

P-66

PENGARUH PERUBAHAN AZIMUTH DAN MECHANICAL DOWNTILT TERHADAP OPTIMASI JARINGAN 4G LTE DI KOTA BALIKPAPAN

THE EFFECT OF AZIMUTH AND MECHANICAL DOWNTILT CHANGES ON 4G LTE NETWORK OPTIMIZATION IN BALIKPAPAN CITY

Maria Ulfah^{1*}, Andi Sri Irtawaty²

^{1,2}Jurusan Teknik Elektronika Politeknik Negeri Balikpapan

*E-mail: maria.ulfah@poltekba.ac.id

Diterima 24-10-2018	Diperbaiki 10-11-2018	Disetujui 10-12-2018
---------------------	-----------------------	----------------------

ABSTRAK

Long Term Evolution (LTE) merupakan teknologi generasi ke empat (4G) yang dikembangkan oleh 3rd Generation Partnership Project (3GPP). LTE mampu memberikan kecepatan downlink sampai dengan 100 Mbps dan uplink 50 Mbps. Penelitian ini mempunyai tujuan untuk melakukan perancangan jaringan 4G LTE pada wilayah kota Balikpapan dengan target khusus untuk mengetahui kualitas perancangan jaringan 4G LTE di kota Balikpapan melalui parameter best signal level, nilai C/ (N+I), throughput, RSRP dan BLER dari perancangan yang telah dilakukan. Metode penelitian dilakukan melalui survey ke lokasi site-site e Node yang diperlukan untuk memperoleh gambaran langsung kondisi sekitar e Node B dilanjutkan proses plotting 126 site-site e Node B di wilayah kota Balikpapan kemudian yang dilanjutkan dengan proses simulasi perancangan jaringan menggunakan software Atoll. Dalam penelitian ini dilakukan 2 skenario optimasi yaitu menggunakan 30 deg 18 dBi 0 Tilt 1800 MHz dan 65 deg 17 dBi 2 Tilt 1800 MHz. Dari hasil simulasi skenario 1 dapat diketahui kualitas perancangan jaringan 4G LTE kota Balikpapan dengan nilai-nilai parameter yang diinginkan seperti best signal level sebesar -69,72 dBm, nilai C / (N+I) sebesar 5,08. Untuk performansi throughput sebesar 11.8034 kbps, sedangkan nilai RSRP sebesar -115, 88 dBm serta nilai BLER sebesar 0,03. Dari hasil skenario 2 didapatkan nilai-nilai parameter yang diinginkan seperti best signal level sebesar -67,91 dBm, nilai C / (N+I) sebesar 4,16. Untuk performansi throughput sebesar 10.55548 kbps, sedangkan nilai RSRP sebesar -114, 33 dBm serta nilai BLER sebesar 0,03.

Kata kunci: 4G, LTE, RSRP, BLER, Throughput

ABSTRACT

Long Term Evolution (LTE) is a fourth generation (4G) technology developed by the 3rd Generation Partnership Project (3GPP). LTE is capable of providing downlink speeds of up to 100 Mbps and 50 Mbps uplink. This research has a purpose to do 4G LTE network design in Balikpapan city with a specific target to determine the quality of 4G LTE network design in Balikpapan city through the best signal level, C / (N + I), throughput, RSRP and BLER parameters from the design have been done. The research method was conducted through a survey to the locations of e Node sites needed to obtain a direct picture of the conditions around e Node B followed by plotting 126 e Node B sites in the city of Balikpapan and then proceeding with the network design simulation using Atoll software. In this study two optimization scenarios were carried out using 30 deg 18 dBi 0 Tilt 1800 MHz and 65 deg 17 dBi 2 Tilt 1800 MHz. From the first scenario results of this simulation can be known the quality of the 4G LTE network design in Balikpapan city with the desired parameter values such as best signal level of -69,72 dBm, C / (N + I) value of 5,08. For throughput performance is 11.8034 kbps, while the RSRP value is -115, 88 dBm and the BLER value is 0,03. From the second scenario results of this simulation can be known the quality of the 4G LTE network design in Balikpapan city with the desired parameter values such as best signal level of -67,91 dBm, C / (N + I) value of 4,16. For throughput performance is 10.55548 kbps, while the RSRP value is -114, 33 dBm and the BLER value is 0,03.

Keywords: 4G, LTE, RSRP, BLER, Throughput

PENDAHULUAN

Perkembangan jaringan telekomunikasi saat ini semakin berkembang dengan sangat pesat. Yang pada awalnya hanya mengukung teknologi analog atau yang lebih dikenal dengan 1G atau *Advanced Mobile Phone Service* (AMPS), kemudian berkembang lagi ke teknologi yang menggunakan teknologi digital pertama (2G), kemudian teknologi 2G sebelumnya dikembangkan lagi sehingga kecepatan transfer datanya semakin cepat yang dikenal dengan teknologi digital generasi ketiga (3G) dan sampai akhirnya ditemukan teknologi komunikasi dengan kecepatan yang sangat tinggi dari generasi – generasi sebelumnya yang lebih dikenal dengan sebutan 4G/LTE (*Long Term Evolution*).

Kebutuhan para pengguna *smartphone* remaja ini sangat menginginkan akses *mobile data* yang sangat banyak. Selain melalui *smartphone*, penggunaan *Personal Computer* (PC) maupun *tablet* sangat mendorong pertumbuhan konsumsi *mobile data*. Teknologi LTE (*Long Term Evolution*) sendiri menawarkan kecepatan *downlink* hingga 100 Mbps dan *Uplink* hingga 50 Mbps.

4G sendiri adalah singkatan dalam bahasa Inggris : *Fourth Generation*. Istilah ini umumnya digunakan mengacu kepada standar generasi keempat dari teknologi telepon seluler yang merupakan pengembangan dari teknologi sebelumnya yaitu 2G dan 3G. Sistem 4G merupakan sebuah sistem yang mampu menjembatani antar berbagai jaringan *broadband wireless access* yang telah ada di masyarakat secara *seamlessly* (tidak terasa proses perpindahan antar jaringan yang sedang digunakan) baik itu perangkatnya, jaringannya, maupun aplikasinya.

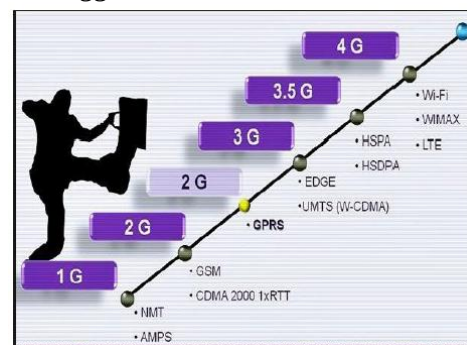
Dikarenakan belum ratanya jaringan 4G/LTE di kota Balikpapan maka dibutuhkanlah suatu perancangan jaringan 4G LTE agar semua pengguna *smartphone* di Balikpapan khususnya dapat merasakan teknologi ini. Pada Maharani [1] melakukan penelitian untuk menentukan jumlah E Node B kecamatan Balikpapan Timur. Dalam Maria [2] didapatkan jumlah E node B untuk kota Balikpapan meliputi 6 kecamatan yang ada sejumlah 126, sehingga dalam penelitian ini akan dilakukan pengamatan lebih lanjut

mengenai coverage area jaringan 4G LTE untuk kota Balikpapan, Untuk meningkatkan perfomansi jaringan 4G LTE di kota Balikpapan salah satu caranya dengan melakukan perubahan azimuth dan mechanical downtilt, sehingga oleh karena itu penulis mengangkat judul penelitian sebagai berikut yaitu: “Pengaruh perubahan azimuth dan mechanical downtilt terhadap optimasi jaringan 4G LTE di kota Balikpapan”

A. Four Generation LTE (4G LTE)

Long term Evolution (LTE) adalah jaringan akses radio evolusi jangkapanjang keluaran dari 3rd *Generation Partnership Project* (GPP). LTE merupakan kelanjutan dari teknologi generasi ketiga (3G) WCDMA-UMTS. Teknologi ini telah sukses diuji cobakan secara komersial sejak tahun 2009 dan diharap menjadi standar evolusi komunikasi data pita lebar bergerak untuk dasawarsa mendatang. Semenjak Desember 2007, 3GPP melakukan studi kelayakan untuk LTE dengan mengeluarkan *Release-7*. Akhirnya konsep LTE terbentuk pada 2008 dengan dikeluarkannya *Release-8*.

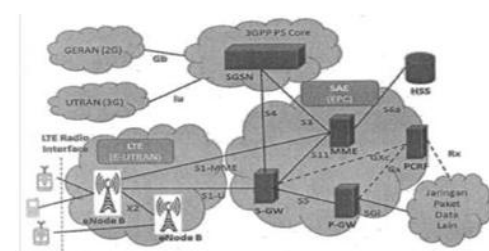
Pada LTE kecepatan transfer data mencapai 100Mbps pada sisi downlink dan 50Mbps pada sisi uplink. Berikut adalah gambar yang menunjukkan perkembangan 3GPP dari release 99 hingga release 8 [2]



Gambar 1. Perkembangan Teknologi Seluler

B. Arsitektur Jaringan 4G LTE

Berikut arsitektur jaringan 4G LTE



Gambar 2. Arsitektur 4G LTE

Arsitektur LTE [3] terdiri atas dua bagian utama yakni LTE itu sendiri yang dikenal juga dengan E-UTRAN (Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network) dan SAE (System Architecture Evolution) yang merupakan jantung dari sistem LTE.

C. Parameter Performansi Jaringan 4G LTE

Berikut parameter-parameter performansi jaringan 4G LTE

1. RSSI (Received Signal Strength Indicator)

Merupakan power sinyal yang diterima user dalam rentang frekuensi tertentu termasuk noise dan interferensi (disebut juga wideband power) sering juga disebut signal level[4].

Tabel 2. Rentang nilai RSSI (signal level)[5]

RSSI	Signal Strength
>-70 dBm	Excellent
-70 dBm to -85 dBm	Good
-86 dBm to -100 dBm	Fair
<-100 dBm	Poor
-100 dBm	No Signal

2. $C / (N + I)$, Carrier to Noise Interferensi Ratio

Merupakan rasio perbandingan antara sinyal utama yang dipancarkan dengan interferensi dan noise yang timbul (tercampur dengan sinyal utama) [4].

Tabel 3. Rentang Nilai $C/(N+I)$ [5]

SINR Value	Throughput
>10	Excellent
-6 to 10	Good
0 to 5	Fair
<0	Poor

3. RSRP (Reference Signal Received Power)

Merupakan sinyal LTE power yang diterima oleh user dalam frekuensi tertentu. Semakin jauh jarak antara site dan user, maka semakin kecil pula RSRP yang diterima oleh user.

Tabel 4. Rentang Nilai RSRP [4]

RSRP	Signal Strength
>-90 dBm	Excellent
-90 dBm to -105 dBm	Good
-106 dBm to -120 dBm	Fair
<-120 dBm	Poor

4. Throughput

Throughput merupakan besaran kecepatan akses data yang didapat oleh user.

5. BLER (Block Error Rate)

Merupakan rasio perbandingan antara total error block dengan total block dari sebuah transmisi data digital. BLER digunakan untuk mengetahui tingkat keberhasilan dari demodulasi sinyal. BLER masih dianggap baik apabila bernilai < 10% . semakin besar nilai BLER mengakibatkan gagal demodulasi data digital menjadi informasi[4].

METODOLOGI

Rancangan penelitian merupakan keseluruhan proses penelitian dari awal hingga tahap akhir, dan disajikan dalam bentuk *flowchart*.



Gambar 3. Flowchart

Teknik Pengumpulan data dilakukan dengan RF Site survey untuk penentuan lokasi-lokasi yang potensial dilanjutkan dengan plotting sejumlah e Node B tersebut pada perangkat lunak perancangan jaringan 4G LTE

dilanjutkan dengan melakukan simulasi perancangan jaringan 4G LTE dengan mengamati nilai parameter signal level, C / (N+ I), throughput, RSRP dan BLER. Kemudian dilanjutkan membuat kesimpulan terhadap hasil perancangan jaringan tersebut.

HASIL DAN PEMBAHASAN

.Untuk penentuan wilayah-wilayah penempatan lokasi E Node B dilakukan dengan cara survey ke lapangan (RF Survey) untuk mendapatkan lokasi longitude dan latitude yang nanti akan dilanjutkan dengan proses plotting plotting sejumlah site-site E node B pada software perancangan jaringan 4G LTE yakni Atoll

Tabel 5. Data E Node B Kota Balikpapan

No	Name Site	Longitude	Latitude	Support Height (meter)	Azimuth (α, β, γ)
1	Site_1	-1.241513	116.835896	30	0, 120, 240
2	Site_2	-1.225700	116.844734	30	0, 120, 240
3	Site_3	-1.212949	116.858935	30	0, 120, 240
4	Site_4	-1.205411	116.876.107	30	0, 120, 240
5	Site_5	-1.189602	116.884.999	30	0, 120, 240
6	Site_6	-1.171408	116.880.222	30	0, 120, 240
7	Site_7	-1.153287	116.877.683	30	0, 120, 240
8	Site_8	-1.135694	116.881.836	30	0, 120, 240
9	Site_9	-1.117586	116.882.483	30	0, 120, 240
10	Site_10	-1.102766	116.893.352	30	0, 120, 240
11	Site_11	-1.090234	116.907.473	30	0, 120, 240
12	Site_12	-1.086085	116.914.990	30	0, 120, 240
13	Site_13	-1.228983	116.834.423	30	0, 120, 240
14	Site_14	-1.214376	116.845.459	30	0, 120, 240
15	Site_15	-1.201631	116.856.041	30	0, 120, 240
16	Site_16	-1.193455	116.845.311	30	0, 120, 240
17	Site_17	-1.175122	116.849.807	30	0, 120, 240
18	Site_18	-1.167128	116.866.153	30	0, 120, 240
19	Site_19	-1.174756	116.903.317	30	0, 120, 240
20	Site_20	-1.174067	116.924.925	30	0, 120, 240
21	Site_21	-1.109812	116.903.870	30	0, 120, 240
22	Site_22	-1.254339	116.838.380	30	0, 120, 240
23	Site_23	-1.265621	116.837.327	30	0, 120, 240
24	Site_24	-1.274605	116.837.080	30	0, 120, 240
25	Site_25	-1.244486	116.825.809	30	0, 120, 240
26	Site_26	-1.244103	116.815.965	30	0, 120, 240
27	Site_27	-1.252638	116.815.880	30	0, 120, 240
28	Site_28	-1.245903	116.822.611	30	0, 120, 240
29	Site_29	-1.244466	116.844.648	30	0, 120, 240
30	Site_30	-1.243616	116.854.494	30	0, 120, 240
31	Site_31	-1.249033	116.846.865	30	0, 120, 240
32	Site_32	-1.246949	116.856.176	30	0, 120, 240
33	Site_33	-1.260590	116.853.903	30	0, 120, 240
34	Site_34	-1.254354	116.830.471	30	0, 120, 240

35	Site_35	-1.246722	116.826.731	30	0, 120, 240
36	Site_36	-1.247168	116.846.191	30	0, 120, 240
37	Site_37	-1.257958	116.834.505	30	0, 120, 240
38	Site_38	-1.268427	116.841.973	30	0, 120, 240
39	Site_39	-1.240710	116.817.768	30	0, 120, 240
40	Site_40	-1.256.922	116.823.844	30	0, 120, 240
41	Site_41	-1.260532	116.834.677	30	0, 120, 240
42	Site_42	-1.263021	116.841.458	30	0, 120, 240
43	Site_43	-1.256163	116.819.999	30	0, 120, 240
44	Site_44	-1.262369	116.815.527	30	0, 120, 240
45	Site_45	-1.262084	116.817.369	30	0, 120, 240
46	Site_46	-1.263074	116.826.123	30	0, 120, 240
47	Site_47	-1.263810	116.825.285	30	0, 120, 240
48	Site_48	-1.263371	116.827.724	30	0, 120, 240
49	Site_49	-1.267109	116.814.465	30	0, 120, 240
50	Site_50	-1.270379	116.810.581	30	0, 120, 240
51	Site_51	-1.279356	116.817.311	30	0, 120, 240
52	Site_52	-1.277068	116.830.240	30	0, 120, 240
53	Site_53	-1.265460	116.833.446	30	0, 120, 240
54	Site_54	-1.268863	116.820.857	30	0, 120, 240
55	Site_55	-1.275016	116.848.316	30	0, 120, 240
56	Site_56	-1.265490	116.844.189	30	0, 120, 240
57	Site_57	-1.262127	116.853.044	30	0, 120, 240
58	Site_58	-1.268211	116.857.366	30	0, 120, 240
59	Site_59	-1.253760	116.858.539	30	0, 120, 240
60	Site_60	-1.256163	116.867.808	30	0, 120, 240
61	Site_61	-1.245898	116.871.047	30	0, 120, 240
62	Site_62	-1.252687	116.865.877	30	0, 120, 240
63	Site_63	-1.259906	116.859.897	30	0, 120, 240
64	Site_64	-1.239364	116.828.382	30	0, 120, 240
65	Site_65	-1.223557	116.811.159	30	0, 120, 240
66	Site_66	-1.206934	116.819.480	30	0, 120, 240
67	Site_67	-1.200738	116.829.272	30	0, 120, 240
68	Site_68	-1.191192	116.838.115	30	0, 120, 240
69	Site_69	-1.176096	116.841.270	30	0, 120, 240
70	Site_70	-1.196909	116.796.439	30	0, 120, 240
71	Site_71	-1.185036	116.789.013	30	0, 120, 240
72	Site_72	-1.161686	116.789.727	30	0, 120, 240
73	Site_73	-1.125024	116.782.579	30	0, 120, 240
74	Site_74	-1.106715	116.766.919	30	0, 120, 240
75	Site_75	-1.089324	116.743.440	30	0, 120, 240
76	Site_76	-1.075936	116.764.383	30	0, 120, 240
77	Site_77	-1.050873	116.775.371	30	0, 120, 240
78	Site_78	-1.058768	116.800.092	30	0, 120, 240
79	Site_79	-1.058055	116.822.152	30	0, 120, 240
80	Site_80	-1.055921	116.847.312	30	0, 120, 240
81	Site_81	-1.063702	116.869.355	30	0, 120, 240
82	Site_82	-1.157152	116.830.093	30	0, 120, 240
83	Site_83	-1.097438	116.807.127	30	0, 120, 240
84	Site_84	-1.133604	116.814.511	30	0, 120, 240
85	Site_85	-1.251901	116.931.477	30	0, 120, 240
86	Site_86	-1.243309	116.942.217	30	0, 120, 240
87	Site_87	-1.235177	116.953.206	30	0, 120, 240
88	Site_88	-1.225749	116.962.765	30	0, 120, 240
89	Site_89	-1.215613	116.971.646	30	0, 120, 240
90	Site_90	-1.203918	116.979.302	30	0, 120, 240
91	Site_91	-1.194135	116.989.738	30	0, 120, 240
92	Site_92	-1.183677	116.999.262	30	0, 120, 240
93	Site_93	-1.168788	117.002.656	30	0, 120, 240
94	Site_94	-1.154769	117.005.289	30	0, 120, 240
95	Site_95	-1.142428	116.999.559	30	0, 120, 240
96	Site_96	-1.131922	116.997.049	30	0, 120, 240
97	Site_97	-1.233703	116.924.431	30	0, 120, 240
98	Site_98	-1.214651	116.913.788	30	0, 120, 240
99	Site_99	-1.196801	116.924.432	30	0, 120, 240
100	Site_100	-1.210017	116.942.456	30	0, 120, 240
101	Site_101	-1.209502	116.942.628	30	0, 120, 240
102	Site_102	-1.162605	116.925.837	30	0, 120, 240
103	Site_103	-1.133760	116.934.742	30	0, 120, 240
104	Site_104	-1.110988	116.943.143	30	0, 120, 240
105	Site_105	-1.149432	116.954.473	30	0, 120, 240
106	Site_106	-1.273644	116.860.773	30	0, 120, 240
107	Site_107	-1.273536	116.875.505	30	0, 120, 240
108	Site_108	-1.264878	116.885.558	30	0, 120, 240
109	Site_109	-1.258988	116.915.953	30	0, 120, 240
110	Site_110	-1.252255	116.929.325	30	0, 120, 240
111	Site_111	-1.250452	116.871.985	30	0, 120, 240

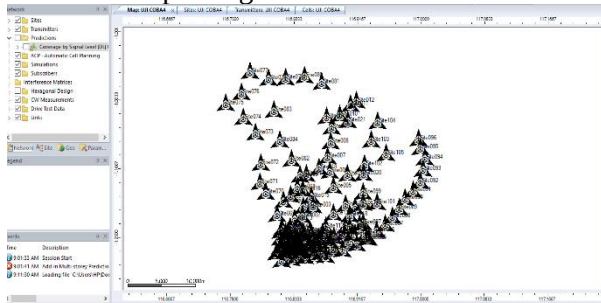
112	Site_112	-1.251139	116.885.890	30	0, 120, 240
113	Site_113	-1.238782	116.875.161	30	0, 120, 240
114	Site_114	-1.222650	116.885.203	30	0, 120, 240
115	Site_115	-1.237838	116.901.597	30	0, 120, 240
116	Site_116	-1.247653	116.909.827	30	0, 120, 240
117	Site_117	-1.211408	116.901.340	30	0, 120, 240
118	Site_118	-1.224451	116.906.490	30	0, 120, 240
119	Site_119	-1.235692	116.919.881	30	0, 120, 240
120	Site_120	-1.246677	116.927.264	30	0, 120, 240
121	Site_121	-1.266446	116.897.322	30	0, 120, 240
122	Site_122	-1.255901	116.905.117	30	0, 120, 240
123	Site_123	-1.256305	116.881.003	30	0, 120, 240
124	Site_124	-1.246487	116.899.983	30	0, 120, 240
125	Site_125	-1.238782	116.906.748	30	0, 120, 240
126	Site_126	-1.269760	116.869.067	30	0, 120, 240

Pada penelitian ini dilakukan pengaturan jenis antenna yang digunakan, ketinggian antenna, azimuth untuk keperluan mendapatkan hasil prediksi luas jangkauan wilayah dari penempatan-penempatan 126 e Node B. Untuk penelitian ini digunakan dua scenario sebagai berikut:

1. Skenario 1

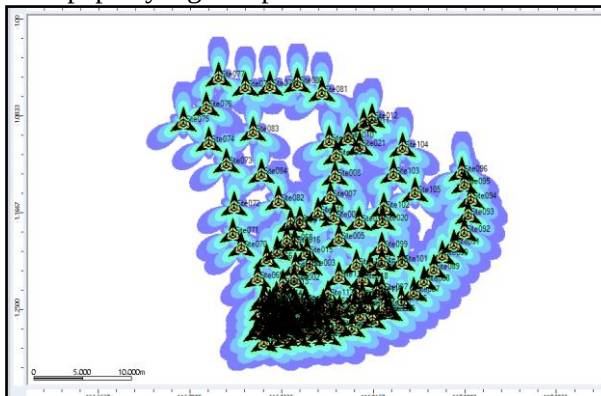
Antenna: 30deg 18dBi 0Tilt 1800 MHz
 Height : 30 meter
 Azimuth : 0, 120, 240
 Band frekuensi : band 3
 Lebar pita : 10 MHz

Berikut hasil plotting site-site E Node B



Gambar 4. Sebaran E Node B kota Balikpapan

Berikut hasil coverage area untuk wilayah Balikpapan yang meliputi 6 kecamatan:



Gambar 5. Hasil Coverage Area E Node B

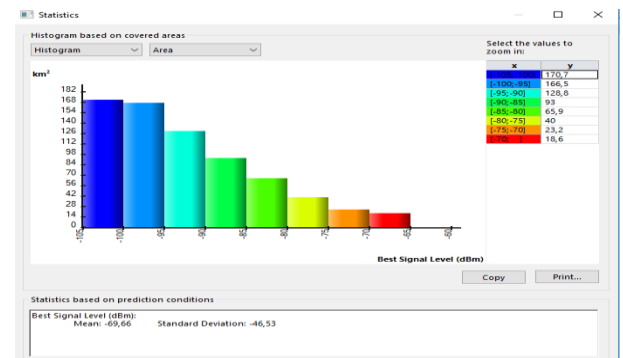
Dan berikut *Generate Report* dari hasil prediksi coverage area e Node B

Name	Surface (km ²)	% of Covered Area
Coverage by Signal Level (DL) 1 Band3 30 m	706,608	100
Best Signal Level (dBm) > = -70	18,578	2,629
Best Signal Level (dBm) > = -75	41,755	5,909
Best Signal Level (dBm) > = -80	81,73	11,567
Best Signal Level (dBm) > = -85	147,615	20,891
Best Signal Level (dBm) > = -90	240,58	34,047
Best Signal Level (dBm) > = -95	369,42	52,281
Best Signal Level (dBm) > = -100	535,898	75,841
Best Signal Level (dBm) > = -105	706,608	100

Gambar 6. Generate Report eNode B

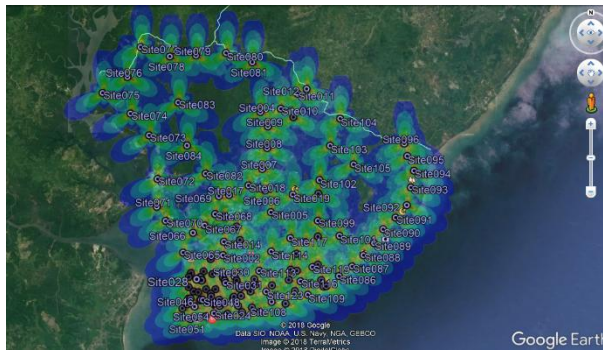
Pada hasil Generate Report dapat dilihat bahwa dengan 126 e Node B yang telah diplotting di seluruh wilayah Balikpapan telah mencakupi seluruh wilayah 6 kecamatan yang ada di Balikpapan, dimana luas wilayah Balikpapan 503,3 km² sedangkan dari hasil prediksi perencanaan didapatkan seluas 706,608 km²

Berikut histogram dari dari hasil penelitian dalam satuan wilayah (area):



Gambar 7. Histogram (Area)

Untuk kekuatan signal strength (terkuat) ≤ 70 dBm indicator warna merah memiliki luasan wilayah sebesar 18,6 km² sedangkan signal strength (terlemah) antara -105 dBm , -100 dBm) indicator warna biru tua memiliki luasan wilayah 170,7 km² dengan nilai rata-rata (mean) best signal level sebesar -69.66 dBm. Hasil perencanaan coverage area jaringan 4G LTE untuk kota Balikpapan bisa ditampilkan pada google earth sebagai berikut:

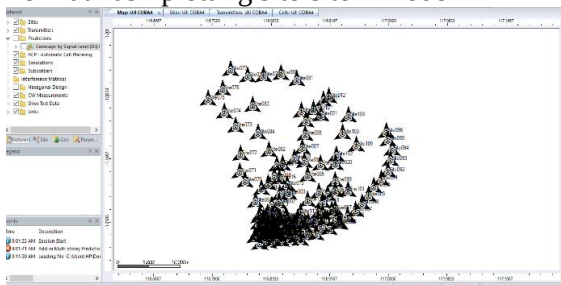


Gambar 8. Tampilan Google Earth

2. Skenario 2

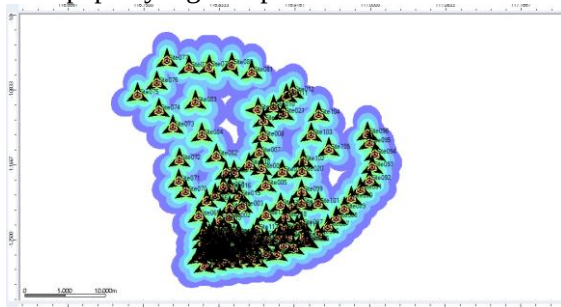
Antenna: 30deg 17dBi 2Tilt 1800 MHz
 Height : 30 meter
 Azimuth : 0, 120, 240
 Band frekuensi : band 3
 Lebar pita : 10 MHz

Berikut hasil plotting site-site E Node B



Gambar 9. Sebaran E Node B kota Balikpapan

Berikut hasil coverage area untuk wilayah Balikpapan yang meliputi 6 kecamatan:



Gambar 10. Hasil Coverage Area E NodeB

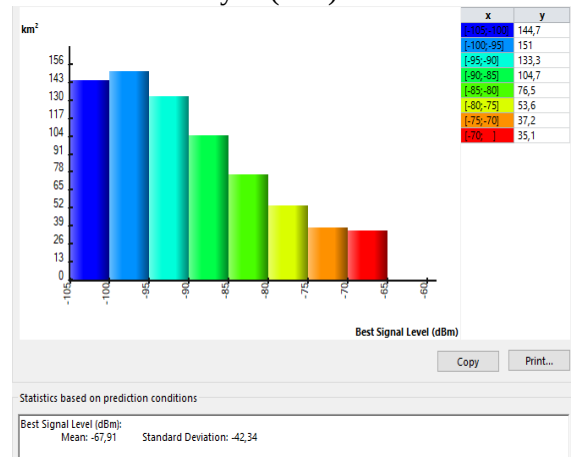
Dan berikut *Generate Report* dari hasil prediksi coverage area e Node B

Name	Surface (km ²)	% of Covered Area
Coverage by Signal Level (DL) 2 tilt	736,09	100
Best Signal Level (dBm) >= -70	35,11	4,77
Best Signal Level (dBm) >= -75	72,31	9,824
Best Signal Level (dBm) >= -80	125,958	17,112
Best Signal Level (dBm) >= -85	202,43	27,501
Best Signal Level (dBm) >= -90	307,122	41,723
Best Signal Level (dBm) >= -95	440,4	59,83
Best Signal Level (dBm) >= -100	591,38	80,341
Best Signal Level (dBm) >= -105	736,09	100

Gambar 11. Generate Report eNode B

Pada hasil Generate Report dapat dilihat bahwa dengan 126 e Node B yang telah diplotting di seluruh wilayah Balikpapan telah mencakupi seluruh wilayah 6 kecamatan yang ada di Balikpapan, dimana luas wilayah Balikpapan 503,3 km² sedangkan dari hasil prediksi perencanaan didapatkan seluas 736,09 km²

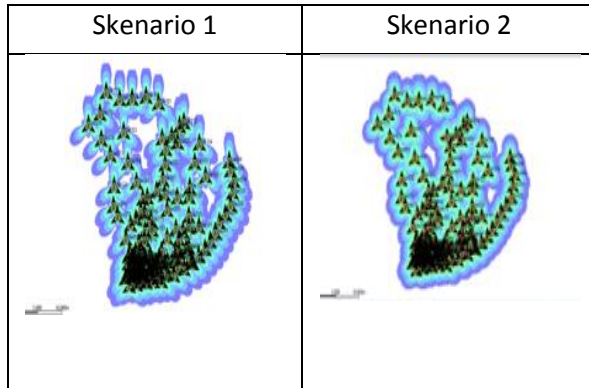
Berikut histogram dari hasil penelitian dalam satuan wilayah (area):



Gambar 12. Histogram (Area)

Untuk kekuatan signal strength (terkuat) ≤ 70 dBm indicator warna merah memiliki luasan wilayah sebesar 35,1 km² sedangkan signal strength (terlemah) antara -105 dBm , -100 dBm) indicator warna biru tua memiliki luasan wilayah 144,7 km² dengan nilai rata-rata (mean) best signal level sebesar -67.91 dBm. Berikut hasil perbandingan coverage area antara skenario 1 dan skenario 2.

Tabel 5. Perbandingan coverage area Skenario 1 dan 2



Pada tabel 6, ditampilkan hasil perbandingan skenario 1 dan skenario 2 dalam hal optimasi jaringan 4G LTE di kota Balikpapan

Tabel 6. Perbandingan hasil parameter jaringan 4G LTE di kota Balikpapan

Parameter	Skenario 1	Skenario 2
RSSI (dBm)	-69,72	-67,91
C/N+I (dB)	5,08	4,16
Throughput(kbps)	11.8034	10.55548
RSRP (dBm)	-115,88	-114,33
BLER	0,03	0,03

Tabel 7. Kategori parameter perfomansi jaringan G LTE

Parameter	Skenario 1	Skenario 2
RSSI (dBm)	Excellent	Excellent
C/N+I (dB)	Good	Fair
RSRP (dBm)	Fair	Fair
BLER	Good	Good

KESIMPULAN

Coverage area optimasi jaringan 4G LTE kota Balikpapan dengan menggunakan skenario seluas 706.608 km² sedangkan dengan skenario 2 seluas 736,09 km². Untuk kedua skenario perancangan di atas sama- sama memiliki unjuk kerja yang bagus karena perfomansi parameter jaringan 4G LTE berada pada range fair (normal) sampai excellent.

SARAN

Untuk penelitian lebih lanjut bisa di lakukan dengan mempertimbangkan penambahan lebar pita (bandwith),

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sekar.Maharani., Ulfah.Maria, (2016), "Perencanaan Jumlah e Node B Jaringan 4G LTE di Kecamatan Balikpapan Timur", Politeknik Negeri Balikpapan
- [2] Ulfah. Maria, (2016), "Analisis Jumlah e Node B LTE untuk kota Balikpapan", Jurnal Sains Terapan. Politeknik Negeri Balikpapan Vol 2 No.1 halaman 56-59.
- [3] Wardhana.Lingga, dkk, (2014), *4G Handbook Edisi Bahasa Indonesia*, www.nulisbuku.com, Jakarta
- [4] Nurhasanah. Rizka, Analisis Perencanaan Layanan Data Di Jaringan LTE Pada Ruas Tol Cawang – Cikarang Utama Menggunakan Metode Adaptive Soft Frequency Reuse
- [5] Industrial Networking Solutions Tips and Tricks: Making Sense of Signal Strength/Signal Quality Readings for Cellular Modems.