

**LAPORAN PENELITIAN
SEMESTER GASAL 2013/2014**



**Tinjauan Penerapan Nanotechnology
pada Modul Radio Frequency (RF)
Perangkat Customer Premise Equipment
(CPE) Mobile WiMAX**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA
SEMESTER GASAL 2013/2014**

Universitas Kristen Indonesia

Fakult
LAPORAN PENELITIAN
SEMESTER GASAL 2013/2014



Judul Penelitian

Perangkat CPE WiMAX

Tipe Peneliti

Susilo, S.Kom., MT
Ir. Robinson Purba, MT
Ir. Bambang Widada, MT

Lokasi Penelitian : Laboratorium Sistem Telekomunikasi Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Kristen Indonesia, Site Test CPE - Cikara.

4. Kerjasama dengan instansi lain: Tidak ada

5. Waktu waktu penelitian : 12 bulan

6. Biaya penelitian : Rp 5.000.000

Tinjauan Penerapan Nanotechnology
pada Modul Radio Frequency (RF)
Perangkat Customer Premise Equipment (CPE)
Mobile WiMAX

Program Studi Teknik Elektro
Fakultas Teknik Universitas Kristen Indonesia

Tipe Peneliti

Susilo, S.Kom., MT

Ir. Robinson Purba, MT

Ir. Bambang Widada, MT

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA
SEMESTER GASAL 2013/2014



Universitas Kristen Indonesia

Fakultas Teknik

LEMBAR PENGESAHAN LAPORAN PENELITIAN SEMESTER GASAL 2013/2014

Jl. Mayjen Sutoyo no.2
Cawang - Jakarta 13630
INDONESIA

Tel. 021.8092425, 8009190
Faks. 021 8094074
E-mail: ft-uki@uki.ac.id
<http://www.uki.ac.id>

S1. Program Studi Teknik Elektro
S1. Program Studi Teknik Mesin
S1. Program Studi Arsitektur
S1. Program Studi Teknik Sipil
S2. Teknik Elektro

1. Judul Penelitian : *Tinjauan Penerapan Nanotechnology pada Modul RF Perangkat CPE Wimax*
2. Tim Peneliti :
Susilo, S.Kom., MT
Ir. Robinson Purba, MT
Ir. Bambang Widodo, MT
3. Lokasi Penelitian : Laboratorium Sistem Telekomunikasi Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Kristen Indonesia, Site Test CPE – Cinere.
4. Kerjasama dengan instansi lain: Tidak ada
5. Jangka waktu penelitian : 12 bulan
6. Biaya penelitian : Rp 5.000.000,-

Demikian laporan ini dibuat sebagaimana dilaksanakan berdasarkan bukti-bukti pelaksanaan yang ada.

Jakarta, 18 November 2013

Program Studi Teknik Elektro
Fakultas Teknik Universitas Kristen Indonesia
Ketua

Susilo, S.Kom., MT



Tim Peneliti

Ir. Robinson Purba, MT

Ir. Bambang Widodo, MT

Mengetahui:
Ketua LPPMPB UKI

(Ir. S.M Doloksaribu, M.Eng)

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Kuasa atas segala berkat dan pertolonganNya sehingga Penelitian yang berjudul: *Tinjauan Penerapan Nanotechnology pada Modul RFPerangkat CPE Wimax, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Indonesia* dapat diselesaikan.

Seperti diketahui bahwa, perkembangan teknologi komunikasi mobile wireless semakin cepat dan beragam, sehingga banyak muncul standar teknologi yang baru dan semakin canggih. Salah satu teknologi tersebut adalah WIMAX (*Worldwide Interoperability for Microwave Access*) yang beroperasi pada frekuensi 2,3 Ghz, 2,5 Ghz, dan 3,5 Ghz. Ada 2(dua) komponen penting dari Jaringan nirkabel : Pertama, Antena berperan penting dalam sistem komunikasi radio, dimana berfungsi sebagai transformator gelombang elektromagnetik dari dan ke udara. Kedua, Modul RF merupakan bagian penting dari sistem komunikasi tanpa kabel (wireless), tanpa Sistem RF maka perangkat komunikasi (contoh: ponsel) tidak akan dapat men-transmisikan data informasi kepada Base station, hal ini bisa mengakibatkan perangkat tersebut tidak akan mendapatkan signal atau jaringan dari operator. belum adanya penelitian dan publikasi sebelumnya mengenai kajian penerapan nanoteknologi pada perangkat antenna jaringan WiMax secara luas kepada Masyarakat, mendorong penelitian untuk diajukan dan dipertimbangkan dan hal ini sesuai dengan arah Kebijakan Industri Nasional dan RoadMap Industri Nanoteknologi di Indonesia, khususnya di bidang Elektronika dan Telekomunikasi.

Jakarta, November 2013

Tim Peneliti

DAFTAR ISI

| | |
|--|-----|
| Lembar Pengesahan Laporan Penelitian | i |
| Kata Pengantar | ii |
| Daftar Isi | iii |
| Abstrak | iv |
| BAB I PENDAHULUAN | |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 2 |
| 1.3 Tujuan Penelitian | 2 |
| 1.4 Manfaat Penelitian | 2 |
| 1.5 Sistematika Penulisan | 2 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA | |
| 2.1. Nanoteknologi | 3 |
| 2.2. NanoElectronics | 3 |
| 2.3. Integrated Circuit | 4 |
| 2.4. UltraThin Body FET (UTB) | 5 |
| 2.5. 3D Transistor | 6 |
| BAB III METODOLOGI PENELITIAN | |
| 3.1. Kajian literature | 7 |
| 3.2. Pengujian | 7 |
| BAB IV HASIL PENGUJIAN DAN ANALISA | |
| 4.1. Analisis & Pembahasan Literature | |
| 4.1.1. The Moore's Law | 8 |
| 4.1.2. Scaling Benefit | 8 |
| 4.1.3. Power Amplifier (PA) | 10 |
| 4.2. WiMAX RF Chipset | |
| 4.2.1. WiMAX Transmitter (National Instrument Tutorial-2009) | 11 |
| 4.2.2. WiMAX Receiver (National Instrument Tutorial-2009) | 13 |
| 4.3. Teknik Simulasi | 14 |
| 4.4. Block Diagram Analysis | |
| 4.4.1. TSW50xx | 14 |
| 4.4.2. Karakterisasi Devais SemiConductor | 17 |
| 4.4.3. SQN1210 Mobile WiMAX <i>System-On-Chip</i> (SoC) | 18 |
| 4.5. Simulasi & Uji Performansi Devais CPE – AX226 WiMAX USB Modem | 20 |
| BAB V KESIMPULAN & SARAN | |
| 5.1. Kesimpulan | 23 |
| 5.2. Saran | 23 |
| DAFTAR PUSTAKA | 24 |
| LAMPIRAN | |

ABSTRAK

Perkembangan teknologi nirkabel dalam 10 tahun terakhir ini semakin meningkat baik dari segi riset dan pengembangan maupun penetrasi pasar. Dan bisa dilihat dari grafik statistic jumlah pengguna hampir diseluruh dunia, tak terkecuali di Indonesia. Kecanggihan perangkat teknologi di bidang telekomunikasi semakin dituntut mampu melayani kebutuhan pengguna baik secara individual maupun industri, dengan demikian menuntut skalabilitas produk telekomunikasi yang didesain secara compact dan multi-fungsi. Salah satu teknologi tersebut adalah WIMAX (*Worldwide Interoperability for Microwave Access*) yang beroperasi pada frekuensi 2,3 Ghz, 2,5 Ghz, dan 3,5 Ghz. Ada 2 (dua) komponen penting dari Jaringan nirkabel pada umumnya : Pertama, Antena berperan penting dalam sistem komunikasi radio, dimana berfungsi sebagai transformator gelombang elektromagnetik dari dan ke udara. Kedua, Modul RF merupakan bagian penting dari sistem komunikasi tanpa kabel (wireless), tanpa Sistem RF maka perangkat komunikasi (contoh: ponsel) tidak akan dapat men-transmisikan data informasi kepada Base station, hal ini bisa mengakibatkan perangkat tersebut tidak akan mendapatkan signal atau jaringan dari operator. Hadirnya nanoteknologi yang cikal bakal pemikiran berasal dari sebuah kuliah berjudul "*There's Plenty of Room at the Bottom*" oleh Professor Richard Feynman pada tanggal 29 Desember 1959 menginspirasi oleh Norio Taniguchi untuk melakukan riset dalam skala nano (nanodevice). Mengenai Riset dan Pengembangan berbasis teknologi nano membutuhkan keterpaduan antara kebijakan pemerintah, investasi industri, serta kemampuan SDM Peneliti. Hal ini apalagi melihat urgensi kebutuhan pengguna/market terhadap aksesibilitas teknologi melalui perangkat telekomunikasi.

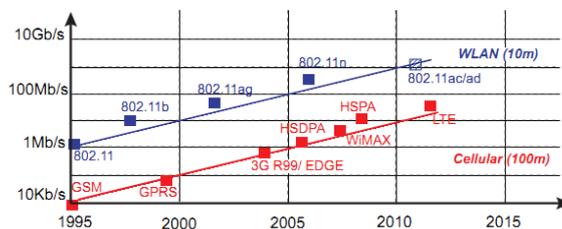
Kata Kunci : *Mobile WiMAX, Teknologi Nano, Radio Frequency (RF)*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar belakang

Perkembangan teknologi komunikasi mobile wireless semakin cepat dan beragam, apalagi dengan munculnya berbagai kebutuhan akan peningkatan kecepatan akses informasi dalam berbagai format (audio, visual, dan text). Secara umum, berikut ini bisa kita lihat perkembangan data rate telekomunikasi nirkabel.



Gambar 1. Growth of high data rate wireless communication

Teknologi WiMax (Worldwide Interoperability for Microwave Access) yang beroperasi pada frekuensi 2,3 Ghz, 2,5 Ghz, dan 3,5 Ghz memiliki perangkat pendukung, dan salah satu yang akan dibahas pada penelitian ini adalah Modul Circuit Penguat RF Antena WiMAX khususnya untuk Perangkat Bergerak (*Mobile Wimax*). Suatu persyaratan penting bagi keberhasilan sebuah teknologi baru adalah menekan biaya tinggi dalam pembuatan chipset dan pemanfaatan material silikon.

WiMAX memiliki ekosistem silikon yang kuat dengan sejumlah perusahaan khusus memproduksi baseband IC dan RFICs terintegrasi untuk mengimplementasikan fitur lengkap Stasiun Pelanggan WiMAX di 2,3, 2,5 dan 3,5 GHz. Perlu dicatat bahwa sebagian besar perusahaan semikonduktor utama belum mengembangkan chipset WiMAX sendiri, namun mereka justru menanamkan investasi bagi industri yang khusus menangani hal ini dan beberapa diantaranya adalah Beceem, Sequans dan PicoChip. Chipset dari perusahaan-perusahaan ini digunakan di sebagian besar perangkat WiMAX.

1.2. Rumusan masalah

Untuk memperjelas permasalahan yang akan diteliti, maka masalah tersebut dirumuskan sebagai berikut :

Bagaimana Pencapaian Modul RF Perangkat CPE Mobile WiMAX dalam Riset Teknologi Nano dan Kaitannya dengan Gate pada System-On-Chip Semikonduktor Perangkat CPE Mobile WiMAX ?

1.3. Tujuan penelitian

1. Seberapa besar Optimaliasi NanoScale pada Chipset Modul RF Device Mobile WiMAX
2. Dukungan Program Strategis Pemerintah melalui Kebijakan Industri Nasional dan Sistem Inovasi Nasional (Kemenristek RI).

1.4. Manfaat penelitian

1. Bagi Peneliti, sebagai dorongan untuk mengetahui implementasi nanotechnology di bidang telekomunikasi.
2. Bagi Operator, meningkatkan efisiensi penggunaan power amplifier antenna untuk kebutuhan instalasi Access Point WiMAX Standard IEEE 802.116e.
3. Bagi Vendor, upgrading teknologi yang berorientasi ramah lingkungan (*Eco Green*) khususnya di pada produksi chipset Integrated Circuit perangkat pendukung jaringan telekomunikasi.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Nanoteknologi

Seiring dengan diperkenalkannya Teknologi Nano (*NanoTechnology*) oleh Nori Taniguchi pada tahun 1974, maka sangat dimungkinkan dengan pengembangan chipset dalam dimensi *nanometer/nanoscale* (10^{-9} m), Konsep dasar terbagi dua: Pertama, adalah pendekatan bottom-up yaitu auto-assembly dari komponen molekuler melalui identifikasi molekuler (*Molecular Recognition*); Kedua, konsepnya dimana sebuah objek terbentuk dari entitas-entitas yang besar; Ketiga, bahwa properti yang solid bisa dibagi-bagi lagi kedalam ukuran partikel-partikel yang lebih kecil (*Quantum Size-Effects*). Dan dari sini pula akan mendasari optimisasi penggunaan silikon elektronika dalam skala nano atau disebut juga *Silicon Nanoelectronics*.

Tabel 1. Komparasi ukuran material (*nanoscale*)

| Deksripsi material | Nanoscale |
|---|------------------|
|  Semut | 5.000.000 nm |
|  Pinhead | 1.5000.000 nm |
|  MEMS | 100.000 nm |
|  Sel Darah Merah | 7.500 nm |
|  Rambut | 100.000 nm |
|  Diameter DNA | 2.5 nm |

2.2. NanoElectronics

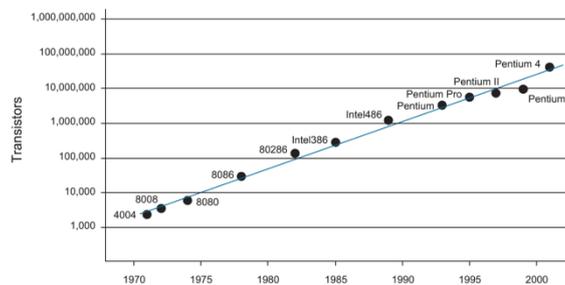
NanoElectronics berhubungan dengan desain perangkat dalam ukuran skala nano (10^{-9} meter) yang memiliki properti/karakteristik seperti transistor, switching, amplifying, tunnelling, kapabilitas relay. Tipikal perangkat yang kemungkinan bisa dikaji, yaitu : Single-Electron Transistor (SETs) , Resonant Tunneling diodes (RTDs), Magnetic Spin-Based devices, dan Molecular Devices .

2.3. Integrated Circuit (IC-Chip)

Secara umum perkembangan chipset hingga sekarang ini didasari pada teknologi transistor, yang dimulai pada tahun 1980, adapun kategorisasi dalam desain ini dibagi ke dalam integration level, meliputi :

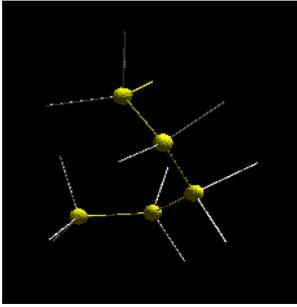
- Small-Scale Integration (SSI), dengan jumlah $0-10^3$ buah transistor
- Medium-Scale Integration (MSI), dengan jumlah 10^2-10^3 buah transistor
- Large-Scale Integration (LSI), dengan jumlah 10^3-10^5 buah transistor
- Very Large-Scale Integration (VLSI), dengan jumlah 10^5-10^7 buah transistor.
- Ultra Large-Scale Integration (ULSI), dengan jumlah $\geq 10^7$ buah transistor.

Dari tahun ke tahun perkembangan implementasi scale integration ini, dapat digambarkan secara signifikan melalui perkembangan prosesor komputer. (*gambar 2*)

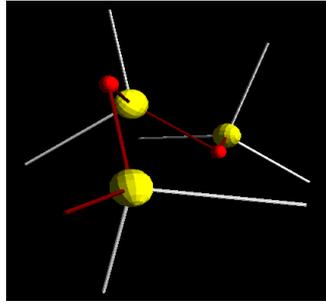


Gambar 2. Integration Level Trends

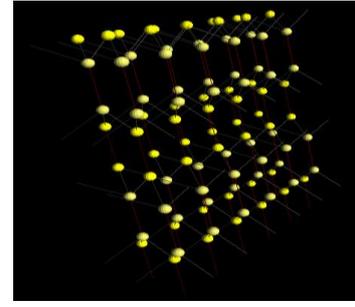
Integrated Circuit (IC) berisi Small Square atau rectangular “die”, 1 mm tebalnya, dimana “die” yang kecil berukuran 1,5 mm x 1,5 mm, dan “die” yang besar berukuran 15 mm x 15 mm. Dengan “die” yang besar berarti banyak logik yang bisa disimpan. “Die” biasanya dibuat dari silicon (lihat gambar 3a, 3b, 3c) substrate (Gambar 3d) yang berfungsi menyediakan dukungan mekanikal dan elektrik.



Gambar 3a.
Si Atoms

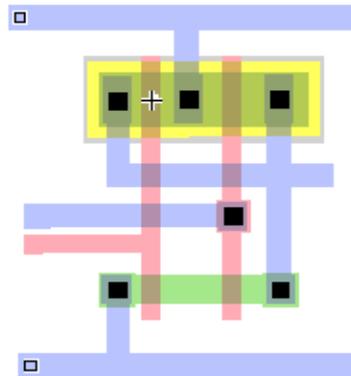


Gambar 3b.
Silicone Dioxide (SiO2)



Gambar 3c.
Si Lattice

Source Tool : *Microwind3 Lite – Silicone, 2005.*

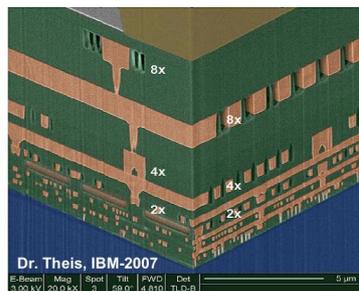


Gambar 3d. VLSI design 10 um x 10 um

Pada gambar desain prosesor di atas terdiri dari satu 2-input NAND gate dengan 4 buah transistor serta berisi 50 – 200 juta transistor (10-50 juta gate). Dari penjelasan tersebut jelas bahwa akan dibutuhkan skala yang lebih kecil untuk membuat desain logik gate yang banyak, sehingga implementasi nanoteknologi sangat diharapkan bisa mengatasi problem ini.

2.4. UltraThin Body FET (UTB)

Advanced Micro Devices dan IBM menggunakan jenis FET (Field-Effect-Transistor) ini.



Gambar 3e. IBM Microprocessor Logic Circuit Region

Pada gambar 3e, karakterisasi mikroskopik dilakukan pengukuran dengan parameter Electron Beam 3.00 kV, Magnifikasi 20 Kx pada skala 5 micrometer.

2.5 3D Transistor

INTEL menyebutnya sebagai desain "*Tri-Gate*" Transistor, lebih tepatnya mengarah sebagai FIN-FET (*Field-Effect-Transistor*). Teknik FINFET memecahkan problem "the leak of charge" pada channel transistor, dengan komposisi gate pada ketiga sisi-nya maka tegangan (*voltage*) gate dapat mengatasi kebocoran. FINFET yang diimplementasikan INTEL dalam pengembangan chipset memiliki skala nano sebesar 22-nm.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Kajian literature

a. Desain Penelitian/Simulasi

Desain penelitian dimulai dari pendefinisian mekanisme/skenario simulasi untuk tujuan eksplorasi performansi, dimana terjadi perbandingan antara nanodevices pada Modul RF buatan lokal dan internasional berdasarkan tahun keluaran tertentu sesuai dengan Periode *Moore's Law* kemudian ditambah dengan data hasil testing perangkat wimax AP/BTS, CPE dengan areal yang terbatas (mencakup 2-6 Km) untuk melihat kaitan performansi nanodevices dengan performansi data rate Jaringan WiMAX. Setelah itu dilanjutkan dengan analisis kajian terhadap implementasi kebijakan industri nasional khususnya di bidang penerapan teknologi nano dan telekomunikasi.

b. Studi Literatur

Mencari literatur tentang nanoteknologi di bidang telekomunikasi, peluang pengembangan dan potensi risetnya melalui Publikasi Jurnal, *Proceeding Conference*, Penelitian Thesis, dan bahan pustaka lainnya. Studi juga didukung juga dengan melihat video dan tutorial multimedia yang ada. Dalam melakukan pengumpulan data melalui studi literatur, peneliti sudah melakukan koordinasi dengan beberapa narasumber lembaga penelitian lainnya, sehingga diharapkan bahan analisa nanti menjadi lebih lengkap.

3.2. Pengujian

Dari pengumpulan data primer dan sekunder serta hasil pengukuran simulasi akan dibuat suatu analisa keterkaitan antara pencapaian miniaturasi devais dengan teknologi nano dengan kinerja ideal hasil parameter pengukuran dari Nasional Instruments serta pengukuran throughput data rate dan bandwidth dari beberapa site internasional dan local menggunakan Tool Software Monitoring WireShark, Speedtest.net

BAB IV

HASIL PENGUJIAN DAN ANALISA

4.1. Analisis & Pembahasan Literatur

4.1.1. *The Moore's Law*

Menurut Gordon Moore pada tahun 1965, salah satu co-founder Intel memprediksi pertumbuhan secara eksponensial kapasitas memori dan kecepatan prosesor berlipat ganda setiap tahun atau tepatnya di masa sekarang setiap 18 bulan sekali (Hukum Moore). Hukum Moore ini telah mendorong lahirnya Itanium 2 Processor dengan 400 juta-an transistor. Secara umum pertumbuhan tersebut bisa dilihat pada grafik di bawah ini hingga tahun 2010.

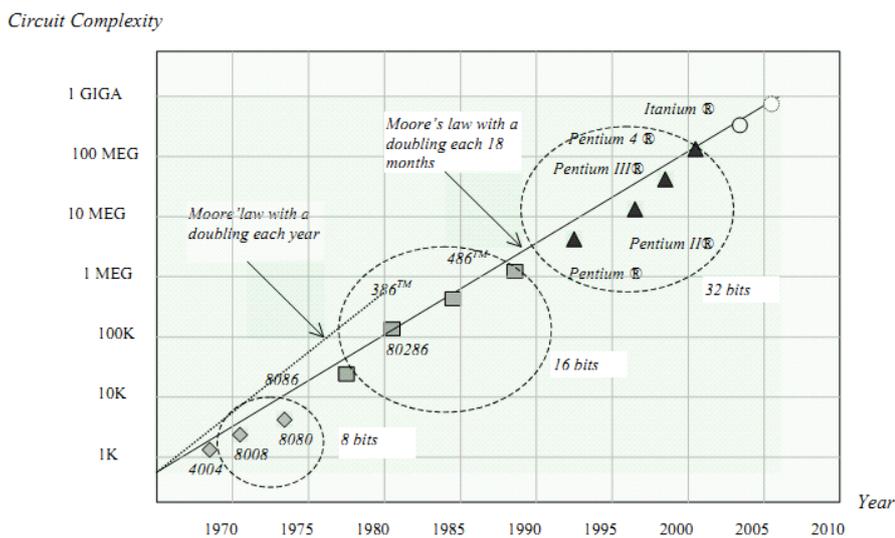


Figure 1-1 : Moore's law compared to Intel processor complexity from 1970 to 2010.

4.1.2. Scaling Benefit

Trend dari perkembangan teknologi CMOS mengarahkan pada integrasi fungsi-fungsi yang lebih banyak secara berkelanjutan dengan penggunaan material silikon, hal ini bisa kita lihat evolusi dari penggunaan material silikon tersebut untuk pembuatan CMOS.

| Technology node | 130 nm | 90 nm | 65 nm | 45 nm | 32 nm | 22 nm |
|-----------------------------------|------------------|------------------|-------|--------|--------|--------|
| First production | 2001 | 2003 | 2005 | 2007 | 2009 | 2011 |
| Effective gate length | 70 nm | 50 nm | 35 nm | 25 nm | 17 nm | 12 nm |
| Gate material | Poly | Poly | Poly | Metal | Metal | Metal |
| Gate dielectric | SiO ₂ | SiO ₂ | SiON | High K | High K | High K |
| K _{gates/mm²} | 240 | 480 | 900 | 1500 | 2800 | 4500 |
| Memory point (μ ²) | 2.4 | 1.3 | 0.6 | 0.3 | 0.15 | 0.08 |

Table 1: Technological evolution and forecast up to 2011

Dari tabel di atas terlihat bahwa pada produksi pertama tahun 2001 sudah mencapai skala 130 nm, tahun 2007 sebesar 45 nm, dan tahun 2011 sudah mencapai skala 22 nm dengan 4500 K_{gates/mm²}, panjang gate efektif sebesar 12 nm.

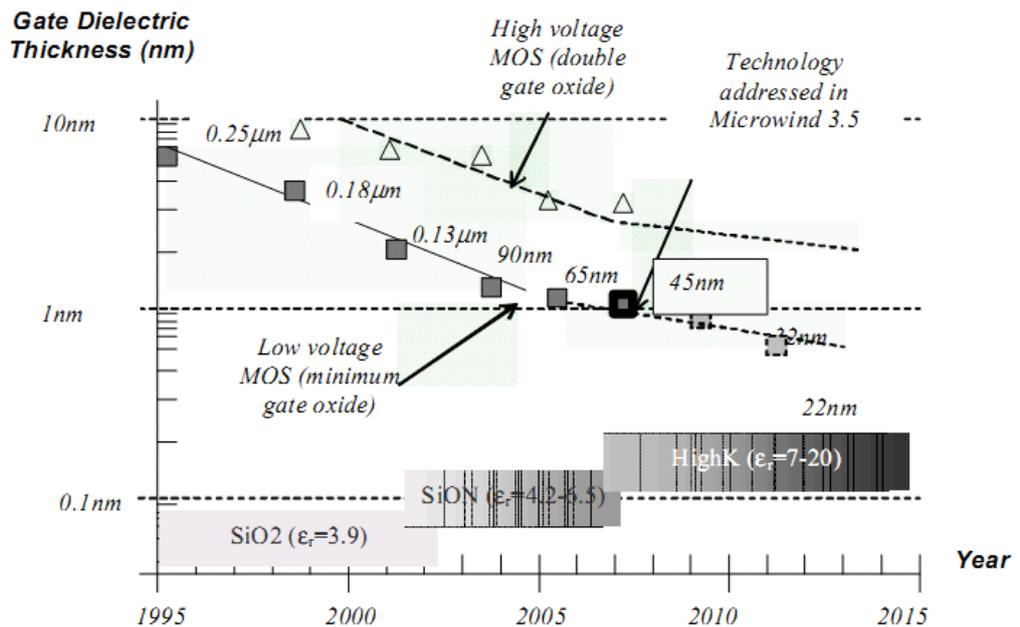


Figure 1-2 : The technology scale down towards nano-scale devices

Perkembangan CMOS ini mendasari ide membuat devais berskala nano, sehingga ketebalan dari Gate Dielectric mencapai 1 nm pada tahun 2007 dan diprediksi mencapai 0.1 nm pada tahun 2015. Dengan demikian semakin kecil ukuran gate dielectric tersebut dalam prosesor sebuah devais elektronika/digital maka daya listrik yang dibutuhkan semakin kecil dan performansi dari perangkat/device elektronika semakin meningkat. Performansi devais ini dipengaruhi oleh mobilitas elektron yang mengalir dalam gate-gate tersebut. Dengan demikian material gate yang dibutuhkan dengan permitivitas yang lebih tinggi dan mampu mereduksi kebocoran (leakage) dari cell devais

processor. Sejak munculnya node teknologi 90 nm, material SiO₂ telah digantikan dengan penggunaan SiON dielektrik pada sekitar tahun 2003. Kemudian pada skala 45 nm reduksi kebocoran mulai dicapai secara signifikan melalui penggunaan material dielektrik berjenis **High-K** seperti *Hafnium Oxide* – HfO₂ (permitivitas=12), *Zirconium Oxide* - ZrO₂ (permitivitas=20), Tantalum Oxide Ta₂O₅(permitivitas=25) ataupun Titanium Oxide – TiO₂ dengan permivitas yang tinggi sebesar 40. Dengan demikian untuk pertama kalinya selama 40 tahun penggunaan SiO₂ dalam manufacturing CMOS telah digantikan dengan permitivitas material yang lebih tinggi nilainya dengan karakteristik sebagai berikut :

- Metal/High-K transistor
- Increased Switching Capability
- Increased On Current
- Decreased Off Current
- Decreased Gate Leakage
- Sheet Resistance around 5 Ohm/square (Metal Gate)

Problem “The leak of Charge”

Pemecahan problem “*the leak of charge*” sangat memungkinkan jumlah elektron mengalir dengan baik sehingga proses switching signal menjadi lebih cepat, kemudian disamping itu untuk miniaturisasi chipset pada setiap perangkat telekomunikasi khususnya yang bergerak (Mobile WiMAX) dibutuhkan konsep dan implementasi teknologi nano ke dalam setiap material chipset (*NanoElectronics*) pada Modul RF.

RF Chipset diimplementasikan untuk radio WiMAX yang mampu menangani berbagai macam aplikasi berbasis WiMax dan kinerja yang memadai sesuai spesifikasi kebutuhan yang dipersyaratkan di Teknologi WiMax.

4.1.3. Power Amplifier (PA)

Sebuah penguat RF adalah perangkat elektronik yang digunakan untuk memperkuat sinyal frekuensi radio rendah. PA digunakan untuk bagian yang menerima dan mengirim dari sistem nirkabel. Dalam proses transmisi sinyal, PA berfungsi memperkuat sinyal sebelum dikirim melalui antenna. Kemudian, pada proses penerimaan sinyal, PA berfungsi untuk memperkuat sinyal yang lemah yang tertangkap oleh antenna dengan distorsi yang minimal.

Ada berbagai jenis Power Amplifier, yaitu :

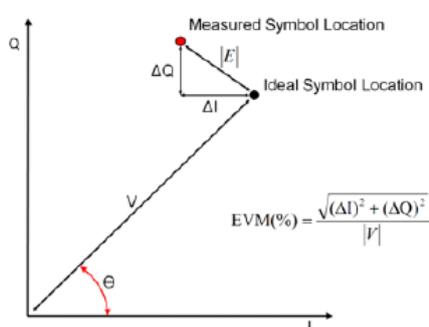
- a. RF Power Amplifier : mengubah sinyal frekuensi tinggi berdaya kecil menjadi berdaya besar. Biasanya digunakan dalam proses transmisi.
- b. Low Noise Amplifier (LNA) : digunakan memperkuat sinyal frekuensi tinggi dengan tetap menjaga rasio sinyal terhadap noise (SNR). LNA digunakan pada proses awal penerimaan sinyal untuk memperkuat sinyal dengan degradasi yang minimal.
- c. Ada beberapa PA yang lain seperti gain blocks, differential amplifiers, driver amplifiers, limiting amplifiers, dll.

4.2. WiMax RF Chipset

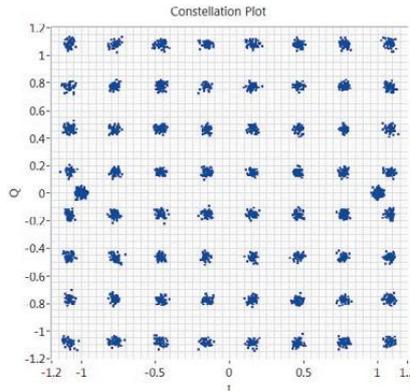
RF Chipset diimplementasikan untuk radio WiMAX yang mampu menangani berbagai macam aplikasi berbasis WiMax dan kinerja yang memadai sesuai spesifikasi kebutuhan yang dipersyaratkan di Teknologi WiMax.

4.2.1. WiMAX Transmitter (National Instrument Tutorial – 2009)

Parameter kinerja kunci transmitter adalah EVM (*Error Vector Magnitude*) tersebut sesuai dengan daya yang diberikan. EVM menunjukkan integritas dari konstelasi digital setelah melewati pemancar/transmitter.

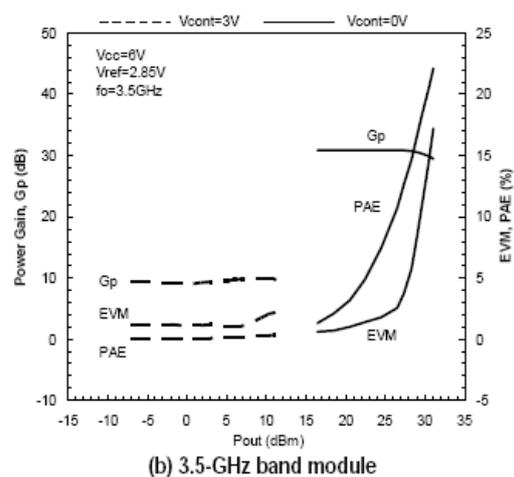
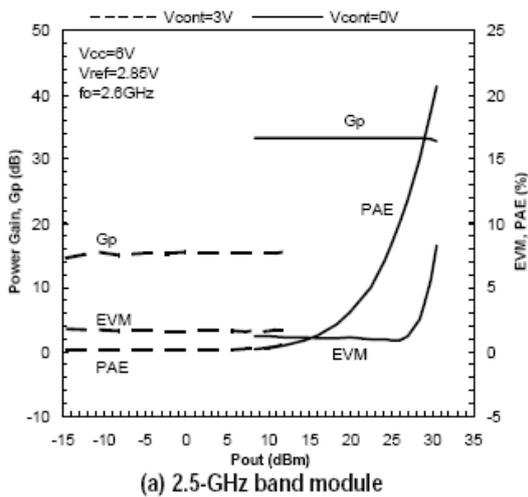


Gambar 4. Representasi grafik dari Pengukuran EVM

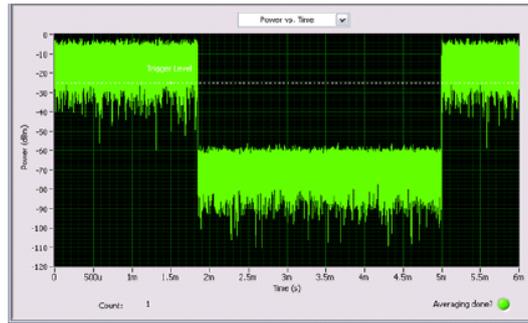


Gambar 5. Konstelasi dari Simulated WiMAX Burst dengan SNR mencapai 31 dB

Kontributor utama terhadap degradasi EVM transmitter adalah tahap kebisingan dari sumber osilator lokal dan penguat daya akhir. Karena power amplifier adalah kontributor kunci, sangat masuk akal untuk membahas Kinerja EVM transmit terterkait dengan aliran listrik yang diberikan. Spesifikasi untuk EVM adalah 2,7%. Berbeda dengan sistem seluler, persyaratan EVM jauh lebih ketat dan EVM-nya sering dinyatakan dalam desibel untuk menyelesaikan skala yang lebih baik, standar 2,7% setara dengan -31,4 dB. CPE (*Customer Premise Equipment*) Outdoor Systems, yang terutama jelas LOS (*Line Of Sight*)-nya terhadap *Base Station* (BTS), umumnya bernilai +20dBm output power.



4.2.1.1. Transmit Power



Gambar 6. Power versus Time for a Mobile Wimax burst

Kemudian untuk *Indoor Systems* yang berada di dalam gedung/ruangan banyak menghadapi kondisi lingkungan yang tidak kondusif, sehingga power rate-nya dalam kisaran +24dBm sampai dengan +27dBm. Nilai daya yang lebih ketat diperlukan dari base stations, dan dibutuhkan untuk mengirimkan pada daya 4Watt sampai dengan 20W, tergantung pada kisaran yang diinginkan.

Tabel 2. Mobile WiMAX transmitter - minimum RCE per each modulation scheme

| Burst Type | SS RCE (dB) | BS (RCE) |
|------------|-------------|----------|
| QPSK-1/2 | -15.0 | -15.0 |
| QPSK-3/4 | -18.0 | -18.0 |
| 16-QAM-1/2 | -20.5 | -20.5 |
| 16-QAM-3/4 | -24.0 | -24.0 |
| 64-QAM-1/2 | -26.0 | -26.0 |
| 64-QAM-2/3 | -28.0 | -28.0 |
| 64-QAM-3/4 | -30.0 | -30.0 |

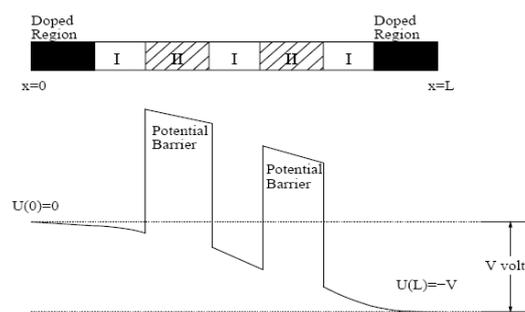
4.2.2. WiMAX Receiver (National Instrument Tutorial – 2009)

Parameter utama dari Receiver adalah sensitivitas. Saat melakukan pengujian dengan RF dan rangkaian analog, sulit untuk mengambil Pengukuran BER (*Bit-Error-Rate*) secara

aktual, oleh karena itu lebih umum untuk menghubungkan BER setara dengan nilai suatu EVM. Korelasi mendefinisikan spesifikasi dari -21dB EVM di tingkat sensitivitas untuk sinyal 64-QAM (*Quadrature Amplitude Modulation*). Umumnya, margin 2dB ditambahkan ke parameter untuk membawa target ke -23,5dB.

4.3. Teknik Simulasi

Salah satu prototype yang digunakan untuk simulasi perangkat semikonduktor berbasis skala nano adalah *Resonant Tunnelling Diode* (RTD) dengan simulasi transpor electron.



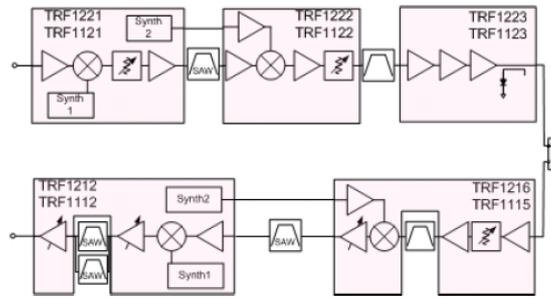
$$W(f) = Kf + P(f) + S(f)$$

Penjelasan, $f=f(x, k, t)$ merupakan distribusi elektron melalui RTD, x menandakan posisi dari elektron, dimana digambarkan melalui koordinat $[0, L]$, L adalah panjang RTD. Momentum elektron, dimana waktu $t > 0$. Simulasi digunakan untuk melihat perubahan distribusi elektron dalam skala waktu.

4.4. Block Diagram Analysis

Untuk mengetahui seberapa jauh penerapan teknologi nano pada chipset RF Antenna WiMAX mempengaruhi sinyal pengiriman dan penerimaan, maka akan dianalisis terlebih dahulu beberapa karakteristik yang penting pada Modul RF chipset Mobile WiMAX dari Board TSW500x Texas Instrument dan SQN1310 Sequans Communications.

4.4.1. TSW50xx



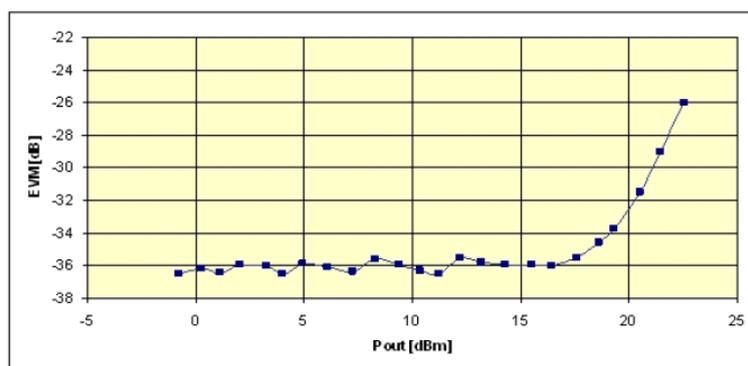
Gambar 5. TSW50xx Reference Design Block Diagram

Pada board TSW50xx, terdiri dari 5 Jenis tipe Chipset berarsitektur superheterodyne (*red. convert a received signal to a fixed intermediate frequency*), yaitu : TRF1221, TRF1222, TRF1223, TRF1212, dan TRF1216. Dengan board ini mampu mengutilisasikan 10-MHz *Wide Surface Accoustic Wave* (SAW) filter untuk memfasilitasi penggunaan sinyal bandwidth : 3.5 MHz, 7 Mhz, dan 10 Mhz. Khusus untuk tipe chipset TRF1223 PA merupakan jenis 1-W Class Amplifier, yang memiliki kemampuan memodulasi daya output sebesar +20dBm.



Gambar 2. TRF1223 PA

Kemudian beroperasi pada range 3300-MHz sampai dengan 3800-MHz serta memiliki 30-dB Gain Transmitter. Kinerja EVM-nya, bisa dilihat pada grafik di bawah ini :

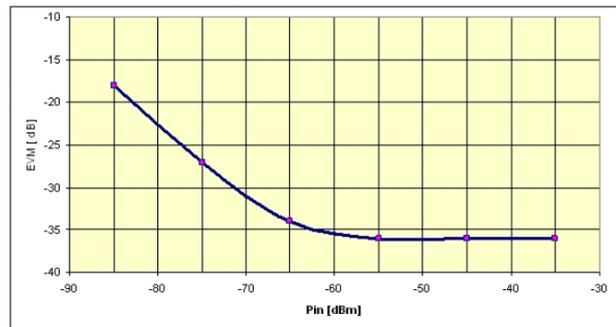


Gambar 7. TSW50xx Transceiver EVM Performance dengan Power-Out

TSW50xx dirancang pada rate +20dBm dan batas maksimal output lebih kecil dari -50dBm yang menyediakan margin sebesar 10dB. Walaupun memiliki fixed margin, namun fleksible

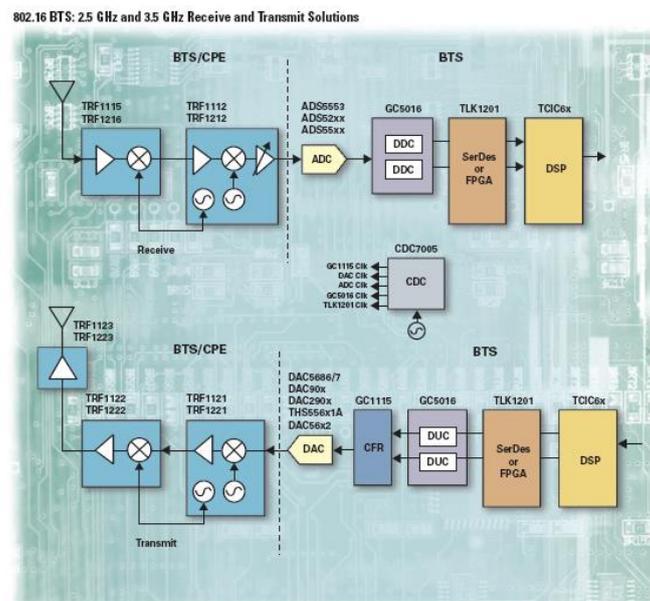
dapat berpindah ke tingkat daya yang lebih tinggi. Sebagai contoh, daya harus ditingkatkan menjadi +24dBm sampai dengan +27dBm pada aplikasi indoor.

Maka PA yang ada akan bisa digantikan dengan power amplifier yang lebih sesuai dan beberapa perubahan lainnya. Tambahan gain sebesar 4dB - 7dB dibutuhkan untuk meningkatkan daya dapat menyentuh batas maksimal output, tetapi masih menyisakan 3dB – 6dB untuk spare.



Gambar8. TSW5003 Receiver EVM Curve vs Input Power.

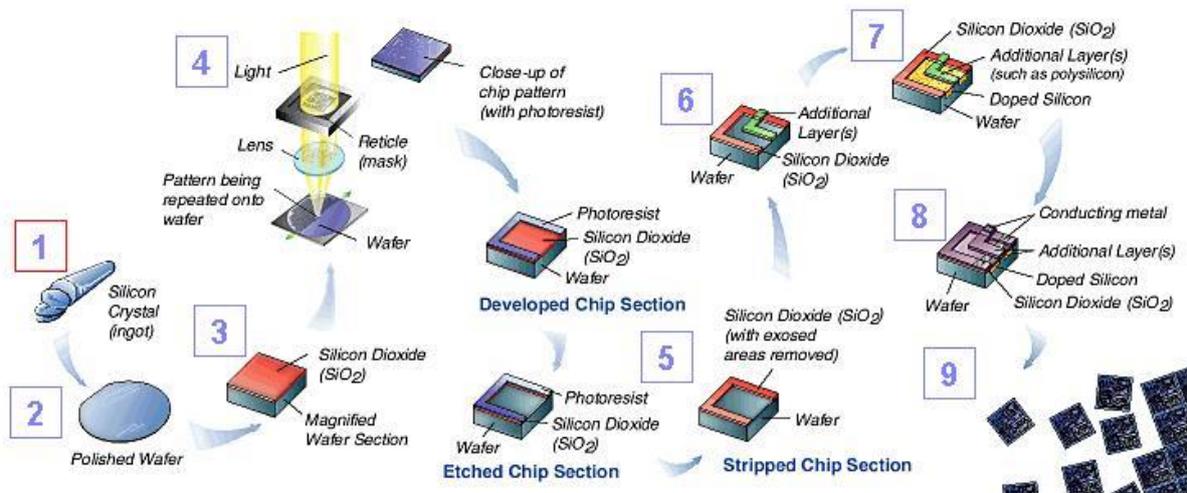
Pada gambar di atas, Kurva receiver EVM menunjukkan output power yang konstan pada level -20dBm.



Gambar 9. TRF11xx, TRF12xx

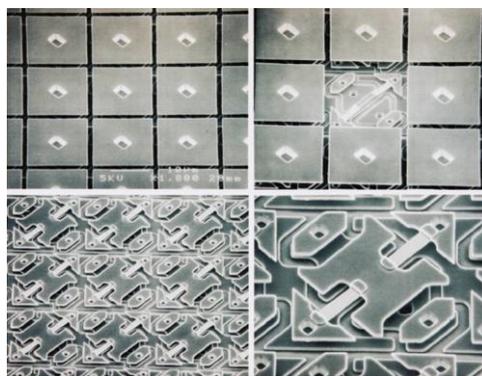
Chipset TRF11xx pada frekuensi 2.5 Ghz dan Chipset TRF12xx pada frekuensi 3.5 Ghz

4.4.2. Karakterisasi Devais SemiConductor



Gambar 10. Proses Fabrikasi Chipset (IC)

Secara garis besar bahan material IC terbuat dari Silicone Substrate yang memiliki karakteristik ,proses fabrikasi material silicone menggunakan teknologi nano (gambar 10) diharapkan dapat mengatasi problem “*leak of charge*” dimana tingkat kerapatan (*density*) material pada saat proses fabrikasi dioptimalisasi sehingga tidak menimbulkan kebocoran pada sisi GATE yang digunakan untuk proses mengalirkan elektron (*electron transport*).



Gambar 12. Viewing IC Based on Microscopy Device at 65-nm scale

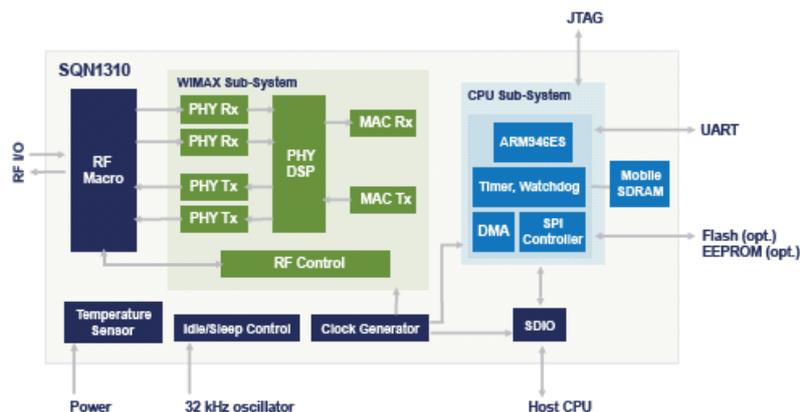
Chipset menggunakan teknik *power-reduction*, dan dengan *low-complexity MIMO Algorithm* dengan *Layer-2 Packet Forwarding* sehingga lebih cepat dalam melakukan transmisi sinyal ke destinasi sistem yang dituju.

4.4.3. SQN1210 Mobile WiMAX System-On-Chip (SoC)

Teknologi pada devais ini diusung berbasis teknologi nano 65nm dengan perpaduan baseband dan triple-band RF (2.3-2.4, 2.5-2.7, 3.3-3.8 GHz) dalam single-die. Penggunaannya ditujukan untuk perangkat bergerak, seperti : mobile handset, smartphone, MIDS, portable hotspot, dan netbook, termasuk USB dongle, expresscard, serta PCI Minicard. High troughput yang bisa dihasilkan > 40 Mbps, dan konsumsi daya rendah karena teknologi ultra low power 4G-EZ.SQN1310 memiliki troughput sebesar 40 Mbps Total DL (*DownLink*) + UL (*UpLink*), dengan operasi dual-band RF : 2.3 – 2.4 Ghz dan 2.5 – 2.7 Ghz, 64-QAM Modulation, **single 65-nm** (*nanometer*) die, size 9 x 9 x 1-mm.



Gambar 13. SQN1310 Chipset

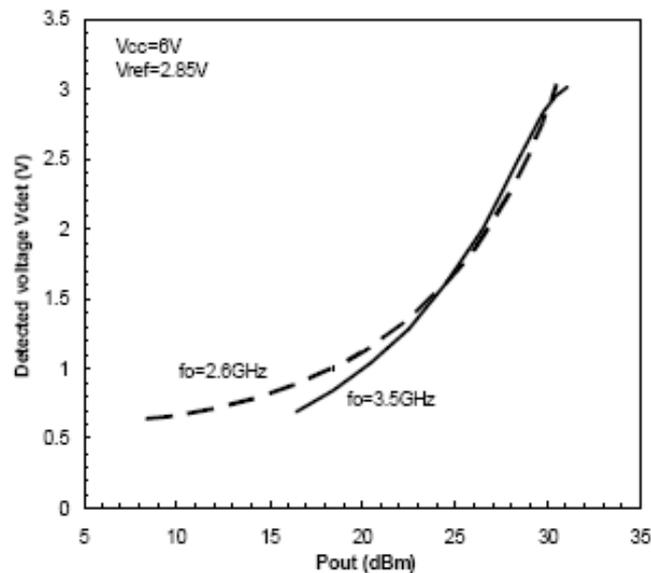


Gambar 14. SQN1310 Block Diagram & Ext. Interfaces

SQN1310 Chipset menggunakan teknik power-reduction, dan dengan low-complexity MIMO Algorithm dengan Layer-2 Packet Forwarding sehingga lebih cepat dalam melakukan transmisi sinyal ke destinasi paket yang dituju.

Tabel 3. Karakteristik Modul Power-Amp

| Characteristics | Measurement conditions | MGFS36E2325 | MGFS36E2527 | MGFS36E3436A | Unit |
|---------------------------|--|-----------------------|-------------|--------------|------|
| Operating frequency | Vcc=6V Vref=2.85V IEEE802.16 signal input | 2.3 – 2.5 | 2.5 – 2.7 | 3.4 – 3.6 | GHz |
| Power gain | | 33 | 33 | 30 | dB |
| Efficiency | | 11 | 12 | 11 | % |
| Output power (EVM = 2.5%) | | 27 | 27 | 25 | dBm |
| Input return loss | | 10 | 10 | 10 | dB |
| Detector output voltage | | 2 | 2 | 2 | V |
| Attenuation | | 16 | 19 | 21 | dB |
| Total collector current | | 760 | 700 | 700 | mA |
| Module size | | 4.5mm × 4.5mm × 1.0mm | | | |



Gambar 15. Hasil Pengukuran terhadap detektor keluaran tegangan

4.5. Simulasi dan Uji Performansi Perangkat CPE – AX226 WiMAX USB Modem

Pengujian pada mobile wimax client dibutuhkan untuk mendapatkan troughput data rate dan bandwidth relatif, dan digunakan devais CPE dengan fitur alokasi frekuensi 2300-2400 MHz dan 2496-2690 MHz. Dan dalam hal ini perangkat yang digunakan dalam penelitian adalah usb modem AX226 WiMAX.

Tabel 4. Spesifikasi CPE - AX226 USB WiMAX

| | |
|----------------------------|---|
| Mode Akses | WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access) |
| Protokol WiMAX | 802.16e (IEEE 802.16 – 2005) |
| Alokasi Frekuensi | 2300 – 2400 MHz, 2496 - 2690 MHz |
| Peak Data Rate | 30Mbps-DL, 6.0Mbps-UL |
| OTA | OMA-DM |
| Dimensi (WxDxH) | 76mm x 25mm x 11.3mm |
| Weight | +/- 50 gr |
| Working temperature | -10 ⁰ C ~ +55 ⁰ C [14 ⁰ F ~ 131 ⁰ F] |
| Working humidity | 5% ~ 95% |
| Storage temperature | -40 ⁰ C ~ +70 ⁰ C [-40 ⁰ F ~ 158 ⁰ F] |
| Storage humidity | 5% ~ 90% |

Untuk menghitung path loss devais menggunakan simulasi software Radio Works dengan formulasi model **Weissberger**, sebagai berikut :

Weissberger's Model:

$$L_F = L_F + \begin{cases} 1.33 f^{0.254} d^{0.558} & \text{where } 14 < d \leq 400 \\ 0.45 f^{0.254} d & \text{where } 0 < d \leq 14 \end{cases}$$

Where:

L_F = Total Path Loss (dB)

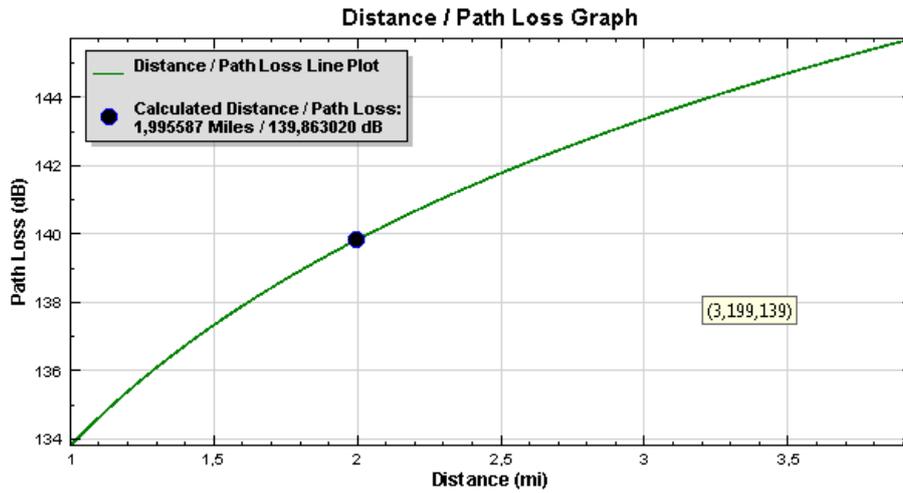
L_F = Free Space Path Loss (dB) (See Below)

f = Frequency of Transmission (GHz)

d = Depth of Foliage Along Path (m)

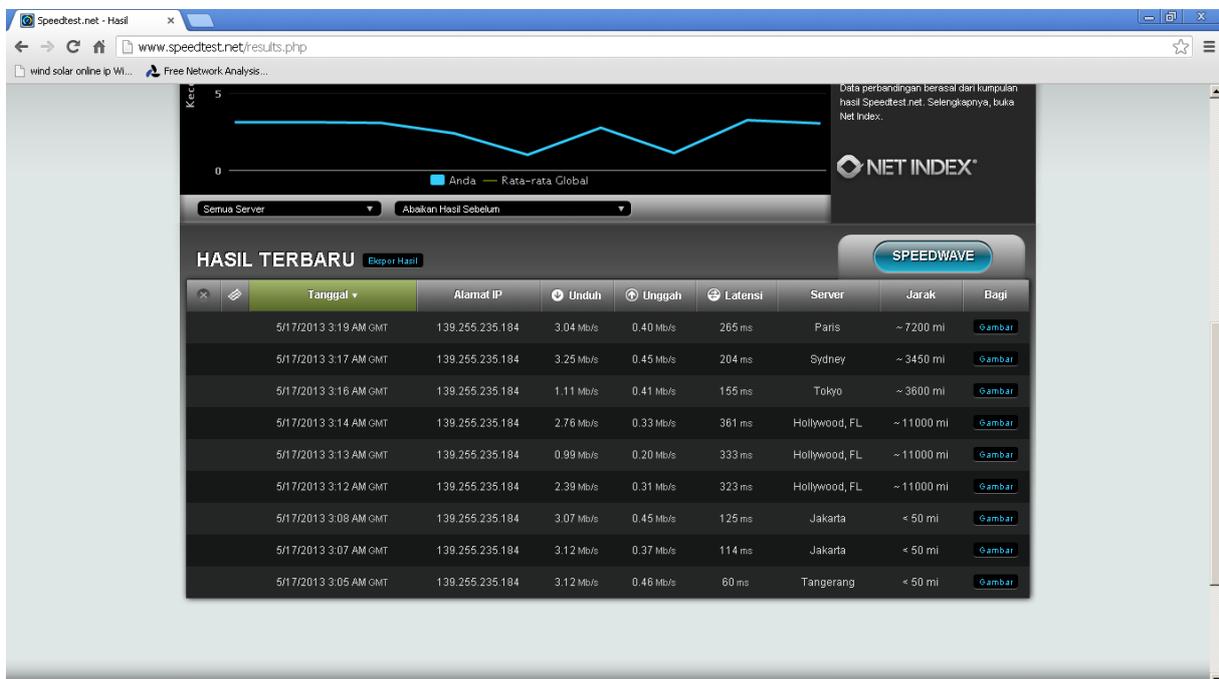
D = Distance from Transmitter to Receiver (km)

$$L_F = 32.45 + 20 \log_{10}(1000f) + 20 \log_{10}(D)$$



| No. Simulasi Pengujian | Depth of Foliage Along Path | Distance Between TX/RX (Mi) | Transmission Frequency (MHz) | Path Loss (dB) |
|------------------------|-----------------------------|-----------------------------|------------------------------|----------------|
| 1. | 30 | 2 | 2300 | 115,05 |
| 2. | 30 | 2 | 2400 | 115,48 |
| 3. | 30 | 2 | 2496 | 115,88 |
| 4 | 30 | 2 | 2690 | 116,65 |

Hasil Pengujian Performansi Devais AX226 bisa dilihat pada lampiran.



Hasil analisis link testing menunjukkan data rate untuk perangkat CPE WiMAX berkisar antara **0.3 Mbps** sampai dengan **3.12 Mbps** atau bisa dikatakan merupakan data rate teknologi BWA (*Broadband Wireless Access*) dengan jarak test site menggunakan jalur protocol http (80 dan 8080) berkisar antara 50 mi sampai dengan 11.000 mi.

BAB V

KESIMPULAN & SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari hasil uraian pembahasan dan pengujian data rate devais CPE salah satu perangkat Mobile WiMAX, upaya meminimumkan cost pembuatan chipset dengan meminimalkan ukuran device Modul RF(*Switching Capability*) beberapa Chipset Penguat Power Antena Mobile WiMAX dengan teknologi material nano telah terbukti juga meningkatkan performansi transmisi dan penerimaan sinyal, karena melalui pengurangan nilai parameter Bit Error Rate (BER) dan EVM secara signifikan bisa menghasilkan penguatan sinyal, kemudian dengan skala yang kecil tersebut mampu menampung banyak *logic-gate(Moore's Law)* dengan menerapkan algoritma MIMO yang *low-complexity yang merupakan bagian dari penerapan teknologi nanoelectronics*. Dengan demikian, alokasi kebutuhan power supply devais yang dibutuhkan juga cenderung berkurang/kecil. Implementasi material berteknologi nano, khususnya pada implementasi karakterisasi bahan SiO₂ pada *Source-Gate-Drain* chipset perangkat CPE Wimax khususnya modul RF, memiliki skala antara 22-nm hingga 65-nm. Untuk penerapan di Indonesia sendiri, belum banyaknya adanya riset termasuk ketersediaan dana penelitian dari pemerintah dan industri terhadap teknologi chipset juga menjadi kendala kurangnya penerapan nanoteknologi khususnya di bidang telekomunikasi, hal ini bisa jadi karena memang di Indonesia belum memiliki industri fabrikasi chipset perangkat telekomunikasi walaupun studi kelayakan sudah dilakukan berbagai lembaga penelitian dan industri lokal.

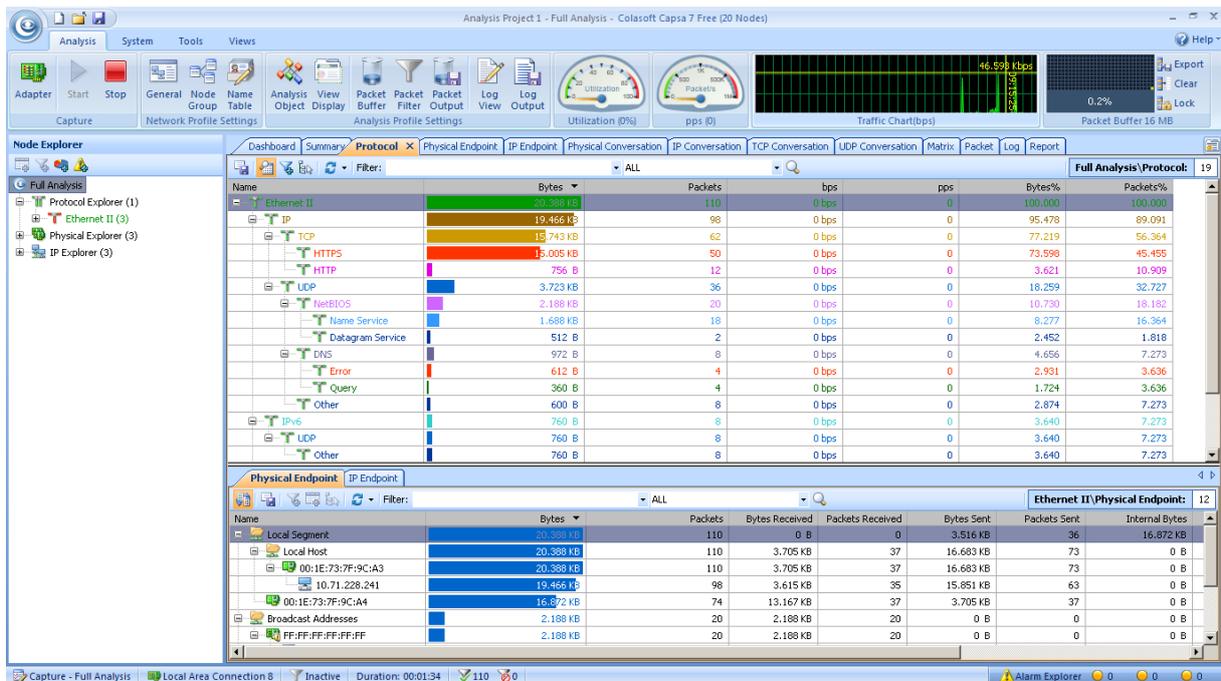
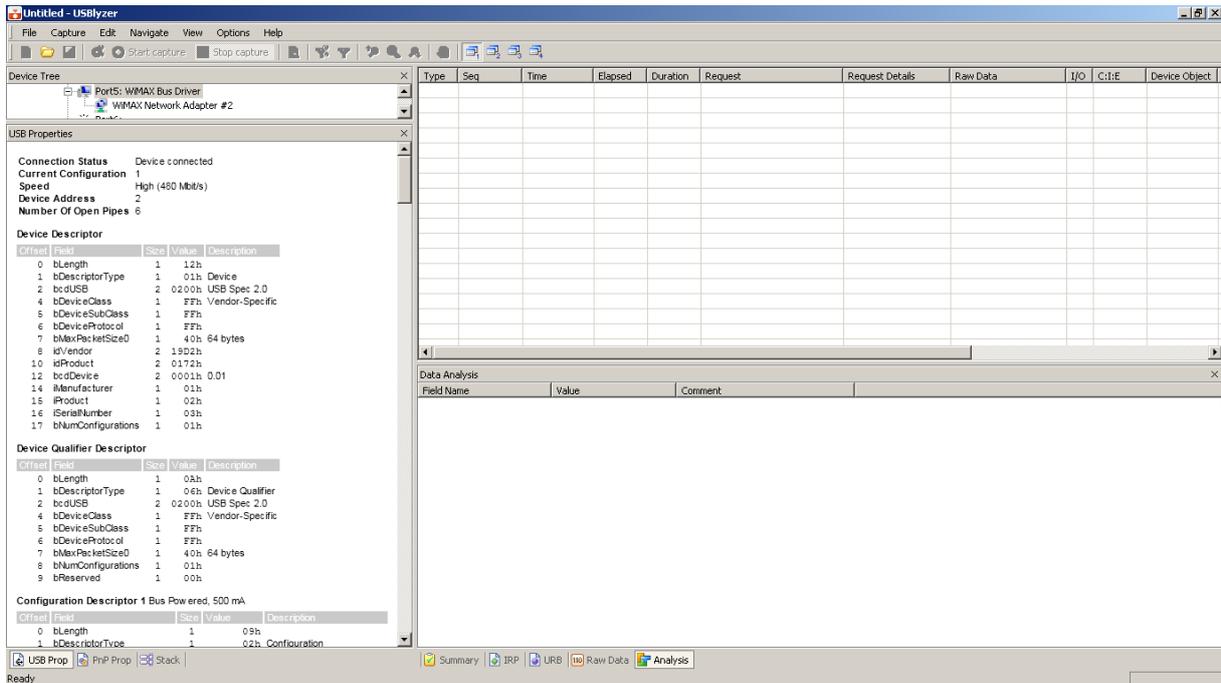
5.3. Saran

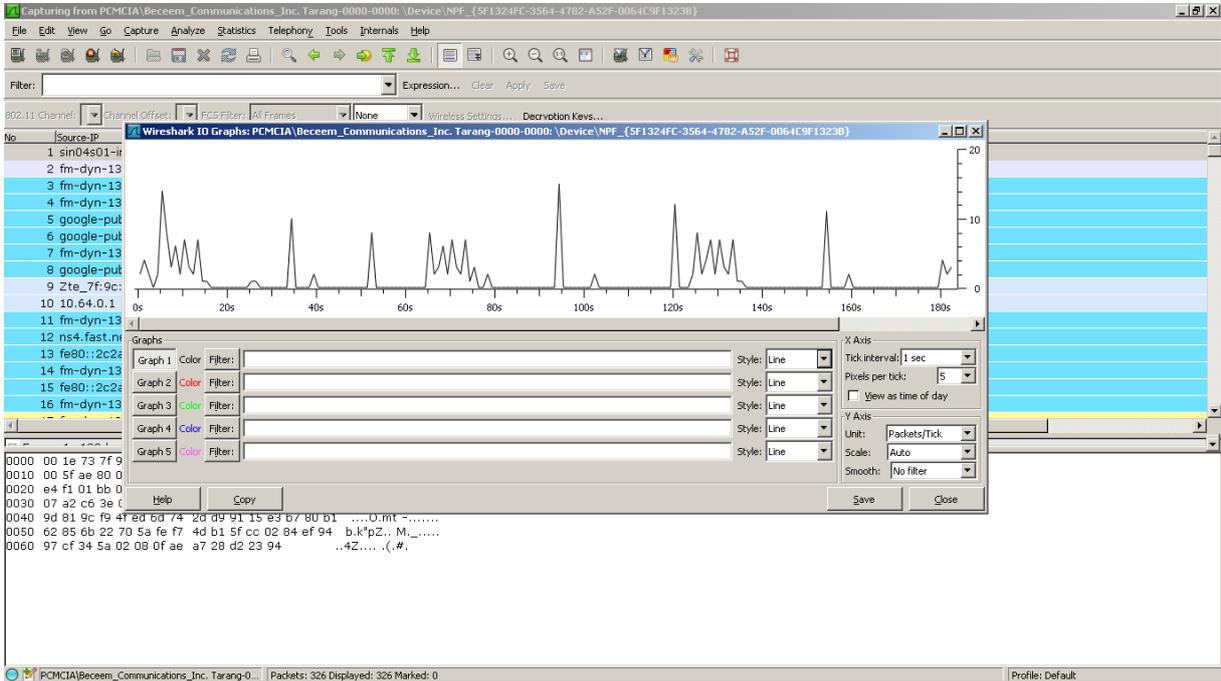
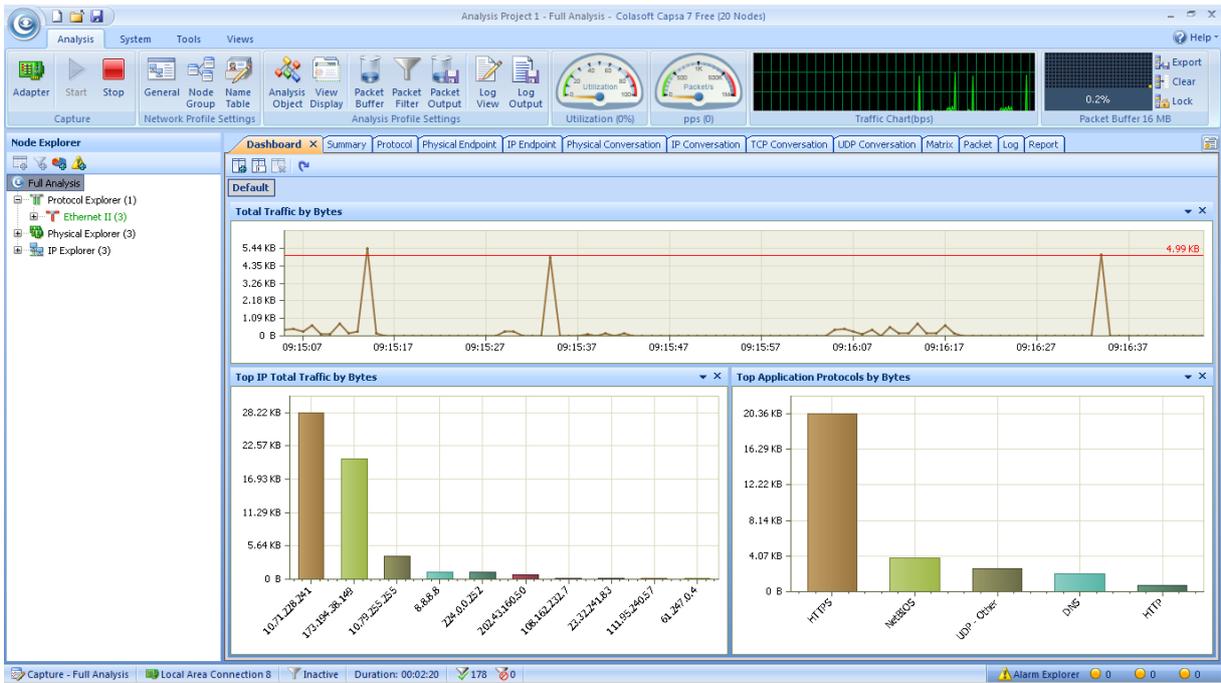
Penelitian ini perlu disempurnakan dan dilanjutkan dengan melakukan pengujian chipset CPE Mobile WiMAX secara langsung menggunakan Spectrum Analyzer, dan melakukan simulasi desain menggunakan Software MICROWIND.

DAFTAR PUSTAKA

1. **Minoli, Daniel**, “*Nanotechnology Application to Telecommunications to Networking*”, WileyIntersciences, 2006.
2. **Setyo Purwanto**, “*Nanoteknologi:Harapan Masa Depan Industri Nasional*”. MNI PTBIN-BATAN, 2009.
3. **Anonim**, “*Nanotechnology Made Clear*”. understandingnano.com, 2011.
4. **P. J Burke**, “*Quantitative Theory of Nanowire and Nanotube Antenna Performance*”, arXiv:cond-mat/0408418, 2004.
5. **Hoppenstein, Russel**, “*High Performance WiMAX RF Chipset Enable CPE and BTS Applications*”, Texas Instrument Incorporated, 2006.
6. Microwind& DSCH V3.5 - LITE User’s Manual, 2010.
7. NI Tutorial, “*Introduction to WiMax Transmitter Measurements*”, 2009.

LAMPIRAN





HASIL SAYA

SEMUA TES SAYA (SEMUA HASIL) [Ubah](#)

3 total | Tes Terakhir: 26 detik yang lalu

HASIL TERBAIK

- 3.12 Mb/s [Gambar](#)
- 0.46 Mb/s [Gambar](#)
- Tangerang

TINGKAT KONEKSI [Apa Ini](#)

- Tingkat Nasional: B (74%)
- Tingkat Global: D+ (35%)

TENTANG DATA INI

Data perbandingan berasal dari kumpulan hasil Speedtest.net. Selengkapnya, buka Net Index.

NET INDEX

HASIL TERBARU [Ekspor Hasil](#)

| Tanggal | Alamat IP | Unduh | Unggah | Latensi | Server | Jarak | Bagi |
|-----------------------|-----------------|-----------|-----------|---------|-----------|---------|------------------------|
| 5/17/2013 3:08 AM GMT | 139.255.235.184 | 3.07 Mb/s | 0.45 Mb/s | 125 ms | Jakarta | < 50 mi | Gambar |
| 5/17/2013 3:07 AM GMT | 139.255.235.184 | 3.12 Mb/s | 0.37 Mb/s | 114 ms | Jakarta | < 50 mi | Gambar |
| 5/17/2013 3:05 AM GMT | 139.255.235.184 | 3.12 Mb/s | 0.46 Mb/s | 60 ms | Tangerang | < 50 mi | Gambar |

Speedtest.net - Tes Kecepatan

www.speedtest.net

ASAS BERSAMA HEMATNYA
www.AsisWorld.co.id
Internetan Rp.500 Untuk 5MB & Rp.1500 Buat Sebulan, Cok Diziati

KECEPATAN UNDUH: 2.39 Mbps
KECEPATAN UNGGAH: 0.31 Mbps
PING: 323 ms

BANDINGKAN HASIL ANDA
BERKONTRIBUSI PADA NET INDEX

Dapatkan kecepatan yang lebih di Tangerang
Internet lebih cepat

139.255.235.184
Hollywood, TX
Diselenggarakan oleh Votio

HARDWAREZONE.CO.ID
Menghadirkan berita dan review berkualitas seputar teknologi terkini

HARDWARE ZONE!

SPEED WAVE PINGTEST NET HASIL SAYA

Speedtest.net - Tes Kecepatan

www.speedtest.net

ASAS BERSAMA HEMATNYA
www.AsisWorld.co.id
Internetan Rp.500 Untuk 5MB & Rp.1500 Buat Sebulan, Cok Diziati

KECEPATAN UNDUH: 2.76 Mbps
KECEPATAN UNGGAH: 0.33 Mbps
PING: 361 ms

BANDINGKAN HASIL ANDA
BERKONTRIBUSI PADA NET INDEX

Dapatkan kecepatan yang lebih di Tangerang
Internet lebih cepat

139.255.235.184
Hollywood, TX
Diselenggarakan oleh Votio

HARDWAREZONE.CO.ID
Menghadirkan berita dan review berkualitas seputar teknologi terkini

HARDWARE ZONE!

SPEED WAVE PINGTEST NET HASIL SAYA

**Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Kristen Indonesia
Jl. Mayjend Sutoyo No. 2, Jakarta 13630
021-8009190 ext. 408
E-mail : elektro.uki@gmail.com
Website : <http://ee.uki.ac.id>**