
Studi Penentuan Spesifikasi Teknis Terminal *Wideband Code Division Multiple Access (WCDMA)* Frekuensi 900 MHz melalui Uji Laboratorium *Study of Technical Specification Determination for Wideband Code Division Multiple Access (WCDMA)* User Equipments at 900 MHz through Laboratory Testing

Sri Ariyanti

*Puslitbang Sumber Daya dan Perangkat Pos dan Informatika
Jl. Medan Merdeka Barat No.9 Jakarta 10110*

sri.ariyanti@kominfo.go.id

Naskah diterima: 23 Mei 2014; Direvisi: 9 Juni 2014; Disetujui: 20 Juni 2014

Abstract— According to Kepmen No.504/KEP/M.KOMINFO/08/2012 about Permission of implementation Indosat Mobile Cellular Network, the ministry has given permission to Indosat for deploying WCDMA technology on frequency 900 MHz. It gives advantage for cellular coverage, that is wider than on frequency 2100 MHz. Based on data from Center for Telecommunication Equipment Testing, the number of WCDMA 900 MHz mobile equipments had been propose for testing from January until March 2014 are 197 types, however the government have not issued the regulation of this technical specifications. There for, It is necessary to define them. This research addressed to know the conformity between WCDMA 900 MHz mobile equipments testing and 3GPP TS 34.121-1. Beside that it compared the testing result between WCDMA 900 MHz and 2100 MHz of them. It was also defined the technical specifications of their WCDMA 900 MHz in Indonesia. This study used quantitative data approach through laboratorium testing of radio frequency in Center for Telecommunication Equipment Testing, Bekasi. The result of this study showed that the technical specifications of WCDMA 900 MHz terminals have been appropriate with 3GPP TS 34.121-1. The terminals of WCDMA 2100 MHz almost same as 900 MHz except receiver sensitivity. The requirements of WCDMA 900 MHz terminals is not necessary to conform with the terminals that are assembled in Indonesia. This requirements ought to refer to 3GPP TS 34.121-1 due to the terminals that are assembled in Indonesia as same as made in China.

Keywords— technical specifications, WCDMA 900 MHz, testing

Abstrak— Sesuai dengan Kepmen No.504/KEP/M.KOMINFO/08/2012 tentang Izin Penyelenggaraan Jaringan Bergerak Seluler Indosat,

pemerintah telah memberikan ijin kepada Indosat untuk menggelar teknologi WCDMA pada pita frekuensi 900MHz. Penggelaran teknologi WCDMA pada pita frekuensi 900 MHz memberikan keuntungan dalam sisi *coverage*. Jangkauan teknologi WCDMA pada frekuensi 900 MHz lebih besar dibandingkan dengan menggunakan frekuensi 2100 MHz. Berdasarkan data yang diperoleh dari Balai Besar Pengujian Perangkat Telekomunikasi, jumlah terminal WCDMA 900 MHz yang diajukan dari bulan Januari – Maret 2014 sebanyak 197 *merk/tipe*. Namun sampai saat ini pemerintah belum mengeluarkan peraturan persyaratan teknis terminal WCDMA 900 MHz. Oleh karena itu perlu adanya kajian untuk memntukan persyaratan teknis terminal WCDMA 900 MHz. Sehingga dalam penelitian ini bertujuan untuk mengetahui apakah persyaratan teknis hasil pengukuran terminal WCDMA 900 MHz sudah sesuai dengan yang ditetapkan oleh 3GPP TS 34.121-1, menguji dan membandingkan apakah persyaratan teknis terminal WCDMA 900 MHz sama dengan WCDMA 2100 MHz dan menentukan persyaratan teknis terminal WCDMA 900 MHz di Indonesia. Penelitian ini menggunakan pendekatan data kuantitatif melalui uji laboratorium frekuensi radio di Balai Besar Pengujian Perangkat Telekomunikasi, Bekasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa persyaratan teknis hasil pengukuran terminal WCDMA 900 MHz sudah memenuhi yang ditetapkan oleh 3GPP TS 34.121-1, Persyaratan teknis terminal WCDMA 2100 MHz dan 900 MHz sama, kecuali sensitivitas penerima, tidak perlu adanya penyesuaian persyaratan teknis terminal WCDMA yang dirakit di Indonesia, Persyaratan teknis terminal WCDMA 900 MHz sebaiknya mengacu pada 3GPP TS 34.121-1 karena terminal WCDMA yang dirakit di Indonesia mempunyai spesifikasi relatif sama dengan yang dibuat dan dirakit di Cina.

Kata Kunci : persyaratan teknik, WCDMA 900 MHz, pengujian

I. PENDAHULUAN

Pelanggan seluler di Indonesia dari tahun ke tahun mengalami peningkatan yang cukup signifikan. Berdasarkan data yang diperoleh dari ITU, pelanggan seluler di Indonesia mencapai lebih dari 250 juta pelanggan, melebihi jumlah penduduk Indonesia yaitu sekitar 230 juta jiwa. Hal ini dikarenakan pengguna seluler mempunyai *Hand Phone* ataupun *sim card* lebih dari satu.

Seiring dengan perkembangan teknologi, pada tahun 2005 teknologi 3G diterapkan di Indonesia untuk memenuhi kebutuhan pelanggan *mobile data*. Teknologi 3G tersebut diantaranya adalah teknologi WCDMA (*Wideband Code Division Multiple Access*) atau disebut juga UMTS (*Universal Mobile Telecommunication System*). Dengan adanya teknologi WCDMA pelanggan dapat mengakses data dengan kecepatan hampir mencapai 384 Kbps. Sebelumnya pelanggan menggunakan layanan GPRS untuk mengakses data yang hanya kecepatan mencapai 56 kbps – 115 kbps, dengan adanya teknologi 3G pelanggan dapat mengakses layanan internet dengan lebih cepat.

Jaringan UMTS (*Universal Mobile Telecommunication System*) didesain untuk mengirimkan berbagai jenis layanan secara fleksibel, dimana setiap layanan baru tidak memerlukan optimisasi jaringan tertentu. Selain fleksibel, WCDMA memberikan solusi kemampuan yang lebih dengan adanya layanan baru.

Layanan teknologi 3G memberikan kemudahan bagi pelanggan dalam mengakses layanan data secara *mobile*, sehingga tak heran apabila pelanggan layanan internet mengalami peningkatan yang cukup signifikan dari tahun ke tahun. Berdasarkan data yang diperoleh dari ITU, dari 100 penduduk di Indonesia yang menggunakan internet pada tahun 2012 yaitu sebanyak 15 orang. Sebelumnya pada tahun 2005 pengguna internet di Indonesia hanya sekitar 3-4 orang. Peningkatan pengguna internet ini tidak terlepas dari pengaruh adanya diterapkannya teknologi 3G yang memberikan kemudahan mengakses internet dimanapun dan kapanpun selama masih dalam jangkauan 3G.

Peningkatan jumlah pelanggan internet ini tentu saja sangat mempengaruhi penggunaan *bandwidth* dan kualitas layanan. Semakin banyak pengguna internet, maka akan dirasa kurangnya *bandwidth* yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan kualitas layanan bagi pelanggan. Seperti kita telah ketahui bahwa frekuensi yang digunakan di Indonesia untuk layanan teknologi 3G yaitu pada frekuensi 2.1 GHz dengan rentang *bandwidth* 60 MHz (1920 MHz -1980 MHz untuk *uplink* dan 2110 MHz – 21670 MHz untuk *downlink*) dibagi 5 operator seluler, dirasa kurang memenuhi kualitas layanan pelanggan apabila trafik *mobile data* semakin naik. Sementara ini pemerintah belum mengeluarkan kebijakan untuk penggelaran teknologi baru dalam rangka memenuhi kualitas layanan *mobile data*. Sehingga salah satu operator seluler yaitu Indosat mengajukan permohonan ijin kepada

pemerintah untuk menggelar teknologi WCDMA pada pita frekuensi 900 MHz. Sesuai dengan permohonan Indosat, pemerintah yaitu melalui Menkominfo Tifatul Sembiring dalam Kepmen No. 504/KEP/M.KOMINFO/08/2012 memberikan ijin kepada Indosat untuk menggelar teknologi WCDMA pada pita frekuensi 900MHz.

Penggelaran teknologi WCDMA pada pita frekuensi 900 MHz memberikan keuntungan dalam sisi coverage. Jangkaun teknologi WCDMA pada frekuensi 900 MHz lebih besar dibandingkan dengan menggunakan frekuensi 2100 MHz. Dengan demikian, teknologi WCDMA 900 MHz cocok digunakan disemua tipe baik daerah rural maupun urban.

Dengan adanya perijinan untuk penggelaran WCDMA 900 MHz, maka perlu adanya standarisasi perangkat WCDMA 900 MHz terutama *handphone*. Berdasarkan data yang diperoleh dari Balai Besar Pengujian Perangkat Telekomunikasi, sebanyak 197 terminal telah diajukan untuk dilakukan pengujian dari bulan Januari sampai Maret 2014. Namun hingga kini pemerintah belum menentukan spesifikasi tekniknya. Oleh karena itu, dalam kajian ini membahas mengenai spesifikasi teknik perangkat yang digunakan untuk teknologi WCDMA 900 MHz khususnya pada terminal atau *handphone*.

Perangkat terminal WCDMA 900 MHz sudah banyak beredar di Indonesia, namun pemerintah belum menentukan spesifikasi tekniknya. Standard pemerintah dalam penentuan spesifikasi teknik perangkat yang digunakan untuk WCDMA 900 MHz berguna dalam sertifikasi perangkat. Selama perangkat belum disertifikasi, maka perangkat tersebut masih ilegal apabila beredar di pasaran. Oleh karena itu permasalahan dalam kajian ini yaitu:

- a. Apakah persyaratan teknis hasil pengukuran terminal WCDMA 900 MHz sudah sesuai dengan yang ditetapkan oleh 3GPP TS 34.121-1 v8.9.0 (2009 – 12)?
- b. Apakah persyaratan teknis terminal WCDMA 900 MHz sama dengan WCDMA 2100 MHz?
- c. Bagaimana persyaratan teknis terminal WCDMA 900 MHz di Indonesia?

Sesuai dengan permasalahan penelitian, maka tujuan dalam penelitian ini adalah:

- a. Mengetahui apakah persyaratan teknis hasil pengukuran terminal WCDMA 900 MHz sudah sesuai dengan yang ditetapkan oleh 3GPP TS 34.121-1.
- b. Menguji dan membandingkan apakah persyaratan teknis terminal WCDMA 900 MHz sama dengan WCDMA 2100 MHz
- c. Menentukan persyaratan teknis terminal WCDMA 900 MHz di Indonesia

Adapun manfaat dalam penelitian ini diharapkan dapat dijadikan acuan bagi pemerintah dalam menentukan persyaratan teknik terminal WCDMA 900 MHz

II. TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

A. Kajian Literatur

Penelitian sebelumnya yang berhubungan dengan penelitian ini antara lain sebagai berikut:

1) *High Speed Downlink Packet Access (HSDPA) – Enhanced Data Rates for UMTS Evolution* oleh Hartmut Klenner dan Andreas Kemper

Penelitian yang dilakukan oleh Hartmut Klenner dan Andreas Kemper menganalisis performansi HSDPA pada jaringan UMTS dengan skenario terdiri dari lingkungan *multi-cellular* dengan berbagai jenis aplikasi. Target HSDPA adalah untuk meningkatkan kapasitas, mengurangi *round trip delay*, dan meningkatkan *peak data rate* sampai 10 Mbps. Untuk mencapai tujuan ini *High Speed Downlink Shared Channel (HS-DSCH)* diperkenalkan (Hartmut klenner & Andreas Kemper, 2009).

Untuk meningkatkan *data rate* pada layanan *packet-switched*, *3rd generation partnership Project (3GPP)* mengembangkan evolusi UMTS berbasis *Wideband Code Division Multiple Access (WCDMA)* yang dikenal sebagai *High Speed Downlink Packet Access (HSDPA)* yang ada dalam spesifikasi release 5. Teknik HSDPA terdiri dari *Adaptive Modulation and Coding (AMC)*, *Hybrid Automatic Repeat Request Mechanism (HARQ)*, *fast cell selection*, dan *Flexible Scheduling*.

Simulasi menggunakan berbagai layanan seperti suara, *web browsing* dan *file download*. Tabel 1 menunjukkan parameter set up trafik dan jumlah user yang aktif per sektor untuk tiap layanan. Semua koneksi dimodelkan secara indenpen dengan proses kedatangan *Poisson user* tiap sektor.

TABEL 1. TRAFIK SETUP UNTUK SIMULASI (LAYANAN AKTIF SECARA SIMULTAN PER SEKTOR)

Service	Setup	1	2	3
	(load)	-25%	-50%	-75%
12.2 kbps voice		10	20	30
Web browsing (HTTP)		5	10	15
File download (FTP)		1	2	3

Adapun parameter radio yang digunakan disajikan pada table 2.

TABEL 2. RADIO PARAMETER YANG DIGUNAKAN UNTUK SIMULASI

Parameter	Nilai yang digunakan
UL frequency	1921.6 MHz
DL frequency	2111.6 MHz
Bandwidth	5.0 MHz
Max. Tx power at Node B	43 dBm
CPICH power	30 dBm

Parameter	Nilai yang digunakan
Combined power of other common control channels	30 dBm
HS-DSCH power	30 dBm
Max. Tx power at UE	21 dBm
DL code orthogonality	0.6
RLC mode	Acknowledged
RLC PDU size	320 bits

Berdasarkan hasil simulasi dapat diambil kesimpulan bahwa HSDPA memberikan *capacity gain* yang besar pada jaringan. Dengan demikian data throughput dapat meningkat dan transmisi *delay* berkurang. Keuntungan bagi jaringan dengan beban yang lebih rendah, dapat menggunakan orde modulasi yang tinggi.

Dengan menggunakan *fast scheduling* dan HARQ, HSDPA menawarkan *flexibility* yang lebih untuk berbagi *resource* antar user. Oleh karena itu, kapasitas jaringan WCDMA untuk multiple tranasmission tidak meningkat secara signifikan, tapi efisiensi *sharing* sumber daya yang terbatas dalam hal *code* dan *power* dapat direalisasikan.

2) *Downlink Scheduling for user equipment served by multiple mobile terminals in cellular system* oleh Yu Wang, Hari Krishna Garg dan Mehul Motani

Penelitian oleh Yu wang, dkk yaitu tentang algoritma penjadwalan *opportunistic downlink*, yaitu *Scheduling scheme for Multiple Mobile Terminals Serving the same User equipment (SMMTSU)* pada *High Speed Downlink Packet Access*, digunakan untuk kondisi ketika ada *User Equipment* yang dilayani oleh *multiple Mobile Terminal (MTs)* pada time-slot sistem seluler. Penelitian Yu Wang, dkk menggunakan tiga skenario yaitu (i) ketika MTs dilayani oleh provider seluler yang sama tetapi scheduler tidak mengetahui keberadaan UEs; (ii) ketika MTs dilayani oleh provider seluler yang sama dan scheduler berada pada base station yang mengetahui keberadaan UEs; dan (iii) ketika MTs dilayani oleh *provider* seluler yang berbeda. Penelitian Yu Wang mengoptimalisasi dan menyajikan sifat SMMTSU skenario (ii). Pada skenario (iii), terlihat bahwa SMMTSU lebih baik digunakan MTs dari satu *provider* seluler dari pada *provider* seluler yang berbeda. Simulasi menggunakan model HSDPA menunjukkan bahwa SMMTSU bekerja dengan baik dan memberikan peningkatan *throughput* sebesar 20% untuk skenario (ii) dibanding dengan skenario (i). Simulasi menunjukkan bahwa secara umum terjadi peningkatan throughput sebesar 7% jika *user* menggunakan layanan dari satu *provider* seluler (Wang, Garg, & Motani, 2013).

3) *Third Generation WCDMA Radio Evolution* oleh Harri Holma and Antti Toskala

High Speed Downlink Packet Access (HSDPA) merupakan evolusi dari teknologi WCDMA dengan *data rate*

downlink packet data yang lebih besar jika dibandingkan dengan WCDMA. HSDPA memanfaatkan Hybrid ARQ dan orde modulasi yang tinggi untuk meningkatkan data-spectral efficiency dan data rate melebihi 10 Mbps. Fitur penting lainnya dalam release 3GPP termasuk teknologi advanced antenna dan standard WCDMA untuk alokasi spektrum baru. Paper dari Harri Holma dan Toskala ini menjelaskan mengenai solusi utama standard 3GPP WCDMA lebih detil(Holma & Toskala, 2003).

Standard WCDMA bekerja diluar Release 5 dengan target meningkatkan performansi data uplink dan meningkatkan bit rate HSDPA melalui teknologi advanced antenna yaitu antenna beamforming dan MIMO (Multiple Input Multiple Output). Hal ini bertujuan untuk menawarkan cost yang rendah untuk aplikasi data mobile dengan meningkatkan performansi pada end user.

4) A 900 MHz/1.8 GHz CMOS Transmitter for Dual-Band Application oleh Behzad Razavi, member IEEE

Pada penelitian ini mendesain transmitter Radio-frequency yang beroperasi pada dua band meskipun menggunakan jumlah minimal komponen eksternal, membutuhkan banyak tantangan pada arsitektur dan level sirkuit. Penelitian ini menunjukkan desain transmitter 900-MHz/1.8 GHz diimplementasikan pada teknologi CMOS untuk aplikasi dual band. DiKonfigurasi sebagai arsitektur dua langkah, sirkuit membangkitkan sinyal upconverted pertama pada bentuk quadrature dan kemudian melakukan modulasi single-sideband untuk menghasilkan output pada dual band. Dibuat dalam teknologi CMOS digital 0.6 μm, pemancar menunjukkan spur yang tidak diinginkan 40 dB dibawah carrier saat menggambarkan 75 mW dari suply 3V (Razavi, 1999).

B. Landasan Teori

Sesuai dengan Peraturan Direktur Jenderal Pos dan Telekomunikasi Nomor: 173/DIRJEN/2009 tentang Persyaratan teknis alat dan perangkat terminal Wideband Code Division Multiple Access (WCDMA), parameter listrik dan elektronis perangkat terminal WCDMA yang diatur antara lain sebagai berikut:

1) Band Frekuensi

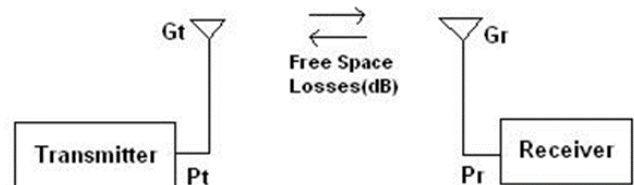
Band frekuensi merupakan rentang frekuensi yang digunakan dalam menerapkan teknologi. Pada teknologi WCDMA UTRA/FDD terdiri dari 19 band, dari frekuensi 698 MHz sampai 2570 MHz. Teknologi WCDMA yang diterapkan di Indonesia yaitu pada frekuensi 2.1 GHz (pada band I) dan 900 MHz (pada band VIII). Band alokasi frekuensi WCDMA berdasarkan 3GPP dapat dilihat pada tabel 3 (ETSI, 2009a).

TABEL 3. ALOKASI BAND FREKUENSI WCDMA

Operating Band	UL Frequencies UE transmit, Node B receive	DL frequencies UE receive, Node B transmit
I	1920 – 1980 MHz	2110 – 2170 MHz
II	1850 – 1910 MHz	1930 – 1990 MHz
III	1710 -1785 MHz	1805 - 1880 MHz
IV	1710 -1755MHz	2110 - 2155MHz
V	824 - 849MHz	869 - 894MHz
VI	830 - 840 MHz	875 - 885 MHz
VII	2500 - 2570 MHz	2620 - 2690 MHz
VIII	880 – 915 MHz	925 – 960 MHz
IX	1749.9 - 1784.9 MHz	1844.9 - 1879.9 MHz
X	1710 – 1770 MHz	2110 – 2170 MHz
XI	1427.9 - 1452.9 MHz	1475.9 - 1500.9 MHz
XII	698 – 716 MHz	728 – 746 MHz
XIII	777 – 787 MHz	746 – 756 MHz
XIV	788 – 798 MHz	758 – 768 MHz
XV	Reserved	Reserved
XVI	Reserved	Reserved
XVII	Reserved	Reserved
XVIII	Reserved	Reserved
XIX	830 – 845 MHz	875 – 890 MHz
XIV	788 – 798 MHz	758 – 768 MHz

2) Maximum Output Power

Maximum output power merupakan daya pancar maksimum User Equipment (aktual power yang diukur diasumsikan tidak ada error) pada bandwidth paling sedikit (1 +α) kali chip rate(ETSI, 2009c), dimana α merupakan roll of factor. Periode pengukuran paling sedikit satu timeslot. Maximum Output Power merupakan daya aktual pada radio frequency (RF) yang dihasilkan dari output transmitter. Gambar 1 menunjukkan ilustrasi pengiriman dan penerimaan sinyal. Berdasarkan gambar tersebut terlihat bahwa Pt merupakan daya transmit atau yang disebut sebagai maximum outputm power.

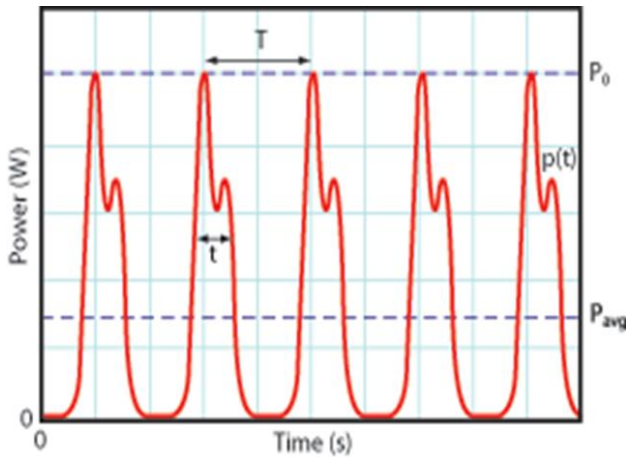


Gambar 1. Ilustrasi Pengiriman dan Penerimaan Sinyal

Gambar 2 menunjukkan grafik daya terhadap waktu. Dari Gambar tersebut terlihat perbedaan antara daya maksimum dan daya rata-rata. Maximum Output Power atau didefinisikan sebagai Peak Output Power dapat dihitung dari daya pancar rata-rata (average output power) dan duty cycle (periode waktu ketika memancar), dengan persamaan sebagai berikut(Laser 2000 (UK) Ltd., n.d.):

$$\frac{P_{avg}}{P_0} = \frac{\tau}{T}$$

Dimana Ppeak (Po pada grafik) = Pavg/Duty Cycle
 Bila diasumsikan square pulse, maka Ppeak = Pavg / (Pulse rate * pulse duration (width))



Gambar 2. Daya terhadap Waktu (Laser 2000 (UK) Ltd., n.d.)

3) Frekuensi Error

Frekuensi *error* merupakan perbedaan antara frekuensi carrier transmit yang termodulasi pada RF dari UE terhadap frekuensi yang ditetapkan. Frekuensi *error* diperoleh dari pengukuran suatu frekuensi yang terukur. Adapun persamaannya adalah sebagai berikut:(national Instruments, 2009) .

$$f_m = f_s \pm f_e = \frac{f_s}{1 \pm f_a}$$

Dimana f_m = *measurement frequency*; f_s merupakan *signal frequency*; f_e = *frequency error*; dan f_a merupakan *frequency accuracy*. Berdasarkan persamaan (1) maka diperoleh:

Frequency error (f_e) = *signal frequency* (f_s) * *frequency accuracy*, maka (national Instruments, 2009):

$$f_e = f_s \left(\frac{\mp f_a}{1 \pm f_a} \right) \approx f_s f_a$$

4) Occupied Bandwidth

Occupied Bandwidth merupakan *bandwidth* yang digunakan untuk mentransmisikan sinyal. Pengukuran *Occupied Bandwidth* dilakukan pada 99% dari total power WCDMA yang memiliki *bandwidth* 5 MHz (OBW < 5 MHz)(ETSI, 2011).

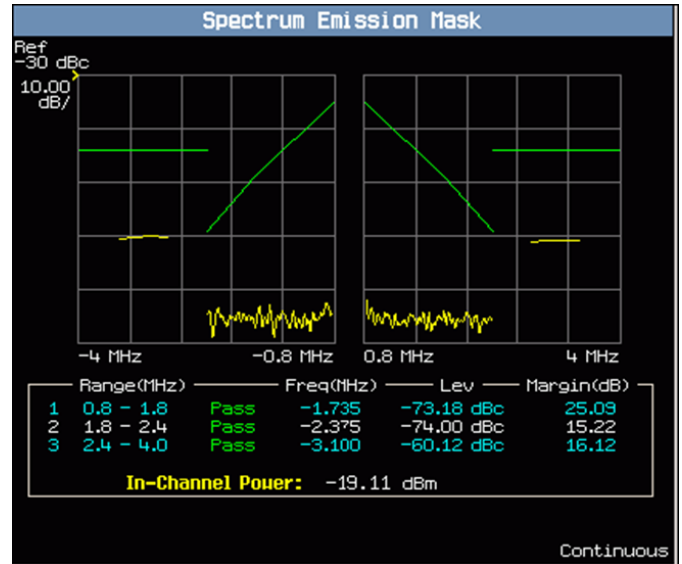
5) Spectrum Emission Mask (SEM)

Spectrum Emission Mask merupakan pengukuran relatif *out-of-channel emission* terhadap *in-channel power*. Pengukuran SEM digunakan untuk mengukur emisi berlebih yang akan menginterferensi kanal lain atau sistem lain(Agilent Technologies, n.d.).

a) *In-channel power*: merupakan *in-chanel power* yang diukur pada sinyal input RF yang di filter oleh Root-Raised Cosine (RRC) filter dengan rolloff $\alpha = 0.22$. Interval pengukuran *in-channel power* yaitu 1 *timeslot* (666.7 μ s).

b) *Out-of-channel emissions*: merupakan *out-of channel emission* pada frekuensi antara 2.5 dan 12.5 MHz (pada WCDMA) menjauh dari pusat frekuensi kanal yang ditentukan pada tiga band simetris tiap sisi *carrier*. Emisi diukur pada *bandwidth gaussian* atau *Resolution Bandwidth* (RBW) 30 KHz maupun 1 MHz.

Hasil pengukuran *Spectrum Emission Mask* dapat dilihat pada gambar 3 berikut ini:



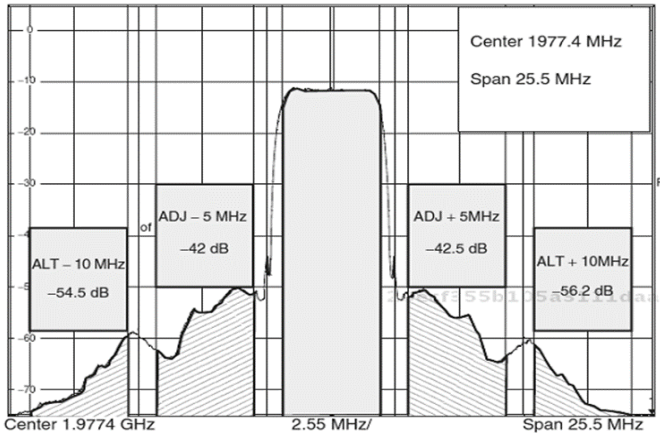
Gambar 3. Spectrum Emission Mask

Garis hijau menunjukkan *Spectrum Emission Mask* pada setiap rentang band frekuensi. Berdasarkan gambar diatas terlihat bahwa pada *range* frekuensi 0.8 – 1.8 MHz, besarnya *Spectrum Emission Mask* yang terukur yaitu -73.18 dBc, pada *range* frekuensi antara 1.8 – 2,4 MHz SEM yang terukur sebesar -74 dBc, dan pada *range* frekuensi 2.4 – 4 MHz SEM yang terukur sebesar -60.12 dBc.

6) Adjacent Channel Leakage Power Ratio (ACLR)

Adjacent Channel Leakage Power Ratio merupakan daya rata-rata *User Equipment* (UE) yang diijinkan untuk mengirimkan pada kanal yang berdekatan (± 5 MHz *offset*) dan *alternatif channel* tetangga (± 10 MHz). Persyaratan diekspresikan sebagai rasio relatif terhadap power UE transmit pada kanal yang ditentukan, dan tidak melebihi -33 dB dan -43 dB pada jarak masing-masing ± 5 dan ± 10 MHz(Laurent Noel, Dominique Brunel, n.d.). Tes ini merepresentasikan lokasi UE pada pinggir sel, sehingga transmisi dekat pada kemampuan *output power*, sementara yang terletak dekat pada Node B beroperasi pada kanal tetangga. ACLR merupakan parameter penting yang menjamin sel tetangga tidak terjadi *loss capacity* karena kebocoran emisi *noise* UE. UE ACLR tidak hanya spesifik pada maksimum *output power*, tapi semua *output power* pada jarak yang dinamis. Sebagai contoh ACLR untuk power *amplifier commercial* ditunjukkan pada gambar 1. Semua

power diukur pada *bandwidth* 3.84 MHz melalui *RRC filter* (Laurent Noel, Dominique Brunel, n.d.). Gambar 4 menunjukkan contoh ACLR.

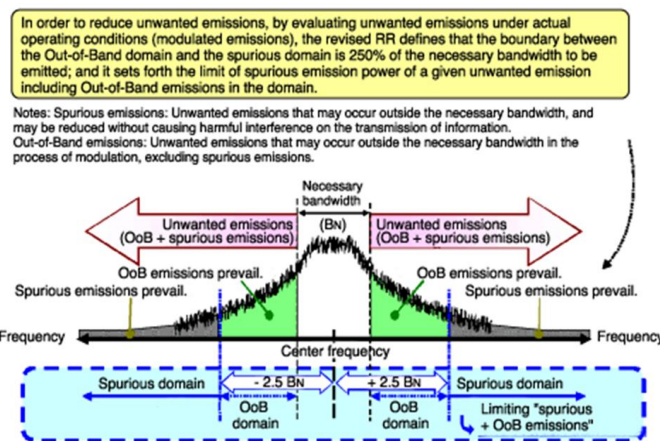


Gambar 4. Hasil pengukuran *Adjacent Channel Leakage Power Ratio*

7) *Spurious Emission*

Spurious emission merupakan emisi yang tidak diinginkan (*unwanted emission*) yang terjadi diluar *bandwidth* yang dibutuhkan, dan dapat dikurangi tanpa menyebabkan interferensi terhadap informasi yang ditransmisikan (Doden Aiko, 2004). *Spurious emission* merupakan emisi/pancaran yang disebabkan oleh efek *transmitter* yang tidak diinginkan seperti emis harmonik, emisi parasitik, hasil intermodulasi dan hasil konversi frekuensi, tapi tidak termasuk *out-of-band emission*(ETSI, 2009b). Gambar 5 menunjukkan *unwanted emission*, *out-of-band emission* dan *spurious emission*. *Out-of-band emission* merupakan *unwanted emission* yang terjadi diluar *bandwidth* yang dibutuhkan/digunakan pada proses modulasi dan tidak termasuk *spurious emission*.

Fig. 1. Points of revised RR provisions relevant to spurious emissions

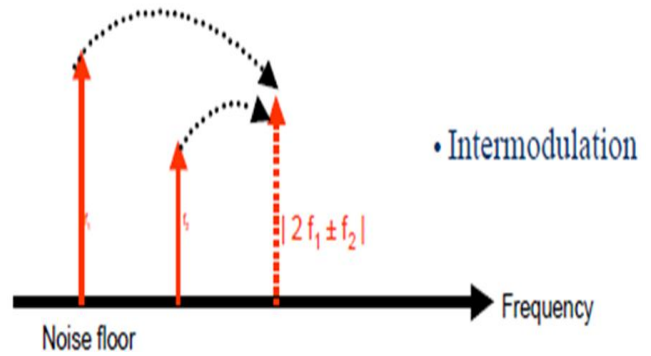


Gambar 5. *Unwanted Emission* termasuk *Out-of-Band Emission* dan *Spurious Emission*(Doden Aiko, 2004)

8) *Intermodulation*

Intermodulasi adalah modulasi amplitudo sinyal yang terdiri dari dua atau lebih frekuensi pada sistem yang non linier atau gejala saling mempengaruhi (modulasi amplituda)

dari dua atau lebih sinyal yang berlainan frekuensi dalam suatu sistem yang nonlinear. Gambar 6 menunjukkan ilustrasi intermodulasi frekuensi.



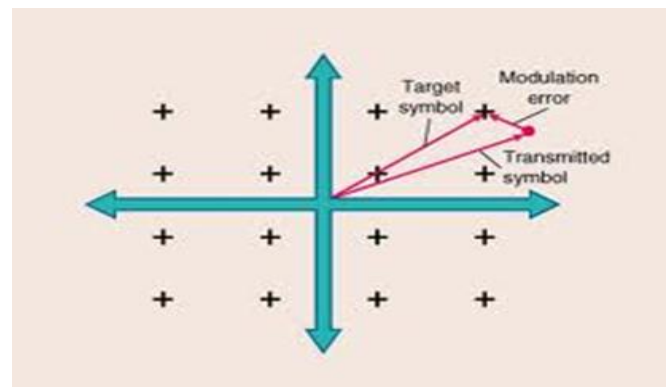
Gambar 6. Intermodulasi

Performansi intermodulasi transmit merupakan pengukuran kemampuan transmitter untuk menghalangi sinyal yang tidak linier yang disebabkan oleh adanya sinyal yang diinginkan dan sinyal interferensi yang mengenai *transmitter* melalui antenna.

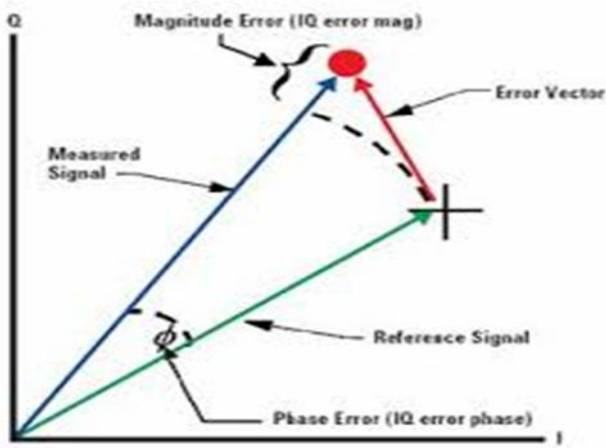
Sinyal transmit pada terminal *mobile* atau *User Equipment* (UE) yang berdekatan akan menyebabkan intermodulasi yang dapat mengenai UE atau node B ketika menerima sinyal. Redaman intermodulasi sinyal transmit UE didefinisikan sebagai rasio antara *RRC mean power* dari sinyal yang diinginkan terhadap *RRC filtered mean power* hasil intermodulasi ketika sinyal *Continuous Wave* (*un-modulated signal*) interferensi ditambah pada level bawah sinyal yang diinginkan(ETSI, 2009b)

9) *Error Vector Magnitude*

Error Vector Magnitude merupakan pengukuran perbedaan antara gelombang terukur dan gelombang termodulasi secara teori (*error vector*) (3GPP, 2012). Sebagai contoh gambar 7 menunjukkan konstelasi modulasi 16-QAM. Simbol yang ditransmisikan berwarna merah, sedangkan secara teori, konstelasi simbolnya berwarna hitam. Perbandingan konstelasi antara simbol yang ditransmisikan dengan simbol secara teori disebut sebagai *error vector magnitude*. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 8.



Gambar 7. Konstelasi Sinyal untuk Modulasi 16-QAM



Gambar 8. Error Vector Magnitude

10) *Peak Code Domain Error (PCDE)*

Peak Code Domain Error dihitung dengan memproyeksikan daya *error vector* terhadap kode domain pada spreading factor tertentu. PCDE didefinisikan sebagai nilai maksimum *Code Domain Error* pada semua kode. *Code Domain Error* setiap kode merupakan perbandingan antara daya rata-rata proyeksi kode tersebut terhadap daya rata-rata gabungan gelombang referensi yang diekspresikan dalam satuan dB (Agilent Technologies, n.d.).

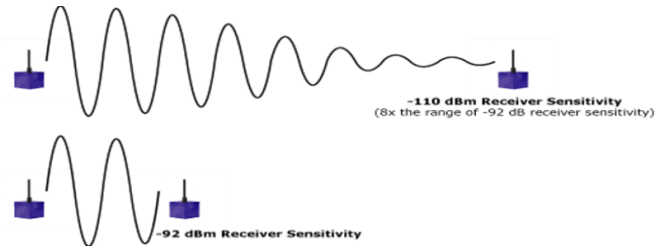
Pengukuran *Peak Code Domain Error* hanya berlaku pada transmisi DPDCH *multi-code*, oleh karena itu tidak dapat dilakukan pada preamble PRACH dan bagian *message*. Pengukuran PCDE harus dikoneksikan terhadap VSA meter. Pengukuran membandingkan sinyal untuk *generate* sinyal *test* dari VSA meter dan hasil sinyal *error* tiap *channelization code*. PCDE dihitung dari nilai terbesar semua proyeksi. Besarnya *Peak Code Domain Error* bisa diperoleh dari nilai *Error Vector Magnitude*, dengan persamaan sebagai berikut: (Kenington, n.d.)

$$(3.75) PCDE = 10 \log \left(\frac{EVM^2}{S^2} \right)$$

Dimana EVM merupakan *Error Vector Magnitude*; dan S merupakan *spreading factor*

11) *Sensitivitas Penerima*

Level sensitivitas merupakan minimum daya rata-rata power yang diterima pada antenna *user Equipment* (UE) dimana *Bit Error Rate* (BER) tidak melebihi nilai tertentu. (ETSI, 2009b). Gambar 9 maupun 10 menunjukkan ilustrasi penerimaan sinyal yang dikirimkan oleh transmitter. Dari gambar tersebut terlihat bahwa daya sinyal yang diterima lebih kecil dari daya sinyal yang dikirimkan. Oleh karena itu setiap teknologi perlu diatur persyaratan teknis level sensitivitas daya *receiver* agar sinyal informasi yang diterima masih dalam keadaan baik.



Gambar 9. Ilustrasi Penerimaan Sinyal



Gambar 10. Ilustrasi Pengiriman dan Penerimaan Sinyal dari Transmitter ke Receiver

12) *Bit Error Rate*

Bit Error Rate merupakan sejumlah bit yang diterima dari aliran data channel komunikasi yang telah diubah oleh *noise*, interferensi, distorsi atau kesalahan sinkronisasi bit. Besarnya *Bit Error Rate* diperoleh dari persamaan sebagai berikut:

BER = Jumlah bit *error* / total jumlah bit yang ditransfer dalam satu interval waktu

III. METODE PENELITIAN

A. Pendekatan penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan pendekatan data kuantitatif melalui uji laboratorium frekuensi radio di Balai Besar Pengujian Perangkat Telekomunikasi di Bekasi. Dalam pengujian ini diperoleh data hasil pengukuran parameter persyaratan teknis terminal *Wideband Code Division Multiple Access* UTRA/FDD.

B. Lokasi penelitian

Penelitian dilakukan di Bekasi. Pemilihan lokasi dengan pertimbangan bahwa pengujian perangkat di Balai Besar Perangkat Pos dan Informatika berlokasi di Bekasi, sehingga perlu dilakukan penelitian di Bekasi.

C. Teknik pengumpulan data

Sebagaimana telah dijelaskan sebelumnya bahwa data penelitian merupakan data kuantitatif. Pengumpulan data kuantitatif dilakukan dengan melakukan pengukuran persyaratan teknik perangkat terminal (*handphone*) WCDMA yang menggunakan frekuensi 900 MHz maupun 2100 MHz di Laboratorium Radio Frekuensi Besar Pengujian Perangkat Telekomunikasi di Bekasi. Data tersebut diperoleh dari pengukuran setiap parameter yang akan ditentukan, antara

lain maksimum *channel power*, frekuensi *error*, *occupied bandwidth*, *emission mask* dan *Adjacent Channel Leakage Ratio (ACLR)*.

D. Populasi dan Sample

Besarnya sample yang digunakan pengujian megacu pada formula Yamane (1967:886) dengan persamaan sebagai berikut:(Israel, 2013)

Dimana n = jumlah sample; N = jumlah populasi; e = *sampling error*.

Berdasarkan data yang diperoleh di Balai Besar Pengujian dan Perangkat Telekomunikasi, banyaknya terminal WCDMA 2100 dan 900 MHz yang diuji sebulan rata-rata sebanyak 66 merk/tipe. Apabila *sampling error* (e) = 11% maka jumlah sample sebanyak = $36,69 \approx 37$.

Sehingga, jumlah sample dalam penelitian ini yaitu minimal 37 merk/tipe terminal WCDMA 900 MHz.

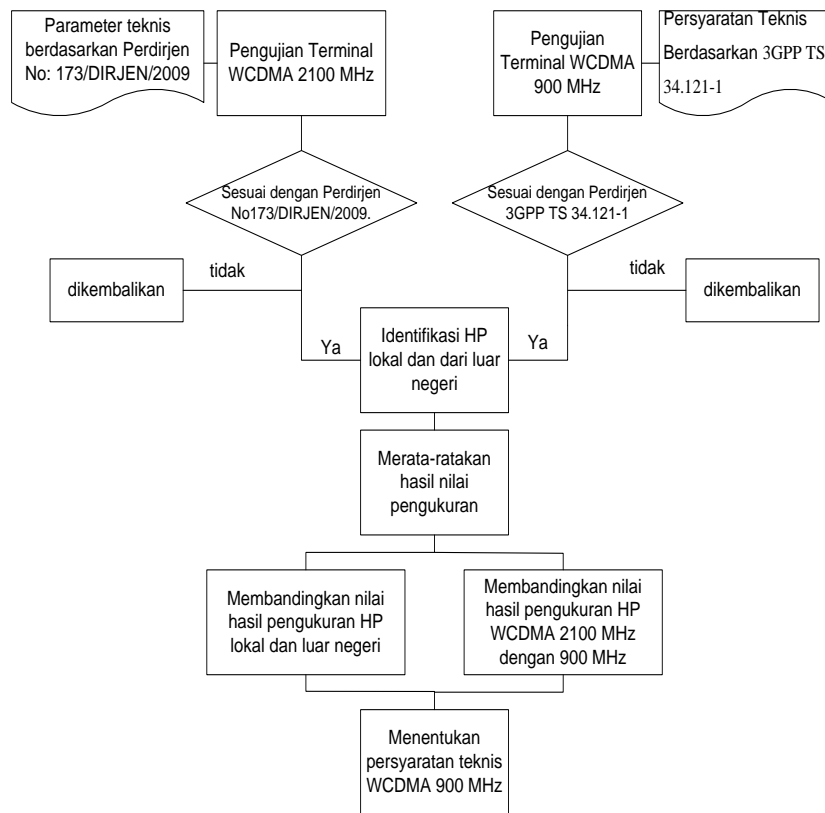
E. Teknik Analisis Data

Untuk mendukung penentuan persyaratan teknik WCDMA 900 MHz, dilakukan pengukuran persyaratan teknis perangkat terminal WCDMA 900 MHz di balai uji. Selain itu juga dilakukan pula pengukuran persyaratan teknis terminal WCDMA 2100 MHz untuk membandingkan besarnya nilai hasil pengukuran antara terminal WCDMA 2100 MHz dan

900 MHz. Setelah dilakukan pengukuran, kemudian membandingkan nilai hasil pengukuran dengan nilai yang dipersyaratkan oleh 3GPP TS 34.121-1 (bagi terminal WCDMA 900 MHz) dan Perdirjen No. 173/DIRJEN/2009 (bagi terminal WCDMA 2100 MHz). Apabila sesuai, kemudian mengidentifikasi terminal WCDMA dari lokal dan dari luar negeri. Kemudian merata-ratakan hasil pengukuran. Selanjutnya membandingkan rata-rata hasil pengukuran terminal WCDMA dari lokal dan dari luar negeri. Selain itu juga membandingkan nilai hasil pengukuran terminal WCDMA 2100 MHz dan 900 MHz. Setelah itu menentukan persyaratan teknis WCDMA 900 MHz. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 11.

F. Persyaratan Teknis Terminal WCDMA 2100 MHz dan WCDMA 900 MHz

Persyaratan teknis WCDMA 2100 MHz sudah tertuang dalam Peraturan Direktur Jenderal Pos dan Telekomunikasi Nomor: 173/DIRJEN/2009 tentang Persyaratan teknis alat dan perangkat terminal *Wideband Code Division Multiple Access* (WCDMA). Persyaratan teknis terminal WCDMA 900 MHz dalam pengujian untuk penelitian ini mengacu pada 3GPP TS 34.121-1 v8.9.0 (2009 – 12), seperti diperlihatkan pada tabel 12.



Gambar 11. Diagram Alir Penelitian

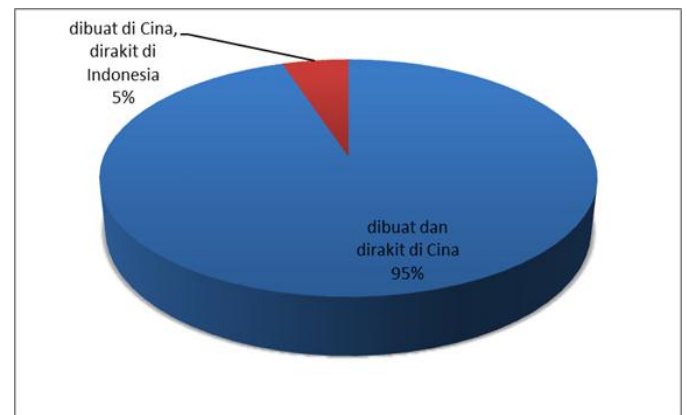
TABEL 12. PARAMETER TEKNIS TERMINAL WCDMA 2100 MHz BERDASARKAN PERDIRJEN 173/DIRJEN/2009 DAN WCDMA 900 MHz BERDASARKANN 3GPP TS 34.121-1

No	Parameter Teknis	Terminal WCDMA 2100 MHz (Perdirjen Nomor: 173/DIRJEN/2009)	Terminal WCDMA 900 MHz 3GPP TS 34.121-1
Persyaratan Umum			
1	Range Frekuensi		
	Uplink	1920 – 1980 MHz	880 – 915 MHz
	Downlink	2110 – 2170 MHz	925 – 960 MHz
	Separasi Tx	190 MHz	45 MHz
2	Channeling		
	Uplink	9612 - 9888	2712 - 2863
	Downlink	10562 – 10838	2937 – 3088
Persyaratan Pemancar			
1	Maximum Channel Power Power (Class 3)	21 – 25 dBm	21 – 25 dBm
2	Frekuensi Error	< ±0.1 ppm	< ±0.1 ppm
3	Occupied Bandwidth (OBW)	< 5 MHz	< 5 MHz
4	Spectrum Emission Mask		
	$\Delta f = 2,5 - 3,5$ MHz	≤ -35 dBc & ≤ -50 dBc	≤ -35 dBc & ≤ -50 dBc
	$\Delta f = 3,5 - 7,5$ MHz	≤ -35 dBc & ≤ -39 dBc	≤ -35 dBc & ≤ -39 dBc
	$\Delta f = 7,5 - 8,5$ MHz	≤ -39 dBc & ≤ -49 dBc	≤ -39 dBc & ≤ -49 dBc
	$\Delta f = 8,5 - 124,5$ MHz	≤ -49 dBc	≤ -49 dBc
5	ACLR		
	+5 MHz	≤ -33 dBc	≤ -33 dBc
	-5 MHz	≤ -33 dBc	≤ -33 dBc
	+10 MHz	≤ -43 dBc	≤ -43 dBc
	-10 MHz	≤ -43 dBc	≤ -43 dBc
6	Error Vector Magnitude (EVM)	$\leq 17,5\%$	$\leq 17,5\%$
7	PCDE	< - 15 dB	< - 15 dB
Persyaratan Penerima			
1	Sensitivitas	-106,7 dBm	-103,7 dBm
2	BLER	$\leq 0.001\%$	$\leq 0.001\%$
Persyaratan Fungsi			
1	Data Rate Maksimal	Maksimal 384 kbps	≥ 700 kbps

IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Pengujian Terminal *Wideband Code Division Multiple Access* 2100 MHz dan 900 MHz sengaja dilakukan untuk membandingkan hasil pengukuran parameter yang digunakan. Berdasarkan 3GPP TS 34.121-1 yang membedakan persyaratan teknis WCDMA 2100 MHz dan 900 MHz adalah frekuensi yang digunakan, kanal yang digunakan, maksimum *channel power* dan sensitivitas penerima.

Selain persyaratan teknis WCDMA 900 MHz dan 2100 MHz, juga membandingkan hasil pengujian antara terminal WCDMA buatan Cina yang dirakit di Cina dan terminal WCDMA buatan Cina yang dirakit di Indonesia. Terminal WCDMA 900 MHz yang diuji dalam penelitian ini semuanya merupakan produk dari Cina. Namun ada pula produk dari Cina yang dirakit di Indonesia yaitu merk Polytron. Jumlah terminal WCDMA buatan Cina dan dirakit di Cina yaitu 37 merk/tipe, sedangkan terminal WCDMA buatan Cina namun dirakit di Indonesia yaitu sebanyak 2 merk/tipe. Gambar 46 menunjukkan *persentase* jumlah terminal WCDMA dibuat dan dirakit di Indonesia dengan yang dibuat di Cina namun dirakit di Indonesia.



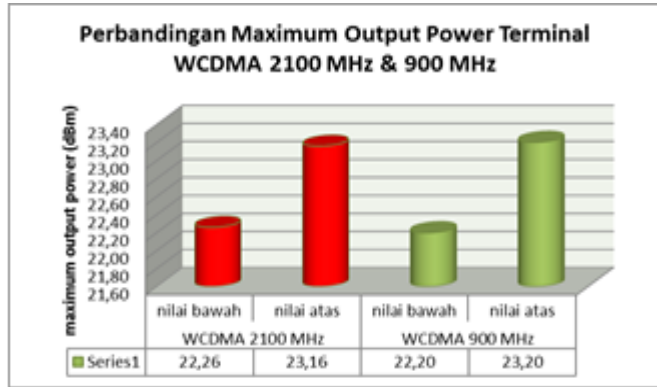
Gambar 12. Persentase Terminal WCDMA yang diuji

A. Perbandingan Hasil Pengujian Terminal WCDMA 2100 MHz dan 900 MHz

1) Maximum Channel Power

Persyaratan teknis untuk *maximum channel power* untuk terminal WCDMA 2100 MHz maupun WCDMA 900 MHz terlihat pada tabel 12. Pengukuran *Channel Power* baik terminal WCDMA 900 MHz maupun 2100 MHz di Laboratorium Komunikasi Radio yaitu pada Power Class 3. Berdasarkan tabel 12, besarnya nilai bawah *maximum channel power* pada *power class 3* sebesar 21 dBm, sedangkan nilai atasnya pada 25 dBm. Hasil pengujian WCDMA 2100 MHz menunjukkan bahwa rata-rata nilai bawah *maximum channel power* sebesar 22,26 dBm dan rata-rata nilai atasnya sebesar 23,16. Hasil pengujian WCDMA 900 MHz menunjukkan bahwa rata-rata nilai bawah *maximum channel power* yaitu sebesar 22,198 dBm dan rata-rata nilai atas sebesar 23,2 dBm. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 13. Berdasarkan hasil pengukuran maka

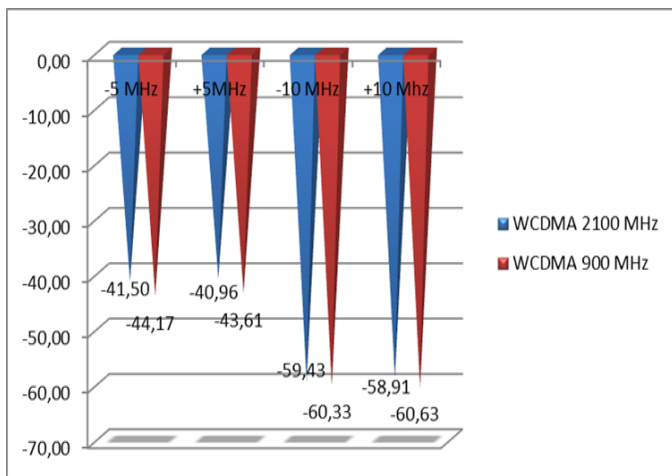
dapat terlihat bahwa persyaratan teknis *maximum channel power* baik terminal WCDMA 2100 MHz maupun 900 MHz hampir sama dan sesuai dengan persyaratan pada 3GPP TS 34.121-1 v8.9.0 (2009 – 12).



Gambar 13. Perbandingan nilai rata-rata maksimum *output power*

2) *Adjacent Channel Leakage Power Ratio (ACLR)*

Hasil pengukuran *Adjacent Channel Leakage Power Ratio (ACLR)* menunjukkan bahwa nilai ACLR pada band I sudah memenuhi persyaratan sesuai dengan Perdirjen No. 173/DIRJEN/2009. Demikian pula untuk terminal pada band VIII juga sudah memenuhi persyaratan yang ditetapkan oleh 3GPP TS 34.121-1. Nilai ACLR terminal band I dan band VIII hampir sama walaupun nilai ACLR band I relatif lebih besar. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 14.

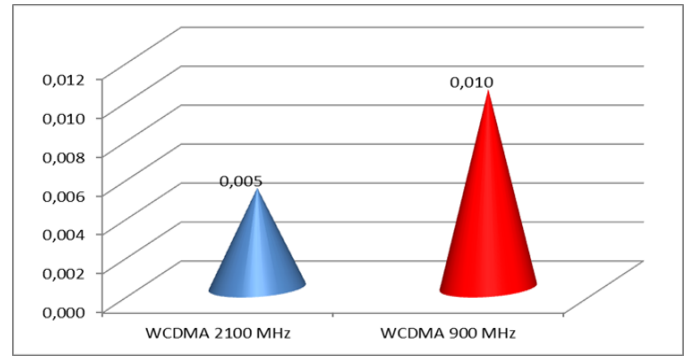


Gambar 14. Rata-Rata Nilai ACLR WCDMA 2100 MHz dan 900 MHz

3) *Frekuensi Error*

Besarnya *Frekuensi Error* yang diijinkan untuk terminal WCDMA 2100 MHz berdasarkan perdirjen 173/DIRJEN/2009 terminal WCDMA 900 MHz berdasarkan 3GPP TS 34.121-1 maksimal ± 0.1 ppm. Hasil pengujian menunjukkan bahwa terminal WCDMA 2100 MHz maupun 900 MHz sudah memenuhi persyaratan teknis. Namun nilai rata-rata frekuensi error terminal WCDMA 900 MHz lebih besar jika dibanding dengan frekuensi *error* terminal WCDMA 900 MHz (Gambar 15). Meskipun demikian

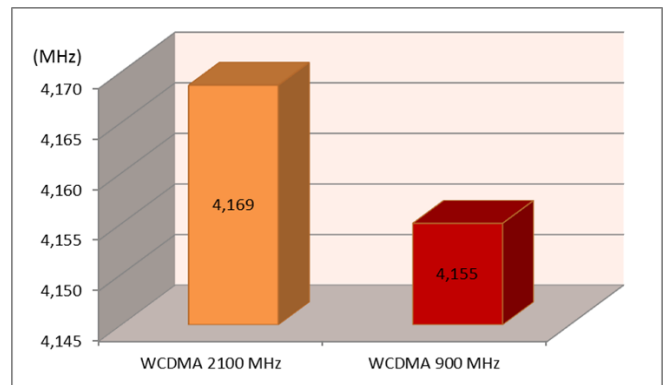
kedua-duanya sudah memenuhi persyaratan yang ditetapkan oleh 3GPP TS 34.121-1.



Gambar 15. Nilai Rata-Rata Frekuensi *Error* Terminal WCDMA 900 MHz dan 2100 MHz

4) *Occupied Bandwidth*

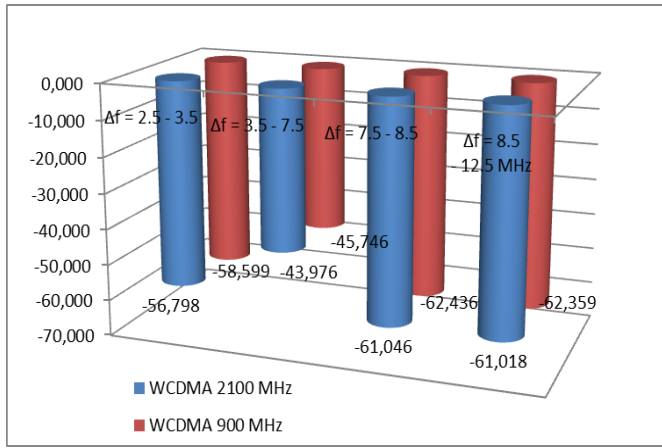
Berdasarkan hasil pengukuran, nilai rata-rata *occupied bandwidth* terminal WCDMA 2100 MHz maupun 900 MHz sudah memenuhi persyaratan yang telah ditetapkan perdirjen 173/DIRJEN/2009 dan 3GPP TS 34.121-1 yaitu kurang dari 5 MHz. Gambar 16 menunjukkan bahwa rata-rata hasil pengukuran *occupied bandwidth*. Pada gambar tersebut terlihat bahwa nilai rata-rata *occupied bandwidth* terminal WCDMA 2100 MHz dan 900 MHz berbeda sedikit. Hal ini disebabkan karena sinyal yang diukur merupakan sinyal kontinu, sehingga berubah setiap waktu. Namun nilainya tidak jauh dari 4 MHz dan sudah memnuhi persyaratan yang telah ditetapkan.



Gambar 16. Nilai Rata-Rata *Occupied Bandwidth* Terminal WCDMA 900 MHz dan 2100 MHz

5) *Spectrum Emission Mask*

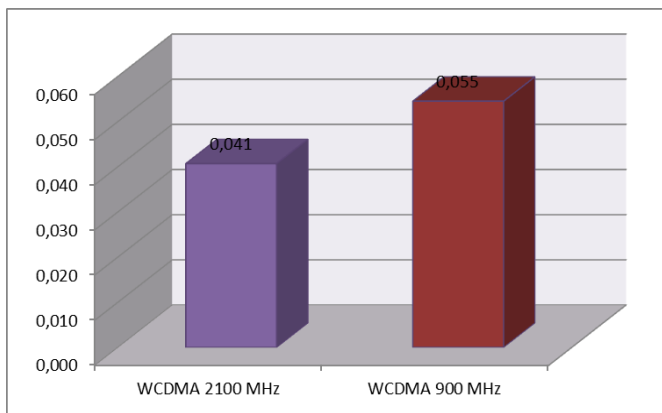
Nilai rata-rata *Spectrum Emission Mask* baik terminal WCDMA 2100 MHz maupun 900 MHz sudah memenuhi nilai yang dipersyaratkan perdirjen 173/DIRJEN/2009 dan 3GPP TS 34.121-1 (lihat tabel 12). Hasil pengukuran *Spectrum Emission Mask* terminal WCDMA 2100 MHz dan 900 MHz. ditunjukkan pada gambar 17. Pada gambar 17 terlihat nilai *Spectrum Emission Mask* terminal band I dan band VIII relatif sama.



Gambar 17. Perbandingan Nilai Rata-Rata *Spectrum Emission Mask* Terminal WCDMA 2100 MHz dan WCDMA 900 MHz

6) *Error Vector Magnitude* (EVM)

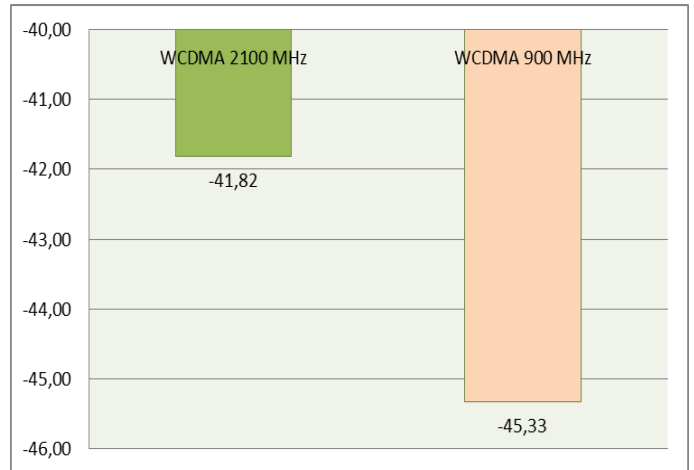
Berdasarkan Perdirjen 173/DIRJEN/2009 dan 3GPP TS 34.121-1 v8.9.0 (2009 – 12), besarnya *Error Vector Magnitude* (EVM) terminal WCDMA harus kurang dari 17,5%. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa nilai rata-rata *Error Vector Magnitude* terminal WCDMA 2100 Mhz dan 900 MHz sudah memenuhi persyaratan yang telah ditetapkan oleh Perdirjen 173/DIRJEN/2009 dan 3GPP TS 34.121-1. Bahkan rata-rata nilai EVM untuk terminal WCDMA 900 MHz kurang dari 6%. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 18.



Gambar 18. Nilai Rata-Rata EVM Untuk Terminal WCDMA 900 MHz dan 2100 MHz

7) *Peak Code Domain Error*

Nilai *Peak Code Domain Error* yang dipersyaratkan oleh Perdirjen 173/DIRJEN/2009 dan 3GPP TS 34.121-1 yaitu kurang dari -15 dB. Berdasarkan hasil pengukuran, nilai rata-rata PCDE terminal WCDMA 2100 MHz maupun 900 MHz sudah memenuhi yang dipersyaratkan yang telah ditetapkan.. Terminal kedua *band* tersebut mempunyai nilai yang relatif sama yaitu sekitar dibawah -40 dB. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 19.



Gambar 19. Nilai Rata-rata PCDE Terminal WCDMA 900 MHz dan 2100 MHz

8) *Sensitivitas Penerima*

Berdasarkan Perdirjen 173/DIRJEN/2009, sensitivitas penerima pada WCDMA 2100 MHz yaitu pada level referensi -106,7 dBm. Sedangkan pada WCDMA 900 MHz, menurut 3GPP TS 34.121-1 v8.9.0 (2009 – 12) pada level referensi -103,7 dBm. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensitivitas penerima baik terminal WCDMA 2100 MHz maupun 900 MHz sudah memenuhi yang telah dipersyaratkan oleh 3GPP TS 34.121-1 v8.9.0 (2009 – 12). Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 20. Perbedaan sensitivitas penerima tersebut disebabkan perbedaan frekuensi yang digunakan. Dengan daya pancar yang sama, semakin besar frekuensi yang digunakan, semakin kecil sensitivitas penerima. Hal ini dipengaruhi oleh redaman pada *Path Loss*. Sebagaimana telah diketahui bahwa sensitivitas penerima diperoleh dari persamaan (Nadir, Elfadhil, & Touati, 2008):

$$Power\ received = Power\ transmitted - Lp$$

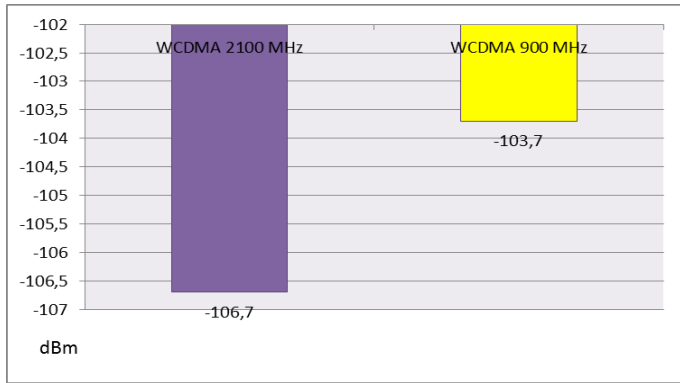
Dimana *Lp* merupakan *path loss* yang diperoleh dari persamaan:

$$Lp(dB) = 20 \log_{10} (4\pi) + 20 \log_{10} (d) - 20 \log_{10} (\lambda)$$

Dinamika λ merupakan panjang gelombang, $\lambda = 1/f$, *f* merupakan frekuensi, maka dapat diperoleh persamaan:

$$Lp(dB) = 32,5 + 20 \log_{10} (d) + 20 \log_{10} (f).$$

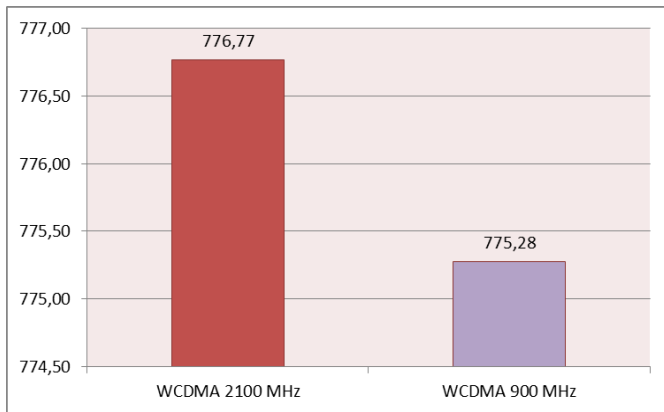
Dari persamaan diatas dapat dilihat bahwa semakin besar frekuensi yang digunakan, semakin besar *path loss*nya. Pada daya pancar yang sama maka daya terima yang diperoleh semakin kecil.



Gambar 20. Perbandingan Nilai Sensitivitas Penerima pada WCDMA 2100 MHz maupun 900MHz

9) Nominal Average Bit Rate

Berdasarkan Perdirjen 173/DIRJEN/2009, besarnya maksimal average bit rate terminal WCDMA 2100 MHz yaitu 384 kbps. Menurut 3GPP TS 34.121-1, Nominal Average Bit Rate baik terminal WCDMA pada band I maupun VIII yaitu ≥ 700 kbps. Hasil dari pengujian menunjukkan bahwa nilai average bit rate baik terminal band I maupun VIII melebihi 700 kbps dengan modulasi yang digunakan yaitu 16-QAM. Dengan demikian hasil pengujian sudah sesuai dengan 3GPP TS 34.121-1.



Gambar 21. Nilai Rata-Rata Average Bit Rate Terminal WCDMA 2100 MHz dan WCDMA 900 MHz

B. Perbandingan Hasil Pengujian Terminal WCDMA yang dibuat dan dirakit di Cina dengan Terminal WCDMA yang dibuat di Cina namun dirakit di Indonesia

Pengujian dalam penelitian ini diperoleh sample terminal WCDMA yang dibuat dan dirakit di Cina sebesar 95%. Sisanya sebesar 5% dibuat di Cina, namun dirakit di Indonesia, yaitu merk Polytron. Dalam penelitian ini

TABEL 14. RATA-RATA NILAI ACLR TERMINAL WCDMA YANG DIBUAT DAN DIRAKIT DI CINA DIBANDING DENGAN YANG DIBUAT DI CINA TAPI DI RAKIT DI INDONESIA

	A				B			
	ACLR (dBc)				ACLR (dBc)			
	-5 MHz	+5MHz	-10 MHz	+10 MHz	-5 MHz	+5MHz	-10 MHz	+10 MHz
WCDMA 2100 MHz	-41.75	-41.18	-59.46	-59.13	-36.74	-36.92	-58.92	-54.92
WCDMA 900 MHz	-44.32	-43.61	-60.34	-60.56	-41.38	-43.63	-60.11	-61.90

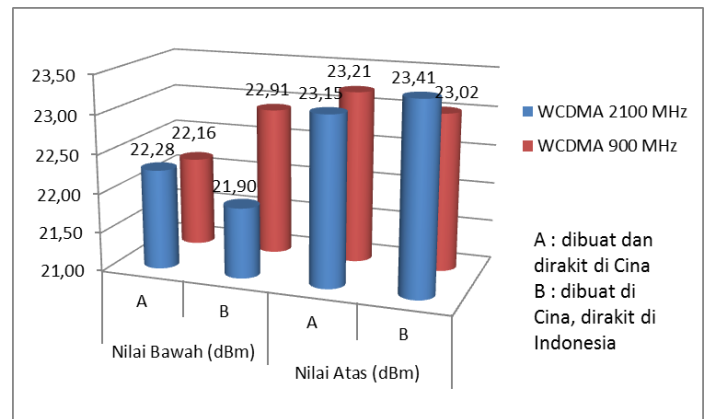
dibandingkan juga hasil pengujian parameter teknis terminal WCDMA seluruhnya buatan Cina dengan terminal WCDMA buatan Cina namun dirakit di Indonesia untuk mempertimbangkan keberlangsungan dan kemajuan industri lokal.

1) Daya Pancar

Berdasarkan hasil pengujian, perbedaan antara terminal WCDMA yang dirakit dan dibuat di Cina dengan terminal WCDMA yang dibuat di Cina namun dirakit di Indonesia tidak mempunyai perbedaan nilai yang signifikan. Daya pancar nilai bawah berada di range 21,9 – 22,91dBm . Sedangkan nilai bawahnya berada di range 23,02 – 23,41 dBm. Dengan demikian persyaratan daya pancar masih tetap sesuai dengan 3GPP TS 34.121-1. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 13 dan gambar 22.

TABEL 13. DAYA PANCAR RATA-RATA TERMINAL WCDMA 2100 MHz DAN 900 MHz

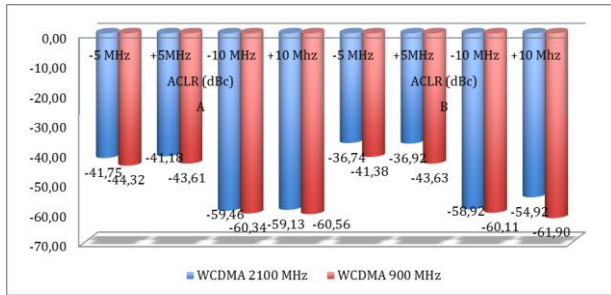
	Nilai Bawah (dBm)		Nilai Atas (dBm)	
	A	B	A	B
WCDMA 2100 MHz	22,28	21,90	23,15	23,41
WCDMA 900 MHz	22,16	22,91	23,21	23,02



Gambar 22. Daya Pancar Rata-Rata Terminal WCDMA 2100 Mhz dan 900 MHz

2) Adjacent Channel Leakage Power Ratio

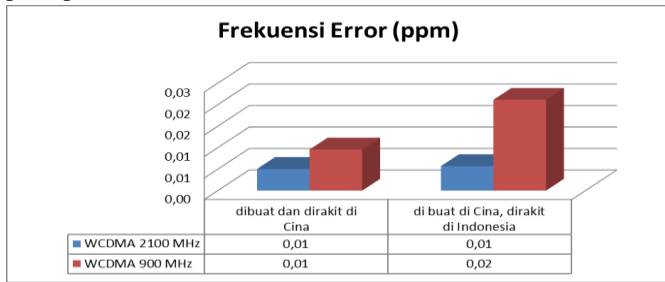
Berdasarkan hasil pengujian, rata-rata nilai Adjacent Channel Leakage Power Ratio terminal WCDMA 900 MHz yang dibuat dan dirakit di Cina dibanding dengan yang dibuat di Cina namun dirakit di Indonesia relatif sama. Sehingga tidak perlu mempertimbangkan nilai ACLR sesuai dengan produk lokal. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 14 dan gambar 23.



Gambar 23. Rata-Rata Nilai ACLR Terminal WCDMA yang Dibuat dan Dirakit di Cina dibanding dengan yang dibuat di Cina tapi di Rakit di Indonesia

3) *Frekuensi Error*

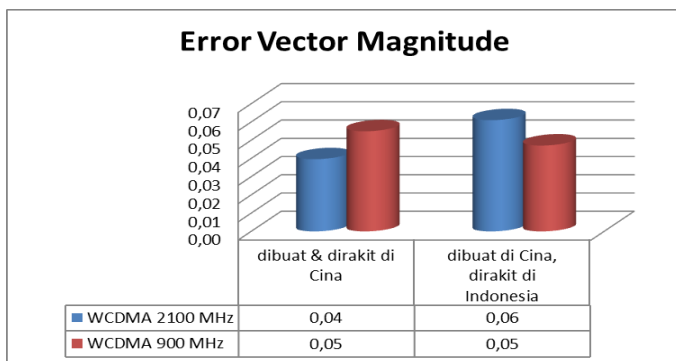
Besarnya frekuensi *error* terminal WCDMA 2100 MHz maupun WCDMA 900 MHz yang dibuat dan dirakit di Cina dibanding dengan yang dibuat di Cina tapi dirakit di Indonesia relatif sama besarnya (gambar 24). Oleh karena persyaratan teknis frekuensi *error* terminal WCDMA yang dirakit di Indonesia tidak terlalu memberikan pengaruh besar pada penentuan frekuensi *error*.



Gambar 24. Rata-Rata Nilai Frekuensi *Error* Terminal WCDMA

4) *Error Vector Magnitude*

Rata-Rata Nilai *Error Vector Magnitude* terminal WCDMA yang dibuat dan dirakit di Cina dibanding dengan terminal WCDMA dibuat di Cina tapi dirakit di Indonesia besarnya relatif sama, tidak berbeda secara signifikan (gambar 25). Sehingga persyaratan teknis EVM tidak perlu mempertimbangkan terminal WCDMA yang dirakit di Indonesia.

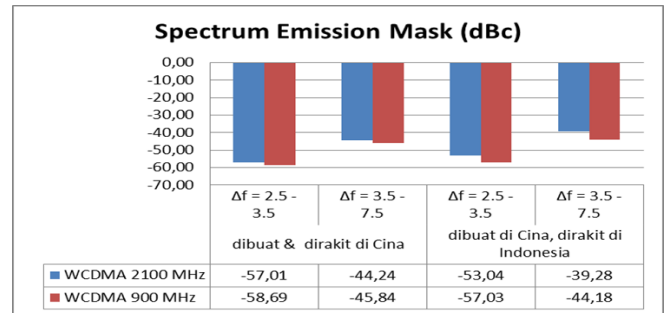


Gambar 25. Rata-Rata Nilai *Error Vector Magnitude* Terminal WCDMA

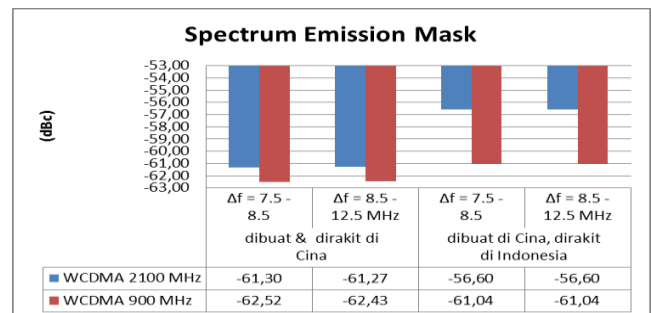
5) *Spectrum Emission Mask*

Nilai hasil pengujian *Spectrum Emission Mask* pada frekuensi *offset* pada 2.5 – 3.5 MHz, 3.5 – 7.5 MHz, 7.5 MHz – 8.5 MHz dan 8.5 – 12.5 MHz sudah memenuhi persyaratan yang

ditetapkan oleh 3GPP TS 34.121-1. Berdasarkan hasil pengujian, rata-rata nilai terminal WCDMA 2100 MHz maupun 900 MHz tidak mempunyai perbedaan yang cukup signifikan (gambar 26 dan 27). Demikian pula terminal WCDMA yang dibuat dan dirakit di Cina dibandingkan dengan terminal WCDMA yang dibuat di Cina tapi dirakit di Indonesia tidak mempunyai perbedaan yang cukup signifikan. Dengan demikian, nilai *Spectrum Emission Mask* terminal WCDMA yang dirakit di Indonesia tidak terlalu mmberikan pengaruh pada penentuan persyaratan teknis *Spectrum Emission Mask*.



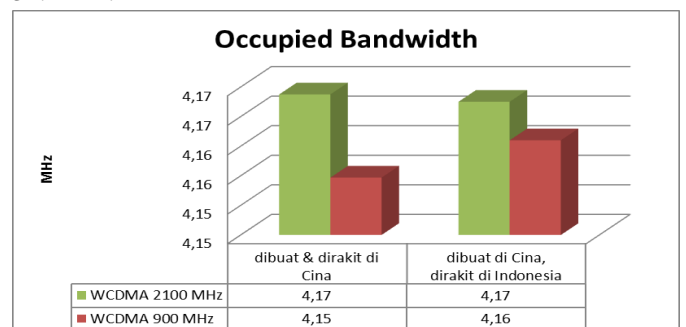
Gambar 26. Rata-Rata Nilai *Spectrum Emission Mask* Terminal WCDMA



Gambar 27. Rata-Rata Nilai *Spectrum Emission Mask* Terminal WCDMA

6) *Occupied Bandwidth*

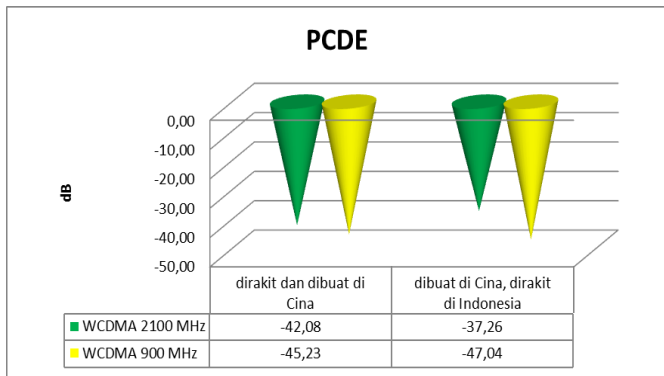
Rata-rata nilai *Occupied Bandwidth* terminal WCDMA yang dibuat dan dirakit di Cina dengan terminal yang dibuat di Cina tapi dirakit di Indonesia besarnya relatif sama, tidak ada perbedaan nilai yang cukup signifikan (gambar 28) . Nilai OBW terminal WCDMA hasil pengujian sudah memenuhi yang dipersyaratkan 3GPP TS 34.121-1. Dengan demikian nilai OBW sebaiknya mengacu pada 3GPP TS 34.121-1.



Gambar 28. Besarnya *Occupied Bandwidth* Terminal WCDMA Hasil Pengujian

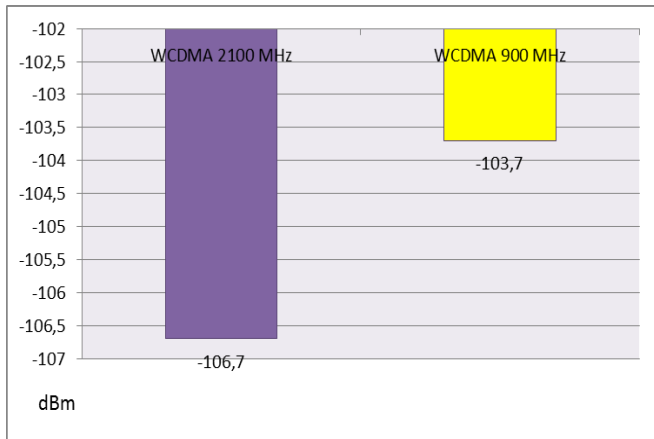
7) Peak Code Domain Error

Nilai Peak Code Domain Error terminal WCDMA 2100 MHz yang dibuat dan dirakit di Cina relatif lebih sedikit dibanding dengan terminal WCDMA yang dirakit di Indonesia. Namun PCDE terminal WCDMA 900 MHz yang dirakit di Indonesia lebih kecil dibanding terminal WCDMA 900 MHz yang dibuat dan dirakit di Indonesia. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 29. Sehingga handphone yang dirakit di Indonesia tidak terlalu berpengaruh signifikan dalam penentuan persyaratan teknis PCDE.



Gambar 29. Rata-Rata Nilai Peak Code Domain Error Terminal WCDMA

8) Sensitivitas Penerima



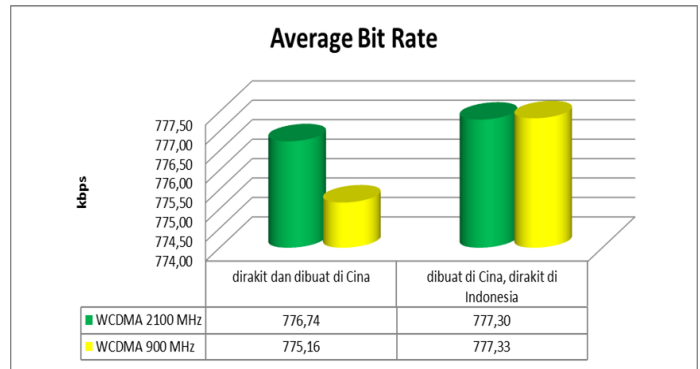
Gambar 30. Besarnya Sensitivitas Penerima Hasil Pengukuran

Besarnya sensitivitas penerima terminal WCDMA 2100 MHz maupun 900 MHz yang dibuat dan dirakit di Cina dibandingkan dengan terminal WCDMA yang dibuat tapi dirakit di Indonesia mempunyai nilai sesuai dengan persyaratan 3GPP TS 34.121-1. Untuk terminal WCDMA 2100 MHz, besarnya sensitivitas penerima maksimal -106.7 dBm. Sedangkan pada terminal WCDMA 900 MHz sebesar -

103.7 dBm. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 30.

9) Nominal Average Bit Rate

Besarnya Average Bit Rate terminal WCDMA yang dirakit dan dibuat di Cina mempunyai nilai yang relatif sama, yaitu diatas 770 kbps, dengan modulasi 16-QAM (gambar 31). Sehingga tidak ada pengaruh nilai average bit rate terminal WCDMA yang dirakit di Indonesia terhadap penentuan persyaratan teknis WCDMA di Indonesia.



Gambar 31. Average Bit Rate Terminal WCDMA

10) Block Error Rate (BLER)

Berdasarkan hasil pengukuran, Block Error Rate terminal WCDMA yang dibuat dan dirakit di Cina maupun terminal WCDMA yang dibuat di Cina namun dirakit di Indonesia sudah memenuhi persyaratan teknis yaitu kurang dari 0,001%.

C. Perbandingan Hasil Pengukuran terhadap Persyaratan Teknis yang ditetapkan Oleh Perdirjen Nomor: 173/DIRJEN/2009 dan 3GPP TS 34.121-1

1) Perbandingan Antara Perdirjen Nomor: 173/DIRJEN/2009 dengan Hasil Pengujian Terminal WCDMA 2100 MHz

Tabel 15 menyajikan hasil pengujian terminal WCDMA 2100 MHz. Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai hasil pengukuran sudah memenuhi yang ditetapkan oleh Perdirjen Nomor: 173/DIRJEN/2009. Namun ada perbedaan pada nominal average bit rate antara hasil pengukuran dengan yang telah ditetapkan oleh pemerintah. Berdasarkan Perdirjen Nomor: 173/DIRJEN/2009 besarnya data rate maksimum WCDMA 2100 MHz yaitu 384 kbps. Sedangkan hasil pengukuran menunjukkan bahwa data rate lebih dari 770 kbps dengan modulasi yang digunakan 16-QAM.

TABEL 15. PERBANDINGAN HASIL PENGUKURAN TERMINAL WCDMA 2100 MHZ DENGAN PERDIRJEN NOMOR: 173/DIRJEN/2009

No	Parameter Teknis	Perdirjen Nomor: 173/DIRJEN/2009	Hasil Pengujian WCDMA 2100 MHz	Kesesuaian
Persyaratan Umum				
1	Range Frekuensi			
	Uplink	1920 – 1980 MHz	1920 – 1980 MHz	Sesuai
	Downlink	2110 – 2170 MHz	2110 – 2170 MHz	Sesuai

2	Separasi Tx <i>Channeling</i> <i>Uplink</i> <i>Downlink</i>	190 MHz 9612 - 9888 10562 – 10838	190 MHz 9612 - 9888 10562 – 10838	Sesuai Sesuai Sesuai
Persyaratan Pemancar				
1	<i>Maximum Channel Power</i> <i>Power Class 3)</i>	21 – 25 dBm	22,26 – 23,16 dBm	Sesuai
2	Frekuensi <i>Error</i>	< ±0.1 ppm	0.05 ppm	Sesuai
3	<i>Occupied Bandwidth</i> (OBW)	< 5 MHz	4,169 MHz	Sesuai
4	<i>Spectrum Emission Mask</i> $\Delta f = 2,5 - 3,5$ MHz $\Delta f = 3,5 - 7,5$ MHz $\Delta f = 7,5 - 8,5$ MHz $\Delta f = 8,5 - 124,5$ MHz	≤ -35 dBc & ≤ -50 dBc ≤ -35 dBc & ≤ -39 dBc ≤ -39 dBc & ≤ -49 dBc ≤ -49 dBc	-56.798 dBc -43.976 dBc -61.046 dBc -61.018 dBc	Sesuai Sesuai Sesuai Sesuai
5	ACLR +5 MHz -5 MHz +10 MHz -10 MHz	≤ -33 dBc ≤ -33 dBc ≤ -43 dBc ≤ -43 dBc	-41.50 dBc -40.96 dBc -59.43 dBc -58.91 dBc	Sesuai Sesuai Sesuai Sesuai
6	<i>Error Vector Magnitude</i> (EVM)	$\leq 17,5\%$	0.041	Sesuai
7	PCDE	< - 15 dB	-41.8219 dB	Sesuai
Persyaratan Penerima				
1	Sensitivitas	-106,7 dBm	-106,7 dBm	Sesuai
2	BLER	$\leq 0.001\%$	0%	Sesuai
Persyaratan Fungsi				
1	<i>Data Rate</i> Maksimal	Maksimal 384 kbps	776.7664 kbps	Tidak Sesuai

TABEL 16. PERBANDINGAN HASIL PENGUKURAN TERMINAL WCDMA 900 MHz DENGAN 3GPP TS 34.121-1

No	Parameter Teknis	3GPP TS 34.121-1 v8.9.0 (2009 – 12)	Nilai Rata-Rata Hasil Pengujian WCDMA 900 MHz	Kesesuaian
Persyaratan Umum				
1	<i>Range</i> Frekuensi <i>Uplink</i> <i>Downlink</i> Separasi Tx	880 – 915 MHz 925 – 960 MHz 45 MHz	880 – 915 MHz 925 – 960 MHz 45 MHz	Sesuai Sesuai Sesuai
2	<i>Channeling</i> <i>Uplink</i> <i>Downlink</i>	2712 - 2863 2937 – 3088	2712 - 2863 2937 – 3088	Sesuai Sesuai
Persyaratan Pemancar				
1	<i>Maximum Channel Power</i> <i>Power Class 3)</i>	21 – 25 dBm	22,2– 23,2 dBm	Sesuai
2	Frekuensi <i>Error</i>	< ±0.1 ppm	0.010	Sesuai
3	<i>Occupied Bandwidth</i> (OBW)	< 5 MHz	4.155 MHz	Sesuai
4	<i>Spectrum Emission Mask</i> $\Delta f = 2,5 - 3,5$ MHz $\Delta f = 3,5 - 7,5$ MHz $\Delta f = 7,5 - 8,5$ MHz $\Delta f = 8,5 - 124,5$ MHz	≤ -35 dBc & ≤ -50 dBc ≤ -35 dBc & ≤ -39 dBc ≤ -39 dBc & ≤ -49 dBc ≤ -49 dBc	-58.60 dBc -45.75 dBc -62.44 dBc -62.36 dBc	Sesuai Sesuai Sesuai Sesuai
5	ACLR +5 MHz -5 MHz +10 MHz -10 MHz	≤ -33 dBc ≤ -33 dBc ≤ -43 dBc ≤ -43 dBc	-44.17 dBc -43.61 dBc -60.33 dBc -60.63 dBc	Sesuai Sesuai Sesuai Sesuai
6	<i>Error Vector Magnitude</i> (EVM)	$\leq 17,5\%$	0.055	Sesuai
7	PCDE	< - 15 dB	-45.33 dB	Sesuai
Persyaratan Penerima				
1	Sensitivitas	-103,7 dBm	-103,7 dBm	Sesuai
2	BLER	$\leq 0.001\%$	0%	Sesuai
Persyaratan Fungsi				
1	<i>Data Rate</i> Maksimal	≥ 700 kbps	775.27 kbps	Sesuai

2) Perbandingan Antara 3GPP TS 34.121-1 dengan Hasil Pengukuran Terminal WCDMA 900 MHz

Hasil pengujian terminal WCDMA 900 MHz menunjukkan bahwa persyaratan teknis sudah sesuai dengan ketentuan dari 3GPP TS 34.121-1. Demikian pula untuk *nominal average bit rate* sudah memenuhi persyaratan yang ditetapkan oleh 3GPP TS 34.121-1 yaitu lebih dari 700 kbps dengan modulasi yang digunakan 16-QAM. Hasil pengukuran untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 16 berikut.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan analisa hasil pengukuran terminal WCDMA 2100 MHz dan 900 MHz dapat disimpulkan bahwa spesifikasi teknis hasil pengukuran terminal WCDMA 900 MHz sudah memenuhi yang ditetapkan oleh 3GPP TS 34.121-1. Spesifikasi teknis terminal WCDMA 2100 MHz dan 900 MHz sama, kecuali sensitivitas penerima. Maksimal sensitivitas penerima terminal WCDMA 2100 MHz yang diperbolehkan yaitu -106.7 dBm. Sedangkan terminal WCDMA 900 MHz sebesar -103.7 dBm. Nilai persyaratan teknis terminal WCDMA 900 MHz yang dibuat di Cina namun dirakit di Indonesia mempunyai nilai yang relatif sama dengan terminal WCDMA yang dibuat dan dirakit di Cina. Dengan demikian tidak perlu adanya penyesuaian spesifikasi teknis terminal WCDMA yang dirakit di Indonesia, sehingga spesifikasi teknis terminal WCDMA 900 MHz sebaiknya mengacu pada 3GPP TS 34.121-1.

Penelitian ini diharapkan memberikan masukan dalam membuat Keputusan Menteri mengenai penentuan spesifikasi teknis terminal WCDMA 900 MHz. Dengan sudah ditentukan spesifikasi teknis terminal WCDMA 900 MHz maka Balai Besar Pengujian Perangkat Telekomunikasi akan melakukan pengujian terminal WCDMA sesuai dengan peraturan yang telah ditetapkan.

B. Saran

Persyaratan teknis *average bit rate* yang ada Perdirjen Nomor: 173/DIRJEN/2009 sebaiknya dinaikkan menjadi lebih dari 700 kbps. Perlu adanya penambahan sample terminal WCDMA yang dirakit di Indonesia untuk memperkuat analisa perbandingan produk rakitan Indonesia

dengan Cina. Selain itu perlu adanya pengukuran *spurious emission* dan *intermodulation* untuk memperkuat data

DAFTAR PUSTAKA

- 3GPP. (2012). *ETSI TS 134 122 V10.0.0 (2012-03)* (Vol. 0).
- Agilent Technologies. (n.d.). W-CDMA Cal Application (E6832A) Peak Code Domain Error (PCDE) Measurement Description. Retrieved June 12, 2014, from [http://wireless.agilent.com/rfcomms/e6601a/onlineguide/e6601a_wireless_communications_test_set.htm#wc_peak_code_domain_error_\(pcde\)_measurement_description.htm](http://wireless.agilent.com/rfcomms/e6601a/onlineguide/e6601a_wireless_communications_test_set.htm#wc_peak_code_domain_error_(pcde)_measurement_description.htm)
- Doden Aiko. (2004). Web Content Volume Has Increased Sixfold in 4 Years to 1.3 Terabytes", *Vol. 15, N, 1645–1645*. doi:10.1007/1-4020-0613-6_18009
- ETSI. (2009a). *3gpp ts 34.121-2* (Vol. 0). Valbonne.
- ETSI. (2009b). *3rd Generation Partnership Project; Technical Specification Group Radio Access Network; User Equipment (UE) conformance specification; Radio transmission and reception (FDD); Part 1: Conformance specification (Release 8) The* (Vol. 0). Valbonne.
- ETSI. (2009c). *Universal Mobile Telecommunications System (UMTS); User Equipment (UE) conformance specification; Radio transmission and reception (FDD); Part 1: Conformance specification (3GPP TS 34.121-1 version 8.8.0 Release 8)* (Vol. 0). Paris.
- ETSI. (2011). *Etsi ts 134 122* (Vol. 0). Paris.
- Hartmut klenner & Andreas Kemper. (2009). High Speed Downlink Packet Access (HSDPA)—Enhanced Data Rates for UMTS Evolution, 167–196. doi:10.1002/9780470823392.ch6
- Holma, H., & Toskala, A. (2003). Third generation WCDMA radio evolution. *Wireless Communications and Mobile Computing*, 3(8), 987–992. doi:10.1002/wcm.134
- Israel, G. D. (2013). Determining Sample Size 1, (April 2009), 1–5.
- Kenington, P. B. (n.d.). Relationship Between EVM, PCDE, and ? Retrieved from <http://www.globalspec.com/reference/75691/203279/3-5-relationship-between-evm-pcde-and>
- Laser 2000 (UK) Ltd. (n.d.). Output Power. Retrieved from <http://www.laser2000.co.uk/glossary.php>
- Laurent Noel, Dominique Brunel, A. T. & H. H. (n.d.). *WCDMA_for_UMTS_HSPA_Evolution_and_LTE_5th_Edition_20_Terminal_RF_and_Baseband_Design_Challenges* (pp. 579–624). Wiley.
- national Instruments. (2009). Frequency Error and Frequency Measurement or Generation Accuracy. *national Instruments*. Retrieved from <http://digital.ni.com/public.nsf/allkb/2A0B9D3F365DEDEF86256BDB007354ED>
- Razavi, B. (1999). Transmitter for Dual-Band Applications, 34(5), 573–579.
- Wang, Y., Garg, H. K., & Motani, M. (2013, February). Downlink scheduling for user equipment served by multiple mobile terminals in cellular systems. *Computer Networks*. Singapura. doi:10.1016/j.comnet.2012.10.014