* dengan parameter *RSL* dan *RxQual*. Hasil pengukuran *RSL* dan *RxQual* lebih mendekati menggunakan alat ukur *Tems Investigation 8.0.3* dibandingkan *G-NetTrack Pro* sebagai contoh pada *ProtAkaba* yaitu mendapatkan nilai *RxQual* 0,36 dimana hasil tersebut termasuk dalam kualitas baik namun pada *G-NetTrack Pro* mendapatkan nilai -1 dimana nilai tersebut tidak termasuk dalam standar nilai KPI PT Hutchison 3 selain itu pada *G-NetTrackPro* tidak terdapat fitur *lock cellid* serta pengaturan *threshold* untuk *RxQual* yang mengakibatkan nilai terbesar yang didapatkan pada sebuah menara *Rooftop*.

Kata Kunci : *Drive test*, *RSL*, *RxQual*, *Tems Investigation 8.0.3 (T)*, *G-NetTrack Pro (P)*.

1. PENDAHULUAN

Drive test adalah kegiatan mengumpulkan data pengukuran kualitas sinyal suatu jaringan yang bertujuan untuk meningkatkan kualitas suatu jaringan [1]. Beberapa penelitian mengenai kualitas jaringan menggunakan metode *drive test* telah banyak dilakukan sebelumnya diantaranya yaitu Analisis Kualitas Jaringan 2G Pada Frekuensi 900 MHz dan 1800 MHz di Area Purwokerto [2], Investigasi dan Analisa Coverage Area Pemancar Code Divison Multiple Access (CDMA) di daerah Surabaya dengan Sistem Geografis [3], serta Analisis Kualitas Panggilan Pada Jaringan GSM Menggunakan *Tems Investigation* [4].

Untuk melakukan *drive test* diperlukan perlengkapan seperti *Mobile Station (MS)*, *Laptop*, dan *Global Positioning System (GPS)* seperti pada perangkat *Tems Investigation*. Namun dengan berkembangnya kemajuan teknologi telepon seluler kini *drive test* dapat dilakukan dengan sangat mudah yaitu hanya dengan *smartphone* berbasis *android* yang sudah terpasang aplikasi *G-NetTrack Pro*.

Permasalahannya adalah bagaimana *performance drive test* jika menggunakan *smartphone* berbasis *android* yang mengacu pada metode *drive test* jaringan GSM 1800 MHz dengan parameter *RSL* dan *RxQual*.

Pada penelitian ini akan membahas mengenai kualitas sinyal jaringan GSM 1800 MHz pada wilayah *urban* Denpasar Timur. Analisa dari penelitian ini berdasarkan hasil pengumpulan data dengan melakukan *drive test* antara *software* *Tems Investigation 8.0.3* dan *G-NetTrack Pro*. Parameter yang diukur adalah parameter *RSL* dan *RxQual*. Pada pengukuran *RSL* nantinya akan dibandingkan dengan hasil perhitungan menggunakan persamaan *RSL*. Pada Pengukuran *RxQual* akan dibandingkan dengan standar KPI serta bagaimana menentukan *breakpoint* pada daerah *urban*.

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah penelitian ini dilakukan pada layanan jaringan GSM 1800 MHz yang akan dimonitoring oleh PT NSN, PT Cmtch provider PT Hutchison Three, Ketinggian menara *rooftop* yang digunakan adalah ± 20 meter dari permukaan tanah serta terletak pada wilayah *urban* yaitu Denpasar Timur. *Software* yang digunakan adalah *Tems Investigation 8.0.3* dan *G-NetTrack Pro* versi 2.9 serta hanya menggunakan *handphone* tipe SM-G7102 (Samsung Galaxy Grand Duos 2).

2. TINJAUAN PUSTAKA

Tinjauan pustaka dalam penelitian ini memuat teori yang mengacu pada literature serta terkait dalam penelitian ini. Teori tersebut adalah parame-

ter kualitas GSM, RSL, RxQual, Teme Investigation 8.0.3, G-NetTrack Pro

2.1 RSL (Receive Signal Level)

RSL adalah kuat sinyal penerimaan yang menyatakan besarnya sinyal yang diterima pada sisi penerimaan MS. Nilai RSL dapat dilihat pada Tabel 1 yaitu :

Tabel 1 Standar Nilai RSL [5].

Zona	Nilai RSL	Coverage Level
Zona hitam	$-66 \leq x \leq 0$ dBm	Baik Sekali
Zona Hijau tua	$-68 \leq x \leq -66$ dBm	Baik Sekali
Zona Hijau muda	$-72 \leq x \leq -68$ dBm	Baik / Kuat
Zona Biru muda	$-76 \leq x \leq -72$ dBm	Baik / Kuat
Zona biru	$-80 \leq x \leq -76$ dBm	Sedang / Cukup
Zona kuning	$-84 \leq x \leq -80$ dBm	Sedang / Cukup
Zona orange	$-89 \leq x \leq -84$ dBm	Buruk / Lemah
Zona Merah	$-120 \leq x \leq -89$ dBm	Buruk / Lemah

2.2 RxQual

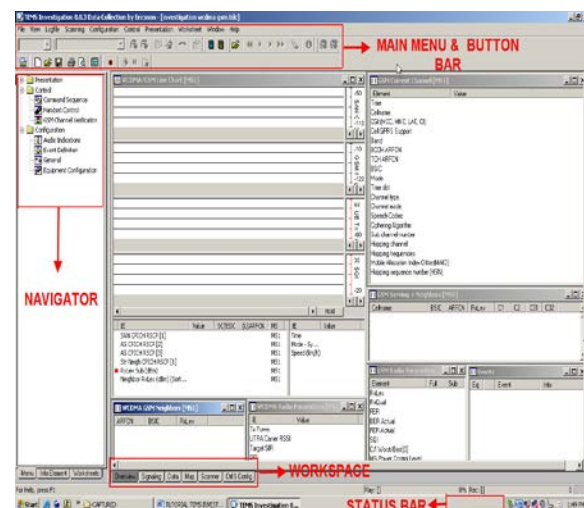
RxQual merupakan tingkat kualitas sinyal penerimaan di MS, kualitas sinyal suara (voice) yang diukur dalam Bit Error Rate (BER). Semakin besar nilai RxQual, maka semakin buruk kualitas sinyalnya, yang dapat dilihat pada Tabel 2 yaitu :

Tabel 2 Standar Nilai RxQual [5].

Zona	Nilai RxQual (dBm)	Nilai Kualitas Sinyal
Hijau	$0 < x < 4$	Baik / Kuat
Kuning	$4 < x < 6$	Sedang / Cukup
Merah	$6 < x < 8$	Buruk / Lemah

2.2 TEMS Investigation 8.0.3 (T)

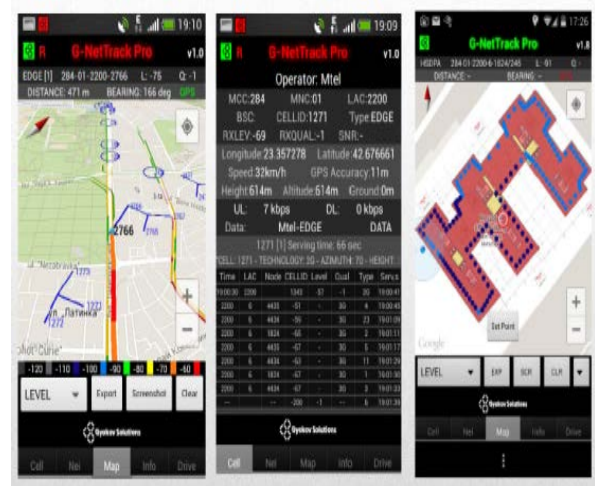
TEMS Investigation 8.0.3 adalah kependekan dari test mobile sistem yang merupakan salah satu perangkat lunak yang digunakan untuk melakukan drive test. Tampilan interface dari software Tems Investigation 8.0.3 dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar1. Tampilan Interface TEMS Investigation 8.0.3 [6]

2.3 G-NetTrack Pro (G)

G-NetTrack Pro adalah aplikasi untuk memonitor jaringan dan drive test pada perangkat yang beroperasi sistem OS Android. Teknologi yang didukung pada aplikasi G-NetTrack Pro adalah long term evolution (LTE), universal mobile telecommunication system (UMTS), GSM, CDMA, evolution data optimized (EVDO) [7]. Tampilan interface dari aplikasi G-NetTrack Pro dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Tampilan G-Net Track Pro [7]

3. METODE PENELITIAN

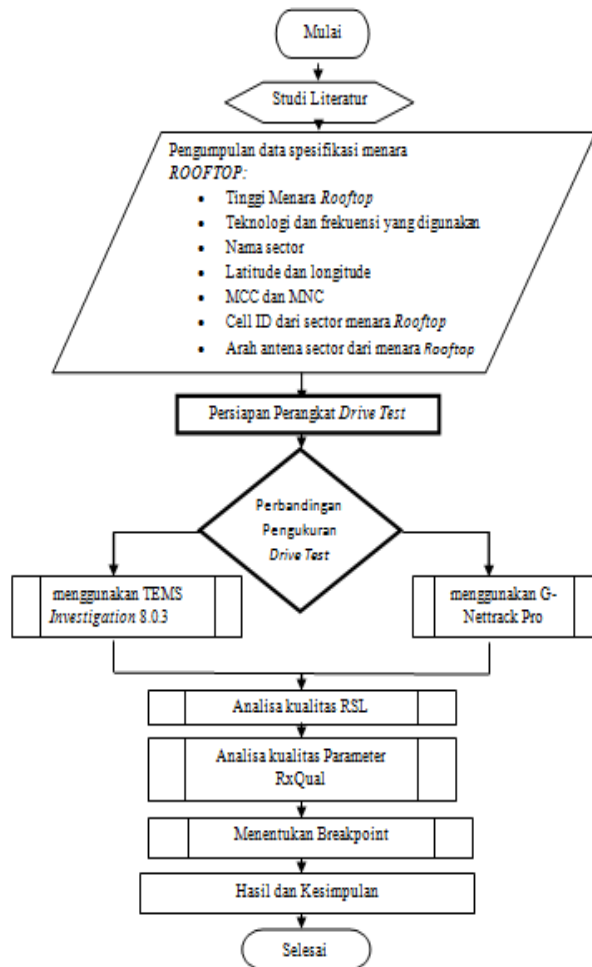
Penelitian ini menganalisa hasil pengukuran antara Tems Investigation 8.0.3 dengan G-NetTrack Pro dan dengan hasil perhitungan serta standar KPI Pt Hutchison Three serta bagaimana menentukan coverage area cakupan suatu menara rooftop dengan menggunakan persamaan breakpoint pada daerah urban. Alur dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.

Model propagasi yang digunakan untuk menghitung pathloss (P_L) hitung adalah persamaan propagasi model Cost 231-Hata (H) [8], Cost 231 Walfisch-Ikegami (W) [9], dan Outdoor Pathloss Model NLOS 3GPP (3GPP) [10]. Dengan mendapatkan nilai (P_L) hitung maka selanjutnya mencari nilai RSL perhitungan dengan menggunakan persamaan RSL [11]. Nilai dari RSL perhitungan nantinya akan dibandingkan dengan nilai rata-rata (R) RSL pengukuran pada setiap menara rooftop (SC1, SC2, dan SC3) yang sebelumnya telah dilakukan menggunakan tems Investigation 8.0.3 dan G-NetTrack Pro.

Selanjutnya adalah perbandingan pengukuran metode drive test antara Tems Investigation 8.0.3 dengan G-NetTrack Pro, dengan parameter RxQual

dimana nantinya akan dibandingkan dengan nilai dari standar KPI PT Hutchison Three [4].

Perhitungan *breakpoint* pada tiap *site* menara *rooftop* wilayah Denpasar Timur dengan ketinggian menara ± 20 meter dari permukaan tanah pada jaringan GSM 1800 MHz. *Breakpoint* ditentukan dengan melihat grafik. Dimana pada grafik terdapat 2 buah garis, yaitu garis regresi fungsi jarak dan garis *pathloss* fungsi jarak.



Gambar 3. alur diagram penelitian secara umum.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

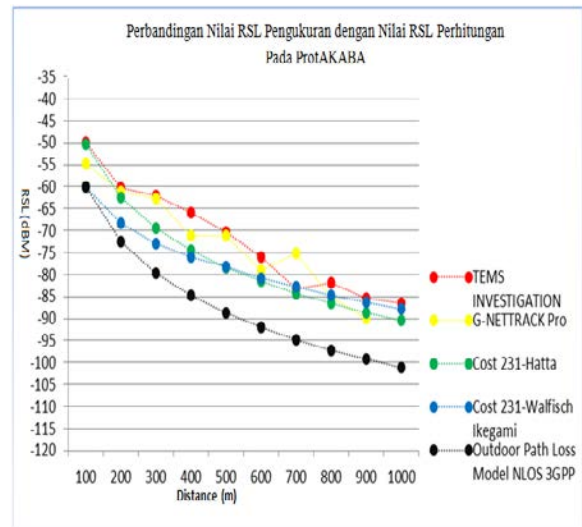
Hasil dan pembahasan dalam penelitian ini berisi tentang analisa pengukuran menggunakan *software* Tems *Investigation* 8.0.3 dengan G-NetTrack Pro dengan perhitungan RSL, serta perbandingan pengukuran RxQual antara Tems *Investigation* 8.0.3 dengan G-NetTrack Pro berdasarkan standar KPI Pt.Hutchison Three dan bagaimana menentukan area cakupan menara *rooftop* secara *existing* pada jaringan GSM 1800 MHz di wilayah *urban* yaitu Denpasar Timur.

4.1 Analisa Nilai Perbandingan RSL Pengukuran dengan Nilai RSL Perhitungan Pada ProtAKABA

Perbandingan nilai RSL pengukuran dengan nilai RSL perhitungan pada ProtAKABA terlihat pada Tabel 3 dan Gambar 4.

Tabel 3. Perbandingan Nilai RSL Pengukuran Dengan Nilai RSL Perhitungan Pada ProtAKABA

Jarak	RSL Pengukuran (dBm)		RSL Hitung (dBm)		
	T	G	H	W	3GPP
100	-50	-54,66	-50,3283	-59,9202	-59,9929
200	-60,33	-61	-62,3848	-68,2171	-72,3727
300	-62	-62,5	-69,4373	-72,8447	-79,6145
400	-66	-71	-74,4412	-75,907	-84,7525
500	-70,33	-71	-78,3225	-78,1057	-88,738
600	-76	-79	-81,4938	-80,6255	-91,9943
700	-83,33	-75	-84,175	-82,7641	-94,7475
800	-82	-85	-86,4976	-84,6168	-97,1324
900	-85,33	-90	-88,5463	-86,2556	-99,236
1000	-86,5	-	-90,379	-87,72	-101,118
R	-72,182	-72,128	-76,600	-77,697	-86,966



Gambar 4. Perbandingan Nilai RSL Pengukuran dengan Nilai RSL Perhitungan Pada ProtAKABA

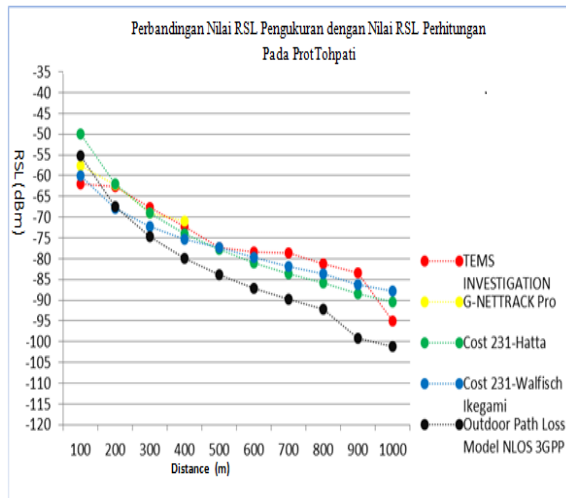
Berdasarkan Tabel 3 dan Gambar 4 terlihat hasil pengukuran RSL menggunakan Tems *Investigation* 8.0.3 lebih mendekati dengan hasil pengukuran menggunakan model propagasi cost 231-Hata yaitu 4,418 dBm dari pada hasil pengukuran menggunakan G-NetTrack Pro yaitu 4,471 dBm. Keterbatasan alat ukur yang digunakan pada G-NetTrack Pro yaitu tidak adanya fitur Cellid seperti halnya pada Tems *Investigation* 8.0.3 yang menyebabkan nilai RSL terbesar yang didapatkan pada wilayah tersebut.

4.2 Analisa Nilai Perbandingan RSL Pengukuran dengan Nilai RSL Perhitungan Pada ProtTohpati

Perbandingan nilai RSL pengukuran dengan nilai RSL perhitungan pada ProtTohpati terlihat pada Tabel 4 dan Gambar 5.

Tabel 4. Perbandingan Nilai RSL Pengukuran Dengan Nilai RSL Perhitungan Pada ProtTohpati

Jarak	RSL Pengukuran (dBm)		RSL Hitung (dBm)		
	T	G	H	W	3GPP
100	-62	-57,66	-50,0536	-60,0111	-55,2354
200	-62,66	-62,33	-62,0355	-67,9531	-67,5799
300	-67,66	-69	-69,0445	-72,353	-74,801
400	-72,33	-71	-74,0175	-75,236	-79,9245
500	-77,33	-	-77,8748	-77,2796	-83,8986
600	-78,33	-	-81,0264	-79,734	-87,1456
700	-78,66	-	-83,6911	-81,8231	-89,8909
800	-81,33	-	-85,9994	-83,633	-92,2691
900	-83,5	-	-88,5463	-86,2556	-99,236
1000	-95	-	-90,379	-87,72	-101,118
R	-75,88	-64,99	-76,26	-77,19	-83,10



Gambar 5. Perbandingan Nilai RSL Pengukuran dengan Nilai RSL Perhitungan Pada ProtTohpati.

Berdasarkan Tabel 4 dan Gambar 5 terlihat hasil pengukuran RSL menggunakan Tems Investigation 8.0.3 lebih mendekati dengan hasil pengukuran menggunakan model propagasi cost-231 Hata yaitu 0,386 dBm dari pada hasil pengukuran menggunakan G-NetTrack Pro yaitu 11,269 dBm. Keterbatasannya alat ukur yang digunakan pada G-NetTrack Pro yaitu tidak adanya fitur Cellid seperti halnya pada Tems Investigation 8.0.3 yang menyebabkan nilai RSL terbesar pada

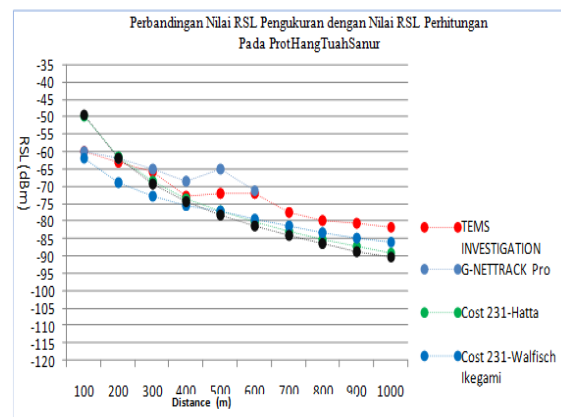
wilayah tersebut. Pada Gambar 5 terlihat adanya perbedaan hasil pengukuran RSL pada jarak 600 meter sampai dengan 1000 meter yang dimana pada daerah ini terdapat banyak pepohonan yang mengakibatkan penurunan nilai RSL.

4.3 Analisa Nilai Perbandingan RSL Pengukuran dengan Nilai RSL Perhitungan Pada Prot HangTuahSanur

Perbandingan nilai RSL pengukuran dengan nilai RSL perhitungan pada Prot HangTuahSanur terlihat pada Tabel 5 dan Gambar 6.

Tabel 5 Perbandingan Nilai RSL Pengukuran dengan Nilai RSL Perhitungan Pada ProtHangTuahSanur

Jarak	RSL Pengukuran (dBm)		RSL Hitung (dBm)		
	T	G	H	W	3GPP
100	-59,66	-59,66	-49,5669	-61,699	-49,4563
200	-63	-61,66	-61,4168	-68,8867	-61,7384
300	-65,66	-65	-68,3486	-72,8014	-68,9229
400	-72,66	-68,33	-73,2668	-75,3045	-74,0204
500	-71,66	-65	-77,0816	-77,0143	-77,9744
600	-72	-71	-80,1985	-79,3382	-81,205
700	-77,33	-	-82,8339	-81,3064	-83,9364
800	-79,66	-	-85,1167	-83,0172	-86,3025
900	-80,33	-	-87,1303	-84,5269	-88,3896
1000	-81,5	-	-88,9315	-85,8821	-90,2565
R	-75,88	-64,99	-76,26	-77,19	-83,10



Gambar 6. Perbandingan Nilai RSL Pengukuran dengan Nilai RSL Perhitungan Pada ProtHangTuahSanur

Berdasarkan Tabel 5 dan Gambar 6 terlihat hasil pengukuran RSL menggunakan Tems Investigation 8.0.3 lebih mendekati dengan hasil pengukuran menggunakan model propagasi cost-231 Hata yaitu 3,043 dBm dari pada hasil pengukuran menggunakan G-NetTrack Pro yaitu 10,280 dBm, ini disebabkan keterbatasannya alat ukur yang di-

gunakan pada G-NetTrack Pro yaitu tidak adanya fitur Cellid seperti halnya pada Tems *Investigation* 8.0.3 yang menyebabkan nilai RSL terbesar pada wilayah tersebut. Pada Gambar 6 terlihat adanya perbedaan hasil pengukuran RSL pada jarak 600 meter sampai dengan 1000 meter yang dimana pada daerah ini terdapat banyak pepohonan yang mengakibatkan penurunan nilai RSL.

4.4 Perbandingan Nilai Tingkat Akurasi RSL Menggunakan Tems *Investigation* 8.0.3 dengan G-NetTrack Pro.

Perbandingan Nilai Tingkat Akurasi RSL Menggunakan Tems *Investigation* 8.0.3 dengan G-NetTrack Pro dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6 Perbandingan Nilai Tingkat Akurasi RSL menggunakan Tems *Investigation* 8.0.3 dengan G-NetTrack Pro

Tingkat akurasi (%)					
Tems <i>Investigation</i> 8.0.3			G-NetTrack Pro		
H	W	3GPP	H	W	3GPP
97,74	96,49 %	88,46	88,21	87,08 %	79,83

Dari Tabel 6 dapat disimpulkan bahwa berdasarkan hasil perhitungan RSL dengan menggunakan metode Cost 231-Hata lebih mendekati hasil RSL pengukuran dibandingkan dengan metode Cost 231-Walfisch Ikegami dan metode *Outdoor Path Loss Model NLOSS 3GPP*, ini disebabkan karena propagasi cost 231-Hata sesuai dengan letak kondisi pada lingkungan site yaitu terletak pada wilayah *urban*, Denpasar Timur yang menggunakan jaringan GSM 1800 MHz, Jadi dapat disimpulkan bahwa untuk menghitung RSL pada daerah *urban*, lebih baik menggunakan perhitungan dengan model propagasi *Cost 231-Hata*.

4.5 Analisa Hasil Perbandingan RxQual Pengukuran Antara Tems *Investigation* 8.0.3 Dengan G-NetTrack Pro Pada ProtAKABA

Perbandingan nilai RxQual pengukuran antara Tems *Investigation* 8.0.3 dengan G-NetTrack Pro pada ProtAKABA terlihat pada Tabel 7.

Berdasarkan Tabel 7 pengukuran parameter RxQual pada *site* ProtAKABA menunjukkan kualitas sinyal yang baik ini dibuktikan dengan hasil pengukuran menggunakan Tems *Investigation* 8.0.3 yaitu rata-rata 0,36 dimana hasil tersebut termasuk dalam kualitas baik namun berbeda dengan hasil pengukuran dengan menggunakan G-NetTrack Pro yaitu rata-rata -1 dimana hasil tersebut tidak termasuk dalam standar nilai KPI PT Hutchison *Three*.

Tabel 7 Perbandingan Nilai RxQual Pengukuran Pada ProtAKABA

Jarak	RxQual Pengukuran	
	T	G
100	0,14	-1
200	0,14	-1
300	0,14	-1
400	0,14	-1
500	0,14	-1
600	0,14	-1
700	0,84	-1
800	0,47	-1
900	1,53	-
1000	0,14	-
R	0,36	-1

4.6 Analisa Hasil Perbandingan RxQual Pengukuran Antara Tems *Investigation* 8.0.3 Dengan G-NetTrack Pro Pada ProtTohpati

Perbandingan nilai RxQual pengukuran antara Tems *Investigation* 8.0.3 dengan G-NetTrack Pro pada Prot Tohpati terlihat pada Tabel 8.

Tabel 8 Perbandingan Nilai RxQual Pengukuran Pada ProtTohpati

Jarak	RxQual Pengukuran	
	T	G
100	0,14	-1
200	0,14	-1
300	0,14	-1
400	0,84	-1
500	0,84	-1
600	0,14	-1
700	0,14	-1
800	0,23	-1
900	1,2	-
1000	0,14	-
R	0,38	-1

Berdasarkan Tabel 8 pengukuran parameter RxQual pada *site* ProtTohpati menunjukkan kualitas sinyal yang baik ini dibuktikan dengan hasil pengukuran menggunakan Tems *Investigation* 8.0.3 yaitu rata-rata 0,38 dimana hasil tersebut termasuk dalam kualitas baik namun berbeda dengan hasil pengukuran dengan menggunakan G-NetTrack Pro yaitu rata-rata -1 dimana hasil tersebut tidak termasuk dalam standar nilai KPI PT Hutchison *Three*.

4.7 Analisa Hasil Perbandingan RxQual Pengukuran Antara Tems *Investigation* 8.0.3 Dengan G-NetTrack Pro Pada ProtHangTuahSanur

Perbandingan nilai RxQual pengukuran antara Tems *Investigation* 8.0.3 dengan G-NetTrack Pro pada ProtHangTuahSanur terlihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Perbandingan Nilai RxQual Pengukuran Pada Hang-TuahSanur

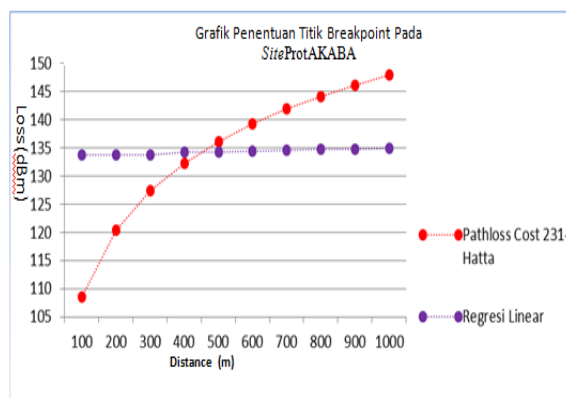
Jarak	RxQual Pengukuran	
	T	G
100	0,14	-1
200	0,14	-1
300	0,14	-1
400	0,14	-1
500	0,18	-1
600	0,84	-1
700	0,14	
800	0,14	
900	0,47	
1000	0,63	
R	0,28	-1

Berdasarkan Tabel 9 pengukuran parameter RxQual pada *site* ProHangTuaSanur menunjukkan kualitas sinyal yang baik ini dibuktikan dengan hasil pengukuran menggunakan Tems *Investigation* 8.0.3 yaitu rata-rata 0,28 termasuk dalam kualitas baik namun berbeda dengan hasil pengukuran dengan menggunakan G-NetTrack Pro yaitu rata-rata -1 dimana hasil tersebut tidak termasuk dalam standar nilai KPI PT Hutchison *three*.

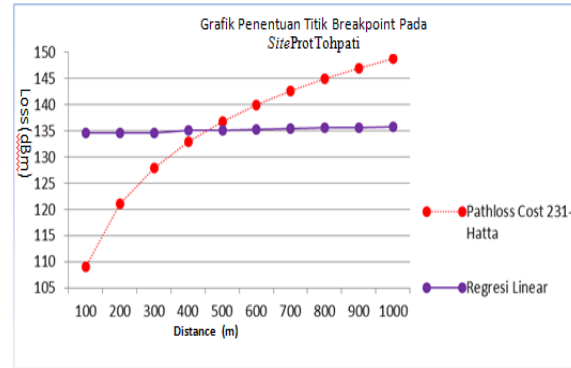
4.8 Analisa Hasil Breakpoint

Gambar 7, Gambar 8, dan Gambar 9 adalah Gambar dari penentuan titik breakpoint dari *site* ProtAKABA, ProtTohpati, dan ProtHangTuaSanur.

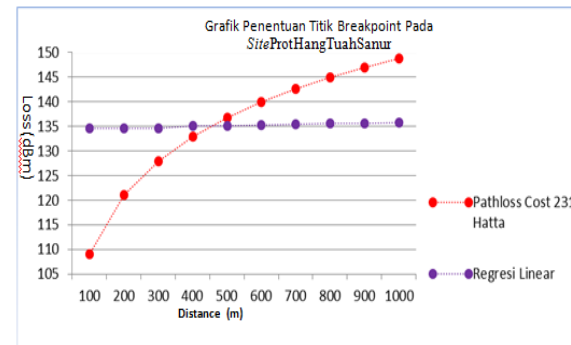
Dari Gambar 7, Gambar 8 dan Gambar 9 dapat dilihat penurunan level daya sinyal (breakpoint) terjadi pada jarak ± 400 meter pada daerah *urban* dengan *site* ProtHangTuaSanur jaringan GSM 1800 Mhz jika dibandingkan dengan pengukuran parameter RSL pada *site* ProtAKABA ProtTohpati, ProtHangTuaSanur menggunakan G-NetTrack Pro, jarak yang dapat diukur adalah lebih dari 600 meter yang disebabkan tidak terdapat fitur *Lock Cellid* dan BCCH.



Gambar 7. Penentuan Titik Breakpoint Pada SiteProtAKABA



Gambar 8. Penentuan Titik Breakpoint Pada Site ProtTohpati.



Gambar 9 Penentuan Titik Breakpoint Pada Site Prot-HangTuaSanur.

5 KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Berdasarkan hasil perbandingan *drive test* jaringan GSM 1800 MHz menggunakan Tems *Investigation* 8.0.3 dengan G-NetTrack Pro memiliki kesamaan yaitu masing-masing perangkat dapat menampilkan parameter RSL namun terdapat kelemahan yang dimiliki oleh G-NetTrack Pro yaitu tidak terdapat fitur *Cellid* seperti pada Tems *Investigation* 8.0.3 yang menyebabkan perangkat akan mencari nilai RSL terbesar pada wilayah tersebut sehingga jika pengukuran *single site verification* (SSV) seperti yang dilakukan pada penelitian ini tidak bisa dilakukan menggunakan alat ukur G-NetTrack Pro.
2. Secara keseluruhan pengukuran nilai parameter RxQual pada setiap *site* menunjukkan kualitas sinyal yang baik sebagai contoh pada *site* ProtAKABA dimana hasil pengukuran menggunakan Tems *Investigation* 8.0.3 mendapatkan hasil rata-rata 0,36 dimana hasil tersebut termasuk dalam kualitas baik namun berbeda dengan hasil pengukuran dengan menggunakan G-NetTrack Pro yaitu rata-rata -1 dimana hasil tersebut tidak termasuk dalam

standar nilai KPI PT Hutchison Three. Tidak adanya fitur pengaturan nilai RxQual pada aplikasi G-NetTrack Pro yang menyebabkan nilai yang dihasilkan adalah -1 (type Hp yang digunakan Samsung Galaxy Grand Duos 2).

3. Berdasarkan hasil perhitungan *breakpoint*, *coverage area* dari setiap *site* menara *rooftop* pada wilayah *urban* Denpasar timur dapat menjangkau jarak ± 400 meter.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kautsar, A.F. Optimasi Pelayanan Jaringan Berdasarkan Drive Test. Depok: Universitas Indonesia. 2009
- [2] Hikmaturokhman, Alfin. Analisis Kualitas Jaringan 2G Pada Frekuensi 900 Mhz dan 1800 Mhz di Area Purwokerto. Purwokerto: Sekolah Tinggi Telematika. Telkom Purwokerto. 2013
- [3] Siswandari, N.A. Investigasi dan Analisa Coverage Area Pemancar CDMA di Daerah Surabaya dengan Sistem Informasi Geografis (SIG)". Surabaya. 2010
- [4] Warassih. A. P. Analisis Kualitas Panggilan Pada Jaringan GSM Menggunakan TEMS Investigation. Universitas Diponegoro. 2009
- [5] PT CMTECH. Denpasar. Bali. 2014
- [6] <http://www.ascom.com/nt/en/index-nt/tems-products-3/tems-investigation-5.htm> Diakses Pada Tanggal 27 desember 2014
- [7] https://www.facebook.com/gnettrack?ref=br_rs Diakses Pada Tanggal 2 Februari 2015
- [8] ETSI, Digital celuler telecommunication system (Phase 2+); Radio enetwork planning aspetcs (3GPP TR 43.0.30 Version 9.0.0 relase 9), ETSI TR 143 030 v9.0.0, Februari, 2010
- [9] Ranvier, Sylvain. Path Loss Models. S-72.333 Physical layer methods In wirelees communication system, 23 november 2004
- [10] Huang, R. Proposal for the channel model in EMD of 802.16p. 2011
- [11] Wibisono, Gunawan. Konsep Teknologi Seluler. Bandung: Informatika. 2008