

Analisis Kinerja *Radio Frekuensi (RF) Interface* Pada Perangkat Digital *Microwave Digital Fixed Radio System (DFRS)*

RUSTAMAJI¹, RIZKI HADIANSYAH², DWI PUTRA NUGRAHA¹

1. Teknik Elektro Institut Teknologi Nasional (ITENAS)

2. Divisi iDec PT. TELKOM

e-mail : dwinugroh@gmail.com

ABSTRAK

Dalam penelitian ini dilakukan analisis kinerja perangkat radio microwave digital yang digunakan untuk menunjang komunikasi data wireless dengan kapasitas yang besar. Untuk itu diperlukan pengujian untuk mengetahui kehandalan dari perangkat radio microwave digital dengan frekuensi kerja 8 GHz, dimana salah satunya adalah pengujian RF Interface. Analisis kinerja RF Interface terhadap perangkat Radio Microwave Digital tipe Huawei RTN optix 980L meliputi 8 macam pengujian yaitu daya pancar, Frekuensi, Spectrum Mask, Occupation Channel Spacing Bnadwidth, Spurious Emission, Sensitivitas penerima, Modulasi adaptif dan Automatic Daya pancar Control (ATPC). Pengujian ini dilakukan dengan cara simulasi di laboratorium divisi iDec PT.TELKOM. Hasil pengujian kemudian dibandingkan dengan standar STEL yang digunakan sebagai standar PT.TELKOM, didapatkan hasil pengujian daya pancar pada setiap modulasi tidak melebihi margin daya pancar sebesar ± 2 dB, frekuensi tidak melebihi 50 ppm, spectrum mask dinyatakan spektrum tidak melebihi mask yang digunakan, occupation channel spacing bandwidth tidak kurang dari 24 MHz, spurious emission tidak melebihi ≤ 65 dBm untuk spurious power emission dan tidak melebihi ≤ 85 dBm, receive signal level sensitivitas penerima tidak melebihi -67 dBm, fitur modulasi adaptif bekerja sesuai dengan variable attenuator yang diatur, dan fitur automatic transmit power control bekerja sesuai dengan variable attenuator yang diatur. Dari hasil tersebut perangkat dinyatakan layak pada pengujian RF Interface karena sudah sesuai dengan standar yang dipakai yaitu STEL.

Kata kunci : *Radio Microwave Digital , RF Interface, komunikasi data wireless*

ABSTRACT

In this research, an analysis of the performance of digital microwave radio equipment is used to support wireless data communication with a large capacity. It is necessary for the test to determine the reliability of digital microwave radio device with working frequency of 8 GHz, one of which is testing of the RF interface. The analysis of the performance of the RF Interface for Digital Microwave Radio device types Huawei Optix RTN 980L included 8 kinds of testing that was an emittance, Frequency, Spectrum Mask, Occupation Channel Spacing Bandwidth, Spurious Emission, receiver sensitivity, adaptive modulation and automatic transmit power control (ATPC). The test was performed by means of simulation in the laboratory division PT.TELKOM IDEC. The test results were then compared to the standard that was used as a standard STEL PT.TELKOM. The test results were obtained on each modulation transmit power, that it did not exceed the transmit power margin of ± 2 dB, the frequency did not exceed 50 ppm, the declared spectrum mask did not exceed the spectrum

mask was used, the occupation bandwidth channel spacing was not less than 24 MHz, the spurious emission did not exceed 65 dBm for spurious emission power and did not exceed 85 dBm. The receive signal level did not exceed the receiver sensitivity -67 dBm, the adaptive modulation feature worked in accordance with the regulated variable attenuator, and the automatic transmit power control feature worked in accordance with the regulated variable attenuator. By these results, the equipment declared eligibility on the testing of RF interface because it was in accordance with the standards those were used in STEL.

Key Words : *Digital Microwave Radio, RF Interface, kWireless Data Communication*

1. PENDAHULUAN

PT Telkom sebagai operator penyelenggara jasa telekomunikasi di Indonesia mempunyai tujuan untuk memaksimalkan kepuasan pelanggan diantaranya menjaga kualitas kinerja perangkat dengan melakukan pembaharuan perangkat yang sudah ada dengan cara mengadakan perangkat terbaru. Oleh karena itu Divisi iDec melakukan test kehandalan sistem komunikasi radio menggunakan perangkat – perangkat yang ditawarkan oleh vendor sebelum perangkat tersebut digunakan Karena pentingnya mengetahui kehandalan dari perangkat radio yang akan digunakan, maka akan dilakukan pengujian dengan cara simulasi yang salah satunya adalah, pengujian RF *Interface* menggunakan perangkat Microwave Digital Radio. Bertujuan untuk mengetahui kehandalan perangkat tersebut ketika dioperasikan di daerah tertentu di Indonesia dan membandingkan dengan regulasi spesifikasi perangkat yang dipakai oleh Divisi iDec PT Telkom.

Kegiatan penelitian ini mengacu pada hasil penelitian tentang sistem komunikasi microwave digital point to point yang akan di uji dan dianalisa kehandalannya sesuai dengan standar Laboratorium Divisi iDec PT Telkom.

Tujuan penelitian ini adalah prngujian perangkat Radio Microwave Digital tipe Huawei RTN Optix 980L dengan cara simulasi untuk mengetahui kinerja perangkat tersebut dan manfaat dari penelitian ini adalah untuk mengetahui layak atau tidaknya perangkat ini digunakan oleh PT Telkom sesuai spesifikasi yang diminta, kemudian direkomendasikan bahwa perangkat layak digunakan di Indonesia.

Dalam penelitian di jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Nasioal Bandung yang berjudul "Simulasi Peencanaan Adaptive Coded Modulation (ACM) Pada Sistem Transmisi Radiolink Menggunakan DELPHI BORLAND 7.0" yaitu membuat simulasi komunikasi nirkabel atau transmisi gelombang radio menggunakan sistem Adaptive Coded Modulation (ACM) pada dua link transmisi yang berbeda dengan curah hujan (20mm/jam, 50mm/jam) menggunakan tingkat modulasi terendah yaitu 2QAM dan tertinggi adalah 64QAM yang menghasilkan perubahan modulasi pada setiap kondisi cuaca dengan memperhitungkan BER 10⁻⁶, serta link availability 99,99% sehingga pada setiap kondisi apapun sistem ACM dapat memperhitungkan acuan BER 10⁻⁶, serta link availability 99,99% yang disimulasikan menggunakan DELPHI BORLAND 7,0 (**Ridwany, 2015**).

Dalam tugas akhirnya di jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi Manado yang berjudul "Analisis Dan Perancangan Jaringan WiMAX Di Fakultas Teknik UNSRAT Manado" menganalisis dan merancang jaringan menggunakan komunikasi nirkabel berupa gelombang radio yang diterapkan pada jaringan komputer berbasis WiMAX sesuai dengan standar IEEE 802.16. yang dihubungkan melalui BWA dari sektor A ke sektor B. Karena jaringan WiFi hanya dapat menjangkau radius sekitar 30 meter dan kemampuan mengirimkan data hanya 11Mbps yang diatur pada frekuensi 2,4 GHz dan 5 GHz sedangkan jaringan WiMAX memiliki radius 40 – 50 km dan kemampuan mengirimkan data sampai 75Mbps yang berada pada frekuensi 2 – 6 GHz dalam kondisi Line of Sight (Los) maupun Non Line of Sight (NLoS) (**Uang, 2013**).

Dalam tugas akhirnya di jurusan Teknik Elektro Departemen Teknik Elektro Institut Teknologi Telkom Bandung yang berjudul "Analisis Performansi Modulasi Adaptif Terhadap Kondisi Link Radio WiMAX IEEE 802.16d di Bandung" menganalisis teknologi WiMAX dengan standar IEEE 802.16d untuk fixed wireless karena dalam pentransmision sinyal terdapat beberapa permasalahan pada sinyal yang ditransmisikan, antara lain pemantulan, pemencaran, dan

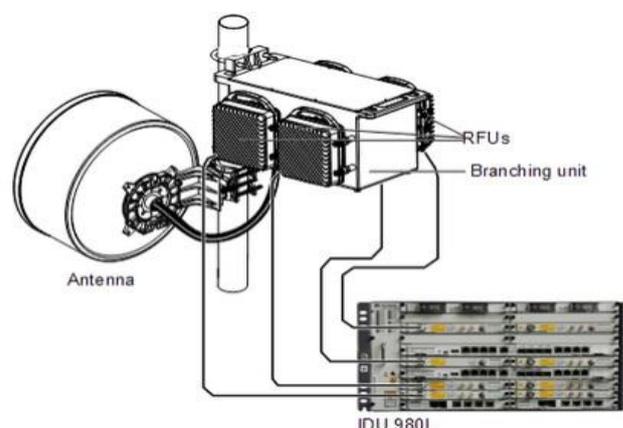
pembiasan. Adanya permasalahan ini dapat menyebabkan noise dan penurunan daya terima yang drastis sehingga kualitas link radio menurun, pada tugas akhir ini dilakukan pengamatan di daerah Bandung yaitu daerah parkir PT. Telkom Divisi Risti yang sekarang menjadi Divisi iDec, Jalan Pasteur, Tol Cileunyi, dan Rancaekek. Data yang diperoleh melalui pengukuran berupa SNR, RSSI, dan Throughput, data tersebut akan dianalisis performansi modulasi adaptifnya. Melalui analisis ini akan didapatkan gambaran mengenai performansi modulasi adaptif untuk berbagai titik pengukuran yang mempunyai kondisi lingkungan yang berbeda – beda (**Panggau, 2008**).

Berdasarkan penjelasan dan penelitian di atas maka dilakukan pengujian yang dilakukan dengan cara simulasi di Lab Divisi iDec PT. Telkom yang kemudian dianalisis Kinerja RF *Interface* Pada Perangkat Digital *Microwave* DFRS (*Digital Fixed Radio System*) dan hasilnya dibandingkan dengan standar S-TEL yang dikeluarkan PT.Telkom, sebagai acuan kelayakan penggunaan perangkat radio *microwave* ini di Indonesia.

2. METODOLOGI

2.1 Deskripsi Perangkat

Perangkat Radio *Microwave* type Huawei RTN 980L ini menggunakan istilah *microwave* atau gelombang mikro, karena bekerja pada frekuensi radio 1 GHz hingga 80 GHz, yang memiliki panjang gelombang dari orde micrometer. Dirancang untuk melayani komunikasi *point to point* dengan jarak yang cukup jauh pada hubungan yang bersifat LOS. Perangkat ini dapat digunakan untuk layanan suara maupun layanan data. Menyediakan modulasi hingga tingkat 1024 QAM serta menyediakan sinyal *spacing* sebesar 28 MHz dengan range *frekuensi* sebesar 8377 MHz untuk *low site* dan 8497 MHz untuk *high site*. Radio *Microwave* type Huawei RTN 980L inipun sudah mendukung TDM/Hybrid/Paket/Routing terintegrasi *IP microwave* dan telah memenuhi frekuensi persyaratan untuk menggelar 2G, 3G dan LTE (*Long Term Evolution*). Perangkat ini terdiri atas dua bagian penting, yaitu IDU (*Indoor Device Unit*) serta ODU (*Outdoor Device Unit*). Perangkat ini juga sudah dilengkapi dengan NMS (*Network Management System*) terintegrasi yang dapat melakukan akses kontrol penuh terhadap parameter – parameter teknis yang menunjang penggunaan perangkat, dan juga untuk monitoring terhadap sistem. Berikut adalah gambar perangkat Radio *Microwave* type Huawei RTN 980L ditampilkan pada Gambar 1 sebagai berikut (**Huawei, 2014**).



Gambar 1. Perangkat Unit Radio Microwave Huawei RTN 980L

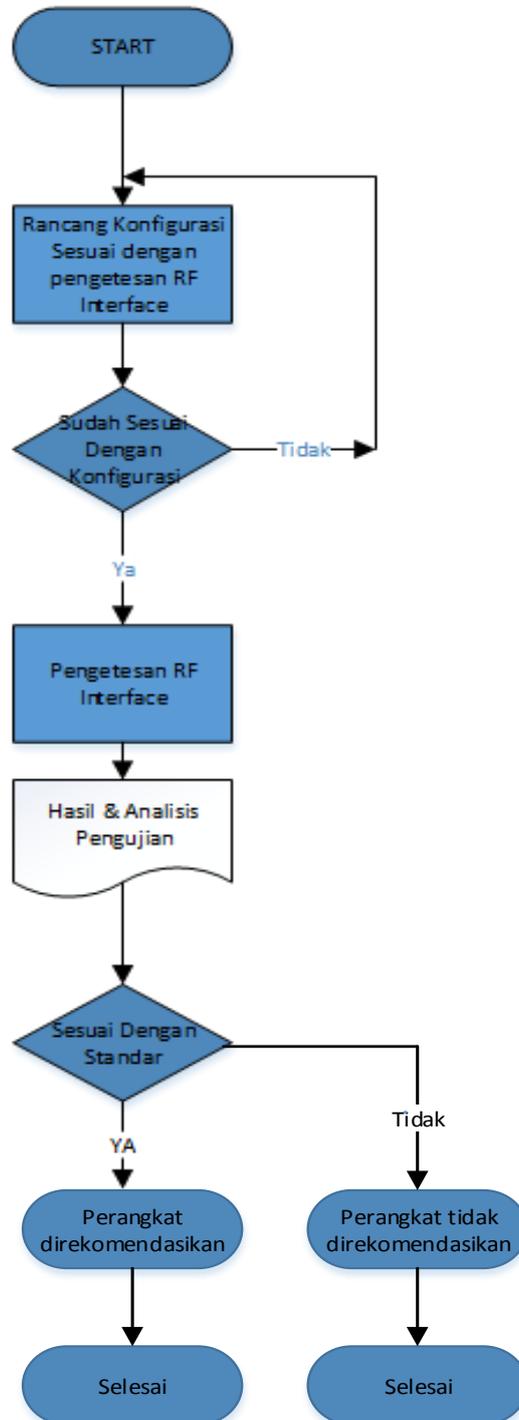
2.2. Pengujian RF Interface

Terdapat beberapa pengujian untuk melakukan analisis terhadap kinerja RF *Interface* perangkat *Radio Microwave Digital* (Kizer, 2013), yaitu :

1. *Daya pancar*
Pengujian *Daya pancar* berfungsi untuk mengetahui besarnya daya yang di pancarkan oleh pemancar karena besarnya daya yang dipancarkan oleh pemancar tidak selalu sesuai dengan pengaturan awal. Maka terdapat *margin* daya pancar sesuai dengan kalisifikasi perangkat yaitu B1, B2 dan B3 pada frekuensi 8 GHz menggunakan standar PT. Telkom yang mengacu pada standar ITU-R F.386-6
2. *Frekuensi*
Pengujian *Frekuensi* bertujuan untuk mengukur frekuensi Tx *output* pada Tx unit. Pengujian ini dilakukan dengan melihat atau memonitoring frekuensi pada alat ukur *frekuensi counter* sekitar 15 sampai 30 menit, berdasarkan standar PT Telkom yang mengacu pada standar ETSI EN 302 217-2-2 V1.1.3 Annex B dengan frekuensi band dari 3GHz sampai 11GHz.
3. *Spectrum Mask*
Spectrum Mask berfungsi untuk memverivikasi bahwa spektrum frekuensi *output* dalam batas – batas yang ditentukan dari standar PT Telkom, mengacu pada standar ETSI EN 302 217-2-2 V1.1.3 Annex B dengan *frekuensi band* dari 3GHz sampai 11GHz. Pengujian *spectrum mask* dilakukan pada setiap modulasi menggunakan alat ukur *spektrum analyzer* yang dihubungkan dengan keluaran ODU.
4. *Occupation Channel Spacing Bandwidth*
Pengujian *Occupation Channel Spacing Bandwidth* bertujuan untuk mengukur *bandwidth* dari *channel spacing* Tx *output* pada Tx unit, standar yang dipakai adalah standar PT. Telkom yang mengacu pada standar ITU – R Recommendation F.368-9 dengan band frekuensi 8 GHz.
5. *Spurious Emission*
Pengujian *Spurious Emission* bertujuan untuk mengukur *Spurious Emission* Tx *output* pada Tx unit. Pengujian *Spurious Emission* dibagi menjadi dua yaitu, *power emission* dan *floor emission*. Keduanya mempunyai batasan yang dapat ditoleransi sesuai dengan standar PT Telkom yang mengacu pada standar ETSI EN 301 390 V1.2.1.
6. *Sensitivitas penerima*
Pengujian *Sensitivitas penerima* berfungsi untuk mengetahui level daya terkecil yang masih mampu diterima oleh ODU di penerima, berdasarkan standar PT Telkom yang mengacu pada standar ETSI EN 217-2-2 V1.1.3 Annex B dengan band frekuensi 3GHz sampai 11GHz.
7. *Modulasi adaptif*
Pengujian *Modulasi Adaptive* bertujuan untuk mengetahui fungsi modulasi adaptif yang didukung oleh perangkat DFRS, untuk lalu lintas data IP atau Ethernet yang bergantung pada kualitas transmisi.
8. *Automatic Daya pancar Control (ATPC)*
Pengujian ATPC bertujuan untuk mengetahui fungsi ATPC untuk mendukung komunikasi DFRS.

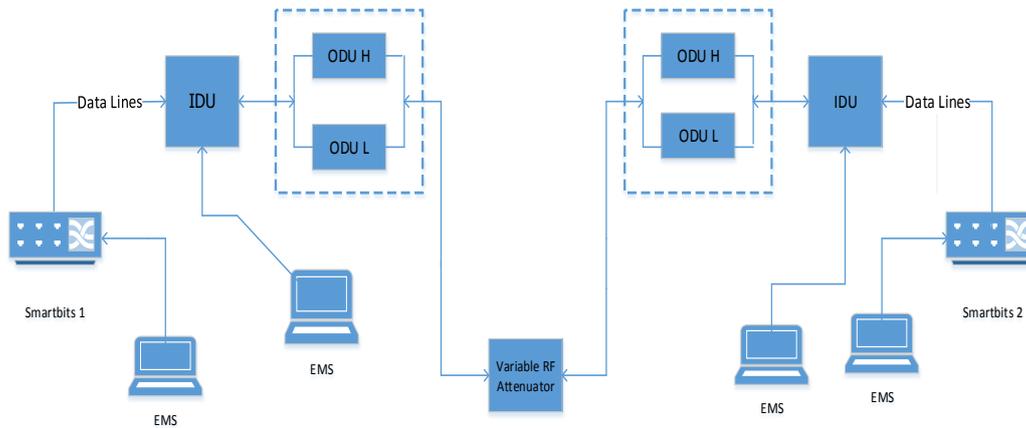
2.3 Skematik Pengukuran

Secara keseluruhan pengukuran perangkat dalam penelitian ini dapat digambarkan sebagai berikut dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. *Flow Chart* pengukuran Perangkat Digital *Microwave*

Konfigurasi dasar dari pengukuran RF *Interface* dilakukan dengan cara simulasi komunikasi radio *microwave digital* di laboratorium Divisi iDec PT.Telkom, dapat dilihat blok diagram konfigurasi standar pada Gambar 3 sebagai berikut.



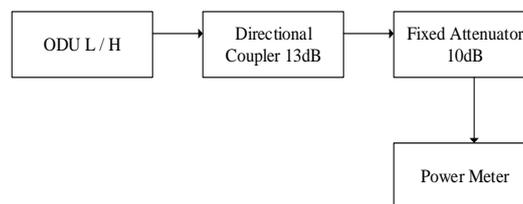
Gambar 3. Blok diagram konfigurasi pengukuran.

Dengan konfigurasi simulasi tersebut dimungkinkan untuk melakukan pengujian RF *Interface* yang nantinya akan diubah sesuai dengan pengukuran yang akan dilakukan pada perangkat radio microwave digital dengan bantuan beberapa alat ukur diantaranya *Power Meter*, *Frekuensi Counter*, *Spectrum Analyzer* dan *Ixia electronic management system (R&D Center, 2010)*.

3. PENGUJIAN DAN ANALISIS

3.1 Daya Pancar

Daya Pancar standar yang diterapkan oleh STEL yang mengacu pada standar ITU-R F.386-6 adalah $\pm 2\text{dB}$ dengan klasifikasi perangkat adalah B3. Pengukuran daya pancar dilakukan dengan menggunakan power meter. Diagram pengukuran daya pancar ditampilkan pada Gambar 4 sebagai berikut :



Gambar 4. Diagram Blok Pengukuran Daya pancar

Dari pengukuran rangkaian daya pancar diatas didapatkan besarnya daya pancar pada perangkat sebagai berikut ditampilkan pada Tabel 1 dan Tabel 2 sebagai berikut.

Tabel 1 Daya pancar pada ODU *Low site*

No.	Modulation	<i>TX power setting</i> (dBm)	Tolerance (dB)	<i>Actual TX power Output</i> (dBm)
1	QPSK	31.5	1,2	30,3
2	16 QAM	31.5	1,25	30,25
3	32 QAM	31.5	1,19	30,31
4	64 QAM	31.5	1,18	30,32
5	128 QAM	31.5	1,2	30,3
6	256 QAM	29.5	1,11	28,39
7	512 QAM	29.5	1,1	28,4
8	1024 QAM	27.5	0,96	26,54

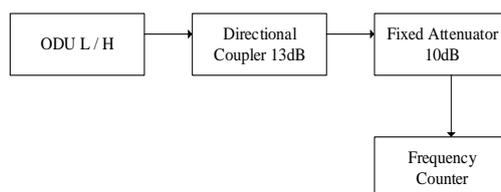
Tabel 2 Daya pancar pada ODU *High Site*

No.	Modulation	<i>TX power setting</i> (dBm)	Tolerance (dB)	<i>Actual TX power Output</i> (dBm)
1	QPSK	31.5	0,81	30,69
2	16 QAM	31.5	0,75	30,75
3	32 QAM	31.5	0,76	30,74
4	64 QAM	31.5	0,78	30,72
5	128 QAM	31.5	0,63	30,87
6	256 QAM	29.5	0,66	28,84
7	512 QAM	29.5	0,61	28,89
8	1024 QAM	27.5	0,41	27,09

Pada Tabel 1 dan Tabel 2 dapat dilihat setelah ditambahkan dengan nilai *fix attenuator* sebesar 10 dB, *directional coupler* 13 dB dan *branching loss* 3,35 dB nilai toleransi terbesar ODU low site terdapat pada modulasi 16 QAM yaitu sebesar 1,25 dB dan nilai toleransi terbesar ODU high site terdapat pada modulasi QPSK yaitu sebesar 0,81 dB, kedua nilai tersebut sesuai dengan standar yang dipakai yaitu ITU-R F.386-6 annex 4 dengan perangkat yang termasuk dalam klasifikasi B3 nilai maksimum toleransi daya pancar sebesar ± 2 dB.

3.2 Frekuensi

Pengukuran frekuensi dilakukan dua kali pengukuran dari setiap site dengan menggunakan alat ukur *frequency counter*, berikut adalah diagram blok pengujian frekuensi ditampilkan pada Gambar 5 sebagai berikut.



Gambar 5. Diagram Blok Pengukuran Frekuensi

Dari pengukuran frekuensi didapatkan frekuensi keluaran pada ODU ditampilkan pada Tabel 3 dan Tabel 4 sebagai berikut.

Tabel 3 Hasil pengukuran frekuensi Pada *Low Site*

No.	Frekuensi setting	Test Result	ppm
1	7747000000	7746996437	0.574846068
2	7925600000	7925595444	0.459919969

Tabel 4 hasil pengukuran frekuensi pada *high site*

No. 1	Frekuensi setting	Test Result	Ppm
1	8059000000	8059005502	0,682714977
2	8236920000	8236919221	0,094574185

Dapat dilihat pada Tabel 3 dan Tabel 4 pengukuran dilakukan satu kali dengan dua frekuensi yang berbeda pada setiap site dengan waktu pengujian 15 menit satu kali pengujian.

Pada pengukuran frekuensi standar yang dipakai adalah ETSI EN 302 217-2-2 V1.1.3 Annex B, berdasarkan standar tersebut perangkat ini masuk dalam klasifikasi B3 dengan batas standar stabilitas frekuensi sebesar ± 50 ppm (*parts per million*), berikut adalah perhitungan untuk mendapatkan nilai ppm.

$$\text{ppm} = \frac{(\text{test result} - \text{frequency setting})}{\text{frequency setting} \times 1000000} \quad (1)$$

Perhitungan ppm pada *low site* :

$$0.574846068 \text{ ppm} = \frac{(7746996437 - 7747000000)}{7747000000 \times 1000000}$$

$$0.459919969 \text{ ppm} = \frac{(7925595444 - 7925600000)}{7925600000 \times 1000000}$$

Perhitungan ppm pada *high site* :

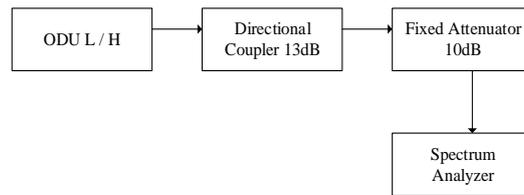
$$0.682714977 \text{ ppm} = \frac{(8059005502 - 8059000000)}{8059000000 \times 1000000}$$

$$0.094574185 \text{ ppm} = \frac{(8236919221 - 8236920000)}{8236920000 \times 1000000}$$

Dari hasil perhitungan didapat nilai ppm dari kedua frekuensi nilai ppm terbesar adalah **0.682714977** ppm pada frekuensi **8059000000** Hz dapat dilihat pada tabel 4, nilai ppm diatas sesuai dengan standar yang dipakai yaitu ETSI EN 302 217-2-2 V1.1.3 Annex B dengan nilai ppm adalah sekitar 50 ppm.

3.3 *Spectrum Mask*

Pengukuran ini dilakukan menggunakan alat ukur *Spectrum Analyzer* untuk mengetahui bahwa spektrum frekuensi *output* dalam batas – batas yang ditentukan dari standar yang dipakai berikut adalah blok diagram pengukuran *spectrum mask* yang ditampilkan pada Gambar 6 sebagai berikut.



Gambar 6. Diagram Blok Pengujian *Spectrum Mask*

Dari pengukuran *spectrum mask* diatas didapatkan *output* berikut yang ditampilkan pada Tabel 5 sebagai berikut :

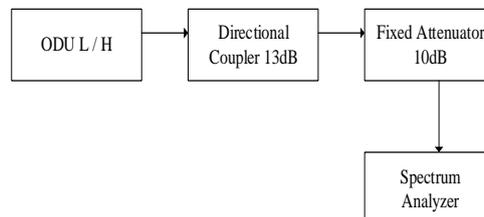
Tabel 5 Hasil pengukuran *spectrum mask* pada *low site* dan *high site*

No.	Site	Modulasi	Hasil
1	Low	64 QAM	Passed
2	Low	128 QAM	Passed
3	Low	256 QAM	Passed
4	Low	512 QAM Light	Passed
5	Low	512 QAM	Passed
6	Low	1024 QAM	Passed
7	High	64 QAM	Passed
8	High	128 QAM	Passed
9	High	256 QAM	Passed
10	High	512 QAM Light	Passed
11	High	512 QAM	Passed
12	High	1024 QAM	Passed

Dari Tabel 5 didapat hasil pengukuran pada low site dan high site dengan menggunakan modulasi 64 QAM, 128 QAM, 256 QAM, 512 QAM, 512 QAM Light dan 1024 QAM memenuhi standar ETSI EN 302 217-2-2 V1.1.3 Annex B.

3.4 Occupation Channel Spacing Bandwidth

Pengukuran *occupation channel spacing bandwidth* ini menggunakan alat ukur *Spectrum Analyzer* berikut ditampilkan pada gambar blok diagram pengujian *occupation channel spacing bandwidth* ditampilkan pada Gambar 7 sebagai berikut.



Gambar 7. Diagram Blok pengukuran *Occupation Channel Spacing Bandwidth*

Pengukuran ini bertujuan agar jarak antara kanal yang dipakai tidak bersinggungan satu sama lain berdasarkan standar yang dipakai yaitu ITU – R Recommendation F.368-9. Berikut adalah tabel hasil pengukuran *occupation channel spacing bandwidth* ditampilkan pada Tabel 6 dan Tabel 7, sebagai berikut.

Tabel 6 Hasil pengukuran *Occupation Spacing Channel Bandwidth Low site*

No.	Modulasi	Frequency carrier	Occupation bandwidth
1	64 QAM	7,92536 GHz	25,120 MHz
2	128 QAM	7,92536 GHz	25,120 MHz
3	256 QAM	7,92536 GHz	25,120 MHz
4	512 QAM Light	7,92536 GHz	25,120 MHz
5	512 QAM	7,92536 GHz	25,120 MHz
6	1024 QAM	7,92536 GHz	25,120 MHz

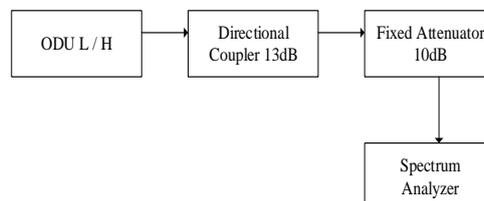
Tabel 7 Hasil pengukuran *Occupation Spacing Channel Bandwidth High site*

No.	Modulasi	Frequency Carrier	Occupation Bandwidth
1	64 QAM	8,23676 GHz	24,960 MHz
2	128 QAM	8,23676 GHz	24,960 MHz
3	256 QAM	8,23676 GHz	24,960 MHz
4	512 QAM Light	8,23676 GHz	24,960 MHz
5	512 QAM	8,23676 GHz	24,960 MHz
6	1024 QAM	8,23676 GHz	24,960 MHz

Dapat dilihat dari Tabel 6 dan Tabel 7, hasil pengukuran *occupation Channel spacing bandwidth* pada low site didapatkan hasil *occupation channel bandwidth* sebesar 25.120 MHz pada *low site* dan pada *high site* adalah 24,960 MHz ini berarti hasil yang didapat memenuhi standar yang dipakai yaitu standar ITU – R Recommendation F.368-9, hasil pengujian tersebut lebih besar dari standar terukur 3 dB dari puncak *spectrum occupation channel spacing bandwidth* dengan spesifikasi *channel spacing bandwidth* pada perangkat sebesar 28 MHz.

3.5 *Spurious Emission*

Pengukuran *spurious emission* menggunakan alat ukur *Spectrum Analyzer*, berikut adalah diagram blok pengukuran *spurious emission* yang ditampilkan pada Gambar 8 sebagai berikut :



Gambar 8. Diagram Blok Pengukuran *Spurious Emission*

Dari pengukuran *Spurious Emission* diatas didapatkan *output* berikut yang ditampilkan pada Tabel 8 dan Tabel 9 sebagai berikut.

Tabel 8 Hasil pengukuran *spurious emission* pada *low site*

No.	Channel Spacing	Modulasi	Spurious power Emission (dBm) ≤ 65 dBm	Spurious Noise Floor (dBm) ≤ 85 dBm
1	28	64 QAM	-92,67	-89,79
2	28	128 QAM	-92,7	-89,89
3	28	256 QAM	-93,26	-89,82
4	28	512 QAM light	-93,17	-89,69
5	28	512 QAM	-93,09	-89,65
6	28	1024 QAM	-93,28	-89,59

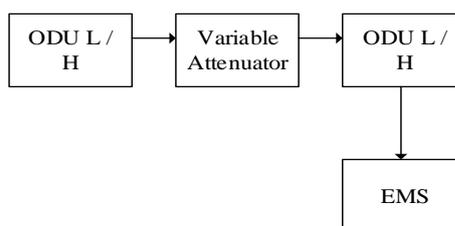
Tabel 9 Hasil pengukuran *spurious emission* pada *high site*

No.	Channel Spacing (MHz)	Modulasi	Spurious power Emission (dBm) ≤ 65 dBm	Spurious Noise Floor (dBm) ≤ 85 dBm
1	28	64 QAM	-83,53	-91,05
2	28	128 QAM	-92,05	-88,96
3	28	256 QAM	-92,85	-91,30
4	28	512 QAM light	-92,24	-91,07
5	28	512 QAM	-92,95	-91,13
6	28	1024 QAM	-92,84	-91,25

Dapat dilihat pada Tabel 8 dan Tabel 9, hasil pengukuran pada *spurious power emission*, yang terbesar adalah -83,53 dBm pada modulasi 64 QAM dan pengukuran *spurious noise floor* terbesar adalah -88,96 dBm pada modulasi 128 QAM. Hasil ini menunjukkan bahwa perangkat tersebut memenuhi standar yang dipakai yaitu ETSI EN 301 390 V1.2.1 untuk pengujian *spurious emission* yang telah ditentukan adalah ≤ 65 dBm untuk *spurious power emission* dan ≤ 85 dBm untuk *spurious noise floor*.

3.6 Sensitivitas Penerima

Pengukuran sensitivitas penerima menggunakan alat ukur Ixia sebagai *Electronic management system* yang ditempatkan di penerima, berikut adalah blok diagram pengukuran sensitivitas penerima yang ditunjukkan pada Gambar 9 sebagai berikut.

Gambar 9. Diagram Blok Pengukuran *Sensitivitas penerima*

Dari pengukuran sensitivitas penerima didapatkan *output* berikut yang ditampilkan pada Tabel 10 dan Tabel 11 sebagai berikut.

Tabel 10 Hasil pengukuran sensitivitas penerima pada low site

No.	Modulasi	RSL pada BER 10^{-6}
1	64 QAM	-76.2 dBm
2	128 QAM	- 72.7 dBm
3	256 QAM	-70.7 dBm
4	512 QAM Light	-67 dBm
5	512 QAM	-67.6 dBm
6	1024 QAM	-64.2 dBm

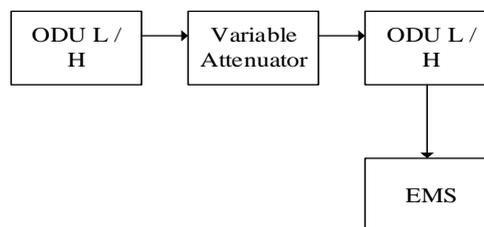
Tabel 11 Hasil pengukuran sensitivitas penerima pada high site

No.	Modulasi	RSL pada BER 10^{-6}
1	64 QAM	-76.4 dBm
2	128 QAM	- 72.7 dBm
3	256 QAM	-70.9 dBm
4	512 QAM Light	-67.1 dBm
5	512 QAM	-67.8 dBm
6	1024 QAM	-64.7 dBm

Dapat dilihat pada Tabel 10 dan Tabel 11, Dari hasil pengukuran didapatkan nilai sensitivitas penerima pada *low site* yang terbesar adalah - 67 dBm dengan modulasi 512 QAM Light dan *high site* adalah - 67,1 dBm, sedangkan spesifikasi standar ETSI EN 217-2-2 V1.1.3 Annex B dengan klasifikasi RSL -67 dBm untuk BER 10^{-6} . Ini berarti nilai yang didapat dari hasil pengukuran perangkat tersebut masih memenuhi standar yang dipakai pada pengujian ini.

3.7 Modulasi Adaptif

Pengukuran modulasi adaptif menggunakan alat ukur Ixia sebagai *Electronic management system* yang ditempatkan di penerima, berikut adalah blok diagram pengujian *modulasi adaptif* yang ditunjukkan pada Gambar 10 sebagai berikut.



Gambar 10. Diagram Blok Pengukuran Modulasi adaptif

Dari pengukuran Modulasi adaptif didapatkan *output* berikut yang ditampilkan pada Tabel 12 sebagai berikut.

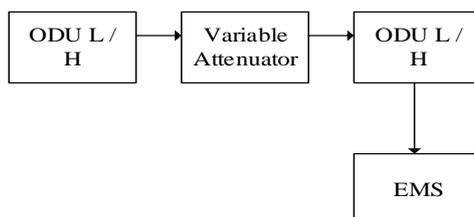
Tabel 12 Hasil pengukuran Modulasi adaptif pada *low site* dan *high site*

No.	Site	Modulasi	Bits Sent rate	Bits Received rate
1	Low	1024 QAM	987.050409	210.462504
2	High	1024 QAM	987.047371	210.461856
4	Low	512 QAM	987.021368	187.661310
5	High	512 QAM	987.020228	187.661310
6	Low	512 QAM Light	987.044419	199.588377
7	High	512 QAM Light	987.040870	199.596735
8	Low	256 QAM	987.036515	175.818784
9	High	256 QAM	987.028611	175.811531
10	Low	128 QAM	987.015783	154.888370
11	High	128 QAM	987.034070	154.888277
12	Low	64 QAM	987.038632	125.151117
13	High	64 QAM	987.022928	125.152145
14	Low	32 QAM	987.036832	104.375917
15	High	32 QAM	987.017249	104.376418
16	Low	16 QAM Strong	987.028263	69.859013
17	High	16 QAM Strong	987.026633	69.862264
18	Low	16 QAM	987.015252	81.633677
19	High	16 QAM	987.031076	81.644792
20	Low	QPSK Strong	987.020265	34.517707
21	High	QPSK Strong	987.020265	34.542180
22	Low	QPSK	987.022947	40.418492
23	High	QPSK	987.024116	40.418540

Dapat dilihat dari Tabel 12, dikirimkan 1 Mbps Bit sent rate yang kemudian nilai variable attenuator diatur sampai modulasi yang digunakan berubah dapat dilihat nilai terkecil pada bit receive rate terkecil terdapat pada modulasi QPSK Strong baik pada low site maupun high site. Pada pengujian ini hanya untuk mengetahui bahwa fitur modulasi adaptif pada perangkat ini bekerja sampai dengan modulasi terendah yaitu QPSK.

3.8 Automatic Transmit Power Control (ATPC)

Pengukuran ATPC menggunakan alat ukur Ixia sebagai Electronic management system yang ditempatkan di penerima, berikut adalah blok diagram pengukuran ATPC yang ditunjukkan pada gambar 11 sebagai berikut.



Gambar 11. Diagram Blok Pengukuran ATPC

Dari pengukuran ATPC didapatkan sebagai contoh hasil pengujian pada 16 QAM yang ditampilkan pada Tabel 13 sebagai berikut.

Tabel 13 hasil pengukuran ATPC pada modulasi 16 QAM

No.	Site	Variable Attenuator	Tx Power
1	Low	0 dB	6.2 dBm
2	High	0 dB	6 dBm
3	Low	4 dB	8.2 dBm
4	High	4 dB	9.8 dBm
5	Low	11 dB	16.1 dBm
6	High	11 dB	13.8 dBm
7	Low	15 dB	20.1 dBm
8	High	15 dB	20.1 dBm
9	Low	20 dB	24.4 dBm
10	High	20 dB	26.2 dBm
11	Low	25 dB	28 dBm
12	High	25 dB	30.3 dBm
13	Low	27 dB	31.4 dBm
14	High	27 dB	31.3 dBm

Dapat dilihat pada Tabel 13 modulasi 16 QAM didapatkan 7 nilai redaman pada masing – masing *site* dengan nilai *power transmit maksimum adalah 31,4 dBm terdapat pada low site dengan nilai variable attenuator* sebesar 27 dB.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1. Kesimpulan

Dari hasil pengukuran yang dilakukan di Lab Divisi iDec PT. Telkom yang dilakukan pada perangkat Microwave Digital Radio tipe Huawei RTN Optix 980L beberapa hal yang berkaitan dengan kinerja *RF Interface* dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Pada pengujian *daya pancar* perangkat hasil yang didapat pada alat ukur *power meter* dan dilakukan perhitungan, maka hasil pengujian ini memenuhi standar yang dipakai pada pengujian ini yaitu ITU-R F.386-6 annex 4 dengan nilai toleransi tidak melebihi ± 2 dB.
2. Pada pengukuran *frekuensi* pada perangkat hasil yang tertera pada alat ukur frekuensi counter, dilakukan perhitungan didapatkan hasil yang memenuhi standar yang dipakai yaitu ETSI EN 302 217-2-2 V1.1.3 Annex B dengan nilai tidak melebihi 50 ppm.
3. Pengujian *spectrum mask* pada perangkat ini menggunakan alat ukur *spectrum analyzer* didapatkan hasil, memenuhi standar yang dipakai yaitu ETSI EN 302 217-2-2 V1.1.3 Annex B.
4. Pengukuran *occupation channel spacing bandwidth* menggunakan *spectrum analyzer* pada perangkat didapatkan hasil, memenuhi standar yang dipakai yaitu ITU – R Recommendation F.368-9 dengan nilai yang lebih besar dari 24 MHz, terukur 3 dB dari puncak frekuensi.
5. Pada pengukuran *spurious emission* yang terdiri dari *power emission* dan *noise floor*, digunakan alat ukur *spectrum analyzer* didapatkan hasil yang memenuhi standar yang dipakai yaitu ETSI EN 301 390 V1.2.1 dengan nilai ≤ 65 dBm untuk *power emission* dan ≤ 85 dBm untuk *spurious noise floor*.

6. Pada pengukuran *sensitivitas penerima* digunakan Ixia didapatkan hasil yang memenuhi syarat yang dipakai yaitu ETSI EN 217-2-2 V1.1.3 Annex B dengan klasifikasi RSL -67 dBm untuk BER 10^{-6}
7. Pada pengukuran *modulasi adaptif* digunakan ixia didapatkan kesimpulan bahwa fitur modulasi adaptif bekerja ini terlihat jika semakin besar redaman yang diatur pada variable attenuator maka modulasi akan menyesuaikan berdasarkan jumlah bit yang diterima pada perangkat Microwave Digital Radio tipe Huawei RTN Optix 980L
8. Pada pengukuran *automatic daya pancar control* (ATPC) didapatkan ixia didapatkan kesimpulan bahwa fitur ATPC bekerja ini terlihat jika semakin besar redaman yang diatur pada variable attenuator maka nilai *daya pancar* akan meningkat hingga kapasitas maksimum dari modulasi yang dipakai pada perangkat *Microwave Digital Radio* tipe Huawei RTN Optix 980L.

Secara keseluruhan perangkat *Microwave Digital Radio* tipe Huawei RTN Optix 980L ini bekerja dengan semestinya tanpa adanya parameter tes yang tidak memenuhi standar STEL yang digunakan pada pengukuran.

4.2. Saran

Saran yang diajukan untuk perbaikan pengujian kinerja perangkat *Radio Microwave Digital* selanjutnya adalah sebagai berikut.

1. Sebaiknya dilakukan dengan kondisi simulasi dengan jarak yang sebenarnya dengan menggunakan transmisi radio sesungguhnya.
2. Pengujian dilakukan dengan berbagai kondisi lingkungan pada perangkat untuk mensimulasikan keberadaan perangkat dalam kondisi sebenarnya.
3. Dilakukan pengujian berulang pada semua parameter untuk mendapat hasil yang lebih akurat.

DAFTAR RUJUKAN

- Kizer, George. (2013). Digital Microwave Commication. United States of America: Institute of Electrical and Electronics Engineers, inc.
- Huawei. (2014). Optix RTN 980L Product Documentation.
- R&D Center. (2010). Prosedur Pengujian Perangkat Digital Fixed Radio System Point to Point. Bandung: PT. Telekomunikasi Indonesia Tbk.
- Ridwany, Irsyad. (2015). Simulasi Peencanaan Adaptive Coded Modulation (ACM) Pada Sistem Transmisi Radiolink Menggunakan DELPHI BORLAND 7.0. Bandung: Intitut Teknologi Nasional
- Uang, Antonie. (2013). Analisis Dan Perancangan Jaringan WiMAX Di Fakultas Teknik UNSRAT Manado. Manado: Universitas Sam Ratulangi.
- Panggau, Yacob. (2008). Analisis Performansi Modulasi Adaptif Terhadap Kondisi Link Radio WiMAX IEEE 802.16 d di Bandung. Bandung: Institut Teknologi Telkom.