

SKRIPSI

ANALISA KUALITAS DAN KUANTITAS SINYAL WIRELESS LAN TERHADAP PERUBAHAN BAHAN MATERIAL ANTENNA DOUBLE QUAD



Disusun Oleh :

FAKHRUL AZMI

NIM 0317049

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1
KONSENTRASI TEKNIK ELEKTRONIKA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

September 2007

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1
KONSENTRASI TEKNIK ELEKTRONIKA



**ANALISA KUALITAS DAN KUANTITAS SINYAL WIRELESS LAN
TERHADAP PERUBAHAN BAHAN MATERIAL ANTENNA
DOUBLE QUAD**

SKRIPSI

Disusun Oleh :
Fakhrul Azmi
NIM. 0317049



AGUSTUS 2007

LEMBAR PERSETUJUAN



ANALISA KUALITAS DAN KUANTITAS SINYAL WIRELESS LAN TERHADAP PERUBAHAN BAHAN MATERIAL ANTENNA DOUBLE QUAD

SKRIPSI

*Disusun dan Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik Elektronika Strata Satu (S-1)*

Disusun Oleh :

FAKHRUL AZMI
NIM : 0317049

Diperiksa dan Disetujui

Dosen Pembimbing I


Ir. Sidik Noertjahjono, MT
NIP.Y.1028700167

Dosen Pembimbing II


Sotyphadi, ST, MSc.
NIP.



JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1
KONSENTRASI TEKNIK ELEKTRONIKA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
2007



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S1
KONSENTRASI TEKNIK ELEKTRONIKA

BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

Nama Mahasiswa : Fakhrul Azmi
NIM : 03.17.049
Jurusan : Teknik Elektro S1
Konsentrasi : Teknik Elektronika
Judul Skripsi : "Analisa Kualitas Dan Kuantitas Sinyal Wireless
Lan Terhadap Perubahan Bahan Material Antenna
Double Quad"

Dipertahankan dihadapan team penguji Skripsi jenjang Sarjana (S1) pada :

Hari : Senin
Tanggal : 3 September 2007
Dengan Nilai : 84.5 (A)



Ir. Mochtar Asroni, MSME
NIP.Y.101810003

Panitia Majelis Penguji

Sekretaris

Ir. F. Yudi Limpraptono, MT
NIP.Y.1039500274

Anggota Penguji

Penguji I

Joseph Dedy Irawan, ST, MT
NIP.132315178

Penguji II

I Komang Somawirata, ST, MT
NIP.P.1030100361

LEMBAR PERSEMBAHAN



Segala puji dan syukur senantiasa terpanjatkan kehadirat ﷺ SWT. Karena dengan limpahan rahmat dan kartunia-NYA saya dapat menyelesaikan laporan skripsi ini. Tak lupa salawat serta salam saya haturkan kepada junjungan saya Nabi Besar Muhammad SAW beserta keluarga dan para sahabat beliau serta para pengikut beliau hingga akhir jaman.

Keberhasilan saya dalam menyelesaikan tugas akhir ini tak terlepas dari dukungan dan peran serta dari seluruh keluarga saya yang tercinta dan semua temen-teman yang membantu hingga tugas akhir ini terselesaikan. Oleh sebab itu saya sebagai penulis ingin berterimakasih yang tak terhingga kepada Papak saya H. Muhammad Ilmi,SAg,Msi. dan Ibu saya Isna Rusmini,Amd. yang tercinta atas segala perhatian dan kasih sayang yang selalu memberikan yang terbaik kepada saya. Kepada saudariku yang tercinta Heldawati,Sos. beserta suami Deni Hersandi,SH. serta Keponakan saya Dinda Amalia Sandi (Aiba) yang selalu memberikan saya support dan dorongan sehingga memberikan saya semangat dalam mengerjakan tugas akhir ini.

Untuk semua teman-teman saya yang membantu dalam menyelesaikan tugas akhir ini secara moril dan materil terutama kepada Dyah Puji Handayani atas segala bantuannya dalam membantu saya dalam menyelesaikan permasalahan kimia yang ada dalam skripsi ini. Kepada kedua sahabatku Muhammad Arief dan Haerol Saleh atas segala support dan dukungannya. Teman-teman kost semuanya yang tak dapat saya sebutkan satu-satu. Atas segala bantuannya saya ucapkan terima kasih sebanyak-banyaknya.

Kepada Kedua Dosen Pembimbing saya, Ir. Sidik Noertjahjono,MT dan Sotyohadi,ST,MSc. Yang senantiasa membimbing saya sehingga skripsi ini dapat

terselesaikan dengan baik, saya ucapkapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada bapak.

Tak lupa terima kasih saya kepada adik saya yang tersayang Nunung Ika Kurniati beserta keluarga yang selalu memberikan perhatian dan kasih sayangnya kepada saya.

” akan meninggikan orang-orang yang beriman diantaramu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat.”

(Al Mujadilah 11)



Analisa Kualitas dan Kuantitas Sinyal Wireless LAN Terhadap Perubahan Bahan Antenna Double Quad

Fakhrul Azmi

Jurusan Teknik Elektro S-1
Konsentrasi Teknik Elektronika
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Nasional Malang
email : Arcool_Aza@yahoo.com

ABSTRAK

Mengingat semakin banyaknya penggunaan Wireless LAN 802.11b yang ingin sharing/terkoneksi pada jaringan komputer setempat, maka dibuatlah suatu perangkat pemancar dan penerima sinyal yang memudahkan koneksitivitas antara client dan server yaitu antenna Double Quad. Pembuatan antenna Double Quad sangatlah mudah, tidak memerlukan suatu peralatan yang khusus dan bahannya pun cukup mudah untuk ditemukan.

Pada umumnya antenna ini dapat menguatkan sinyal antara 8-11dB. Namun bila bahan material antenna diubah dengan bahan aluminium, tembaga, stainless steel, seng dan tembaga lapis perak kemudian dilakukan pengujian, maka akan terdapat perbedaan penguatan dari kelima bahan tersebut.

Untuk membangun suatu perangkat wireless LAN yang baik, kita tidak harus mengeluarkan uang yang banyak. Dengan sedikit keterampilan dan ketekunan, kita dapat membuat antenna Double Quad tanpa membutuhkan peralatan spesial. Terbukti ketika dilakukan penelitian, bahan tembaga dan aluminium yang memiliki harga yang cukup murah namun memiliki penguatan yang lebih baik.

ABSTRACT

Considering more its use of Wireless LAN 802.11b which wish the sharing / connected of at local computer network, hence made by an peripheral of transmitter and receiver signal of facilitating connectivity of between client and server that is antenna Double Quad. Making of Antenna Double Quad very easy, do not need special equipments and its substance also very easy to be found

Generally this antenna have a gain among 8-11dB. But if substance of material antenna altered with the substance aluminum, copper, stainless steel, zinc and copper endue the silver then conducted by a test, hence will there are a difference gain from fifth of the substance

To develop a good peripheral of wireless LAN, we do not have to release a lot of money. Meagrely skill and assiduity, we can make the antenna Double Quad without requiring special equipments. Conducted by a research, substance of copper and alumunium have a cheap enough of price but have a better gain.

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur senantiasa kami panjatkan kehadirat ALLAH S.W.T, karena dengan limpahan karunia-NYA dan limpahan restu-NYA tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan judul:

“ ANALISA KUALITAS DAN KUANTITAS SINYAL WIRELESS LAN TERHADAP PERUBAHAN BAHAN MATERIAL ANTENNA DOUBLE QUAD ”

Tak lupa pula kami haturkan puja dan puji kami kepada junjungan dan teladan kami Nabi besar Muhammad S.A.W beserta keluarga dan para pengikut beliau hingga akhir jaman.

Pembuatan Skripsi ini disusun guna memenuhi syarat akhir kelulusan pendidikan jenjang Straia-I di Institut Teknologi Nasional Malang. Laporan Skripsi ini merupakan tanggung jawab tertulis atas ilmu pengetahuan yang didapat selama penyusun mengikuti kuliah.

Atas terselesaiannya Skripsi ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

- Bapak Prof. Dr. Ir. Abraham Lomi, MSEE. selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang.
- Bapak Ir. Mochtar Asroni, MSME selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Nasional Malang
- Bapak Ir. F.Yudi Limpraptono, MT selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro S1 Konsentrasi Teknik Elektronika.

- Bapak Ir.Sidik Noertjahjono,MT selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan, pengarahan, serta ilmu-ilmu yang sangat berharga sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
- Bapak Sotyohadi,ST,MSc selaku Dosen Pembimbing II yang juga telah memberikan bimbingan, pengarahan, serta ilmu-ilmu yang sangat berharga sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
- Bapak Ir. Yusuf Ismail Nahkoda, MT. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro S1 Konsentrasi Teknik Elektronika.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih banyak yang perlu disempurnakan. Oleh sebab itu kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan.

Akhir kata, penulis mohon maaf kepada semua pihak bilamana selama penyusunan skripsi ini penyusun membuat kesalahan secara tidak sengaja dan semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Malang, September 2007

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN.....	ii
BERITA ACARA.....	iii
ABTRAKSI.....	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTER GRAFIK.....	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan	2
1.3 Rumusan Masalah	2
1.4 Batasan Masalah.....	2
1.5 Diagram Blok Sistem	3
1.6 Sistematika Pembahasan.....	6
B A B 2 TEORI DASAR ANTENNA	7
2.1 Pengertian Antenna	7
2.2 Radiasi Gelombang Elektromagnetik.....	8
2.3 Pola Radiasi	10
2.4 Side Lobe Level	12
2.5 Half Power Beam Width (HPBW)	13
2.6 Direktivitas Dan Gain.....	15
2.6.1 Direktivitas Antenna	16
2.6.2 Gain Antenna.....	17
2.7 Impedansi Antenna.....	18
2.8 Polarisasi Antenna.....	21
2.9 Front to Back Ratio	24
2.10 Bandwidth Antenna.....	24

B A B 3 PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ANTENNA	
DOUBLE QUAD	26
3.1 U m u m	26
3.2 Struktur Antenna	26
3.3 Perhitungan Panjang Gelombang Untuk Tiap-Tiap Segmen Antenna.....	28
3.4 Perancangan Antenna	29
B A B 4 PENGUKURAN PARAMETER ANTENA DAN ANALISA	33
4.1 U m u m	33
4.2 Pengukuran Pola Radiasi Antenna	33
4.3 Beam Width	37
4.4 Gain Antenna	38
4.5 Perhitungan VSWR dan Impedansi Input.....	41
4.6 Front to Back Ratio	50
4.7 Analisa dan Aplikasi Antena Double Quad.....	51
B A B 5 PENUTUP.....	63
5.1 Kesimpulan	63
5.2 Saran	64
DAFTAR PUSTAKA	65
LAMPIRAN	
RIWAYAT HIDUP PENULIS	

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1	Titik Koordinat Diagram Katesius	34
Tabel 4. 2	Parameter Input pada Software 4NEC2.....	35
Tabel 4. 3	Beam Width pada Software 4NEC2.....	38
Tabel 4. 4	Gain hasil perhitungan menggunakan software 4NEC2.....	40
Tabel 4. 5	Gain hasil pengukuran yang sebenarnya dari sisi client pada jarak tertentu	41
Tabel 4. 6	Gain hasil pengukuran yang sebenarnya dari sisi Access Point pada jarak tertentu	41
Tabel 4. 7	Nilai Konduktivitas pada Tiap-tiap Bahan	42
Tabel 4. 8	Impedansi Antenna Dari Bahan Yang Berbeda	47
Tabel 4. 9	Nilai SWR Antenna Double Quad.	50
Tabel 4. 10	Nilai F/B Ratio Antenna Double Quad.....	50
Tabel 4. 11	Hasil pengukuran antenna dari beberapa parameter menggunakan software 4NEC2.	52
Tabel 4. 12	SNR Level Pada Antenna Client Pada Jarak 5 m	53
Tabel 4. 13	SNR Level Pada Antenna Client Pada Jarak 25 m.....	54
Tabel 4. 14	SNR Level Pada Antenna Client Pada Jarak 75 m.....	55
Tabel 4. 15	SNR Level Pada Antenna Client Pada Jarak 200 m.....	56
Tabel 4. 16	SNR Level Pada Antenna Client Pada Jarak 500 m.....	57
Tabel 4. 17	SNR Level Pada Antenna Access Point Pada Jarak 5 m.....	58
Tabel 4. 18	SNR Level Pada Antenna Access Point Pada Jarak 25 m	59
Tabel 4. 19	SNR Level Pada Antenna Access Point Pada Jarak 75 m	60
Tabel 4. 20	SNR Level Pada Antenna Access Point Pada Jarak 200 m	61
Tabel 4. 21	SNR Level Pada Antenna Access Point Pada Jarak 500m.....	62

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Blok Diagram Sistem	3
Gambar 1. 2 Skema Analisa Antenna Pada Sisi Client.....	4
Gambar 1. 3 Skema Analisa Antenna Pada Sisi Access Point.....	5
Gambar 2. 1 Vektor medan dan poynting vektor pada koordinat bola.....	10
Gambar 2. 2 Beamwidth.....	14
Gambar 2. 3 Model Pola Radiasi	14
Gambar 2. 4 Polarisasi ellips secara umum	22
Gambar 3. 1 Kawat dengan bahan yang berbeda-beda.....	26
Gambar 3. 2 Konektor kabel coaxial N-Type.....	27
Gambar 3. 3 Kabel Pigtail.....	27
Gambar 3. 4 Desain antenna Double Quad 2,4 GHz.....	29
Gambar 3. 5 Meluruskan kawat dengan penjepit.....	30
Gambar 3. 6 Mempersiapkan Driven.....	30
Gambar 3. 7 Mempersiapkan kedudukan pada reflector.....	31
Gambar 3. 8 Memasang Driven Pada Konektor N-Type.....	31
Gambar 3. 9 Antenna Double Quad.....	32
Gambar 4. 1 Tampilan 3D Antenna Double Quad.....	36
Gambar 4. 2 Pola Radiasi AntennaDouble Quad.....	36
Gambar 4. 3 Fitur 3D.....	37
Gambar 4. 4 Pola Radiasi 3D AntennaDouble Quad	37
Gambar 4. 5 Half Power Beam Width.....	38
Gambar 4. 6 Tampilan pada NetStumbler.....	39
Gambar 4. 7 Antenna pada sisi Client	39
Gambar 4. 8 Antenna pada sisi Access Point.....	40

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4. 1 SNR Level Pada Antenna Client Pada Jarak 5 m.....	53
Grafik 4. 2 SNR Level Pada Antenna Client Pada Jarak 25 m.....	54
Grafik 4. 3 SNR Level Pada Antenna Client Pada Jarak 75 m.....	55
Grafik 4. 4 SNR Level Pada Antenna Client Pada Jarak 200 m.....	56
Grafik 4. 5 SNR Level Pada Antenna Client Pada Jarak 500 m.....	57
Grafik 4. 6 SNR Level pada antenna Access Point Pada Jarak 5 m.....	58
Grafik 4. 7 SNR Level pada antenna Access Point Pada Jarak 25 m.....	59
Grafik 4. 8 SNR Level pada antenna Access Point Pada Jarak 75 m.....	60
Grafik 4. 9 SNR Level pada antenna Access Point Pada Jarak 200 m.....	61

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Teknologi *Wireless LAN* merupakan Teknologi yang menggunakan radio frekuensi (RF) sebagai media perantarnya. Adanya masalah propagasi radio seperti terhalang, terpantul dan sumber interfrensi lainnya, menyebabkan banyak orang yang ingin membangun jaringan wireless LAN yang handal terhadap gangguan, tentu perlu didukung oleh suatu peralatan yang baik misalnya antenna wireless.

Mahalnya antenna wireless yang ada dipasaran menjadi suatu faktor penghambat dalam membangun jaringan wireless LAN yang handal dikalangan masyarakat. Sehingga banyak yang berkreasi untuk menciptakan suatu antenna yang mudah dan murah untuk dibuat. Misalnya yang sudah sering kita dengar yaitu wajan bekas dan kaleng bekas dimodifikasi menjadi antenna wireless LAN. Meskipun penemuan tersebut efektif untuk digunakan, namun antenna tersebut belum tentu memiliki kualitas dan kuantitas sinyal yang baik. Penelitian mengenai sinyal wireless terhadap bahan pembuatan antenna pun belum pernah ada. Sehingga dibutuhkan suatu penelitian tentang kualitas dan kuantitas sinyal wireless LAN untuk mengetahui sejauh mana material bahan yang berbeda dapat mempengaruhi kondisi sinyal wireless LAN.

1.2 Tujuan

Penulisan skripsi ini bertujuan untuk menganalisa kualitas dan kuantitas sinyal Wireless LAN terhadap perubahan bahan material antenna dan penganalisaan dilakukan pada jarak tertentu dalam *coverage hotspot*.

1.3 Rumusan Masalah

Dalam penyelesaian Tugas Akhir ini dapat dirumuskan beberapa permasalahan yang dihadapi, Yaitu:

- Penganalisaan dilakukan dengan material bahan antenna berbeda-beda yaitu: tembaga, stainless steel, alumunium, seng dan tembaga yang disepuh perak.
- Pada jarak tertentu dalam coverage hotspot antenna diukur kuat penyebaran gelombangnya dengan menggunakan software *NetStumbler* pada PC atau notebook kemudian dianalisa kualitas dan kuantitas sinyalnya.
- Pengukuran mengguakan sistem *Line Of Sight* atau pengukuran di ruang terbuka atau outdor, tanpa terhalah oleh bangunan atau gedung.

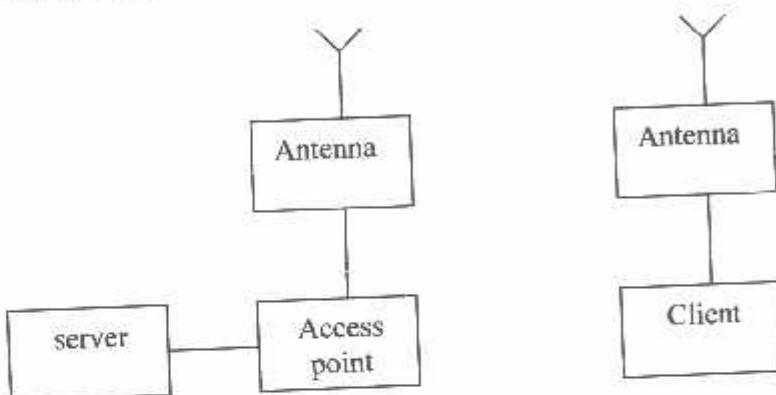
1.4 Batasan Masalah

Untuk menjaga konsistensi dan agar cakupan pembahasan dari analisa kualitas dan kuantitas sinyal Wireless LAN ini tidak terlalu meluas maka penyusun perlu membuat batasan-batasan masalah yang meliputi :

1. Antenna yang digunakan berjenis *Double Quad* antenna dengan reflektor.
2. Bahan material antenna yang dianalisa yaitu: Alumunium, Seng, Tembaga, Tembaga sepuh perak, Stainless steel.

3. Pengukuran dilakukan pada jarak tertentu dalam *coverage hot spot*.
4. Software yang digunakan untuk pengukuran adalah *NetStumbler*.
5. Software yang digunakan untuk analisa adalah 4NEC2.
6. Bahan material reflektor dari alumunium.
7. Pengukuran dilakukan diluar ruangan (outdoor) tanpa terhalang oleh bangunan atau gedung (*Line Of Sight*).

1.5 Diagram Blok Sistem



Gambar 1. 1 Blok Diagram Sistem

Fungsi masing-masing diagram blok:

1. Server

Server merupakan penyedia layanan dengan kata lain server merupakan sumber data.

2. Access point

Merupakan suatu device half duplex yang dapat disetarakan sebagai hub/switch, yakni menghubungkan titik-titik akses pengguna sehingga membentuk jaringan. Dengan kata lain, access point sebagai pengatur lalu lintas data.

3. Antenna

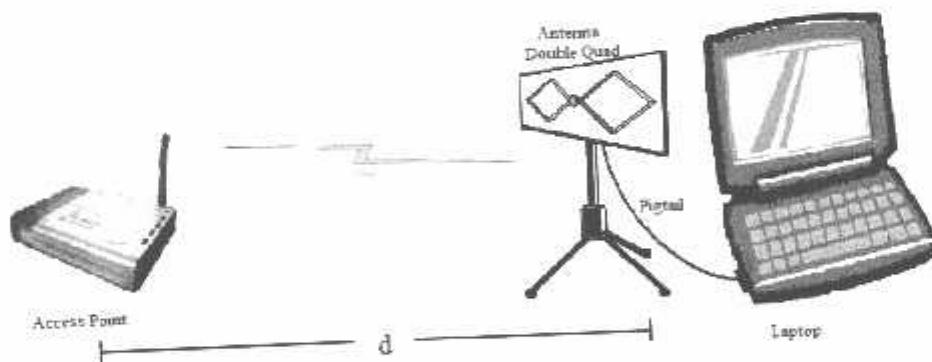
Merupakan sebuah device yang digunakan untuk mengkonversi sinyal frekuensi di jalur pengirim agar dapat memancarkan gelombang ke atmosfer.

4. client

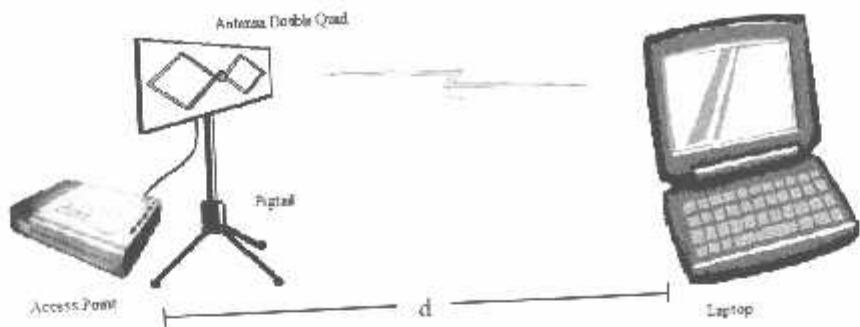
Merupakan bagian dari jaringan yang berfungsi sebagai penerima data.

Sistem Analisa

Antenna *Double Quad* akan dianalisa hasil pengukurannya berdasarkan penguatan sinyal dan noise-nya. Antenna ini pada umumnya mempunyai penguatan minimal sekitar 8-11 dBi, namun dengan bahan material yang berbeda nantinya antena tersebut akan diukur penguatannya. Pengukuran dilakukan pada jarak tertentu antara antena *Double Quad* di pasang pada sisi *client* sedangkan pada pengukuran yang kedua antena *Double Quad* berada pada *Access Point*.



Gambar 1. 2 Skema Analisa Antenna Pada Sisi Client



Gambar 1.3 Skema Analisa Antenna Pada Sisi Access Point

Untuk mempermudah kita dalam penganalisaan antenna tersebut. Digunakanlah software *4NEC2* yang merupakan software untuk menganalisa antenna. Dengan begitu kita dapat mengetahui dengan mudah karakteristik dari antenna tersebut.

1.6 Sistematika Pembahasan

Sistematika pembahasan dari skripsi ini terdiri dari pokok pembahasan yang saling berkaitan antara satu dengan lainnya, yaitu :

Bab I Pendahuluan

Pada bab ini dibahas tentang latar belakang permasalahan, rumusan masalah, batasan masalah, sistematika pembahasan dari analisa yang direncanakan.

Bab II Landasan Teori

Pada bab ini dibahas tentang teori-teori terkait dengan antenna.

Bab III Perencanaan Dan Pembuatan Antenna

Pada bab ini dibahas tentang perencanaan pembuatan antenna.

Bab IV Analisa dan Uji Coba

Pada bab ini dibahas tentang analisa dari proses serta hasil dari pengujian alat.

Bab V Penutup

Pada bab ini disampaikan kesimpulan dari analisa alat, juga berisi saran-saran.

B A B 2

TEORI DASAR ANTENNA

2.1 Pengertian Antenna

Antenna (*antenna* atau *areal*) adalah perangkat yang berfungsi untuk memindahkan energi gelombang elektromagnetik dari media kabel ke udara atau sebaliknya dari udara ke media kabel. Karena merupakan perangkat perantara antara media kabel dan udara, maka antenna harus mempunyai sifat yang sesuai (*match*) dengan media kabel pencatunya. Prinsip ini telah diterangkan dalam saluran transmisi.

Dalam perancangan suatu antenna, beberapa hal yang harus diperhatikan adalah:

- bentuk dan arah radiasi yang diinginkan
- polarisasi yang dimiliki
- frekuensi kerja,
- lebar band (*bandwidth*), dan
- impedansi input yang dimiliki.

Untuk antenna yang bekerja pada band VLF, LF, HF, VHF dan UHF bawah, jenis antenna kawat (*wire antenna*) dalam prakteknya sering digunakan, seperti halnya antenna dipole $1/2\lambda$, antenna *Double Quad* memiliki dimensi fisik yang disesuaikan dengan panjang gelombang dimana sistem bekerja. Semakin tinggi frekuensi kerja, maka semakin pendek panjang gelombangnya, sehingga semakin pendek panjang fisik suatu antenna.

2.2 Radiasi Gelombang Elektromagnetik

Struktur pemancaran gelombang elektromagnetik yang paling sederhana adalah radiasi gelombang yang ditimbulkan oleh sebuah elemen arus kecil yang berubah-ubah secara harmonik. Elemen arus terkecil yang dapat menimbulkan pancaran gelombang elektromagnetik itu disebut sebagai *sumber elementer*.

Jika medan yang ditimbulkan oleh setiap sumber elementer di dalam konduktor antenna *Double Quad* dapat dijumlahkan secara keseluruhan, maka sifat-sifat radiasi dari antenna tersebut akan dapat diketahui.

Timbulnya radiasi karena adanya sumber yang berupa arus bolak-balik ini diketahui secara matematis dari penyelesaian gelombang Helmholtz. Persamaan Helmholtz tidak lain merupakan persamaan baru hasil penurunan lebih lanjut dari persamaan-persamaan Maxwell dengan memasukkan kondisi Lorentz sebagai syarat batasnya. Dari hasil penyelesaian persamaan differensial Helmholtz ditemukanlah bahwa potensial vektor pada suatu titik yang ditimbulkan oleh adanya arus yang mempunyai distribusi arus J adalah :

$$Az = \int \frac{\mu[J]dv}{4\pi R} = \int \frac{\mu[J]dv}{4\pi|r-r'|} \quad (1.1)$$

dimana :

A_z = vektor potensial pada arah z

J = kerapatan arus

R = jarak titik pengamatan P dengan sumber elementer

Persamaan di atas berlaku umum untuk segala bentuk sumber dan di dalam semua sistem koordinat, sehingga untuk mencari medan yang ditimbulkan oleh Antenna *Double Quad* dapat dipilih sistem koordinat yang paling sesuai dengan bentuk antenna. Dengan diketahui potensial vektor Λ dari suatu sistem, maka medan magnet H dan medan listrik E yang dipancarkan oleh Antenna *Double Quad* akan dapat diketahui pula. Untuk medan magnet H dapat diperoleh dari persamaan:

$$H = \nabla \times A \quad (1.2)$$

Sedangkan medan listrik E dapat diperoleh dari salah satu bentuk persamaan Maxwell:

$$\nabla \times H = J + j \omega \epsilon E \quad (1.3)$$

Sehingga medan listrik E untuk daerah di dalam konduktor sumber adalah:

$$E = \frac{1}{j \omega \epsilon} (\nabla \times H - J) \quad (1.4)$$

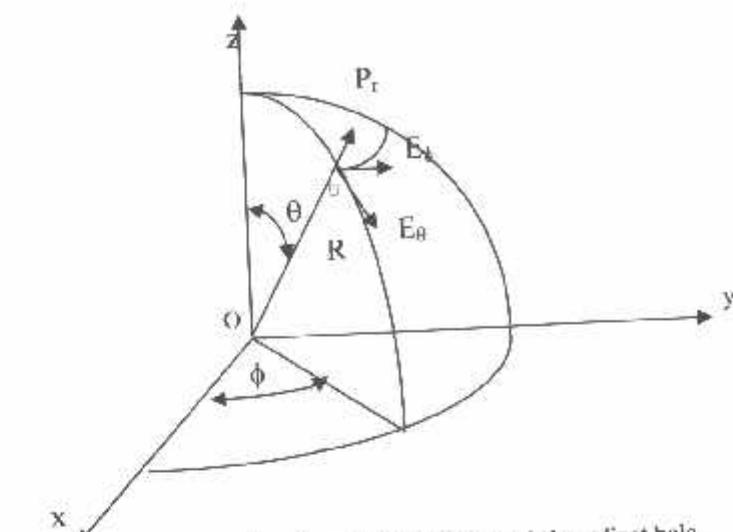
Dan untuk daerah di luar konduktor di mana $J = 0$, maka medan listrik E dari persamaan menjadi :

$$E = \frac{1}{j \omega \epsilon} \nabla \times H \quad (1.5)$$

Karena elemen sumber dan medan radiasi antenna berada di dalam koordinat bola, maka arah propagasi gelombangnya akan searah dengan vektor jari-jarinya. Sedangkan medan listrik dan medan magnet hanya mempunyai komponen θ atau ϕ , yang dalam ruang bebas akan berlaku :

$$H_\phi = \frac{I_\theta}{\eta} \quad \text{dan} \quad H_\theta = \frac{E_\phi}{\eta} \quad (1.6)$$

Dengan : $\eta = \sqrt{\frac{\mu}{\epsilon}}$ (impedansi intrinsik medium)



Gambar 2.1 Vektor medan dan poynting vektor pada koordinat bola.

2.3 Pola Radiasi

Pola radiasi (*radiation pattern*) suatu antenna adalah pernyataan grafis yang menggambarkan sifat radiasi suatu antenna pada jarak jauh sebagai fungsi arah. Pola radiasi dapat disebut sebagai pola medan (*field pattern*) apabila yang digambarkan adalah kuat medan, dan disebut pola daya (*power pattern*) apabila yang digambarkan *poynting vektor*. Untuk dapat menggambarkan pola radiasi antenna *Double Quad*, terlebih dahulu harus ditemukan potensial.

Dalam koordinat bola, medan listrik E dan medan magnet H telah diketahui, keduanya memiliki komponen vektor θ dan ϕ . Sedangkan *poynting vektor*nya dalam koordinat ini hanya mempunyai komponen radial saja. Besarnya komponen radial dari *poynting vektor* ini adalah :

$$P_r = \frac{1}{2} \frac{|E|^2}{\eta} \quad (1.7)$$

Dengan:

$$|E| = \sqrt{E_0^2 + E_\phi^2} \quad (\text{resultan dari magnitude medan listrik})$$

E_θ : komponen medan listrik θ

E_ϕ : komponen medan listrik ϕ

η : impedansi intrinsik ruang bebas = 377Ω

Untuk menyatakan pola radiasi secara grafis, pola tersebut dapat digambarkan dalam bentuk absolut atau dalam bentuk relatif. Maksud bentuk realtif adalah bentuk pola yang sudah dinormalisasikan, yaitu setiap harga dari pola radiasi tersebut telah dibandingkan dengan harga maksimumnya. Sehingga pola radiasi medan, apabila dinyatakan didalam pola yang ternormalisasi akan mempunyai bentuk

$$F_{(\theta,\phi)} = \frac{P_{(\theta,\phi)}}{E_{(\theta,\phi)\max}} \quad (1.8)$$

Seringkali juga pola radiasi suatu antenna digambarkan dengan satuan *decibel* (dB). Intensitas medan dalam *decibel* didefinisikan sebagai :

$$F_{(\theta,\phi) dB} = 20 \log |F_{(\theta,\phi)}| \quad (\text{dB}) \quad (1.10)$$

Sedangkan untuk pola dayanya didalam *decibel* adalah :

$$\begin{aligned} P_{(\theta,\phi) dB} &= 10 \log P_{(\theta,\phi)} \\ &= 20 \log |F_{(\theta,\phi)}| \end{aligned} \quad (1.11)$$

Jadi didalam *decibel*, pola daya sama dengan pola medannya. Semua pola radiasi yang dibicarakan di atas adalah pola radiasi untuk kondisi medan jauh. Sedangkan pengukuran pola radiasi, faktor jarak adalah faktor yang amat penting guna memperoleh hasil pengukuran yang baik dan teliti. Semakin jauh jarak pengukuran pola radiasi yang digunakan tentu semakin baik hasil yang akan diperoleh. Namun untuk melakukan pengukuran pola radiasi pada jarak yang benar-benar tak terhingga adalah suatu hal yang tak mungkin. Untuk keperluan pengukuran

ini, ada suatu daerah di mana medan yang diradiasikan oleh antenna sudah dapat dianggap sebagai tempat medan jauh dan tanpa terhalang apapun (*Line Of Sight*). Jarak antara sumber radiasi dengan antenna yang diukur memenuhi ketentuan berikut:

$$r > \frac{2D^2}{\lambda} \quad (1.12)$$

$$r \gg D \text{ dan } r \gg \lambda$$

Dimana :

r : jarak pengukuran

D : dimensi antenna yang terpanjang

λ : panjang gelombang yang dipancarkan sumber.

2.4 Side Lobe Level

Pola daya antenna *Double Quad* digambarkan dengan koordinat polar. Lobe utama (*main lobe*) adalah lobe yang mempunyai arah dengan pola radiasi maksimum. Biasanya juga ada *lobe-lobe* yang lebih kecil dibandingkan dengan *main lobe* yang disebut dengan *minor lobe*. Lobe sisi (*side lobe*) adalah lobe-lobe selain yang dimaksud.

Ukuran yang menyatakan seberapa besar daya yang terkonsentrasi pada side lobe dibanding dengan *main lobe* disebut *Side Lobe Level (SLL)*, yang merupakan rasio dari besar puncak dari *side lobe* terbesar dengan harga maksimum dari *main lobe*. *Side Lobe Level (SLL)* dinyatakan dalam *decibel (dB)*, dan ditulis dengan rumus sebagai berikut :

$$SLL = 20 \log \frac{|F_{(SLL)}|}{|F_{(maks)}|} \text{ dB} \quad (1.13)$$

Dengan:

$F_{(SL)}$: nilai puncak dari *side lobe* terbesar

$F_{(maks)}$: nilai maksimum dari *main lobe*

Untuk normalisasi, $F_{(maks)}$ mempunyai harga = 1 (satu).

2.5 Half Power Beam Width (HPBW)

HPBW adalah besarnya sudut berkas pancaran gelombang RF utama (main lobe) yang dihitung pada titik 3 dB down dari puncak main lobe, yang dapat dinyatakan dalam rumus sebagai berikut :

$$BW = \frac{21.1}{f.d} \text{ derajat} \quad (1.14)$$

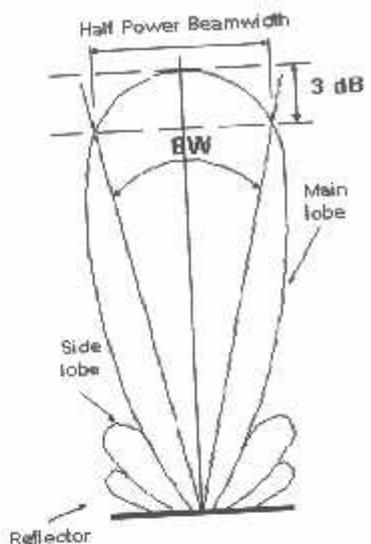
Dimana:

BW = Beamwidth antenna

d = diamter antenna

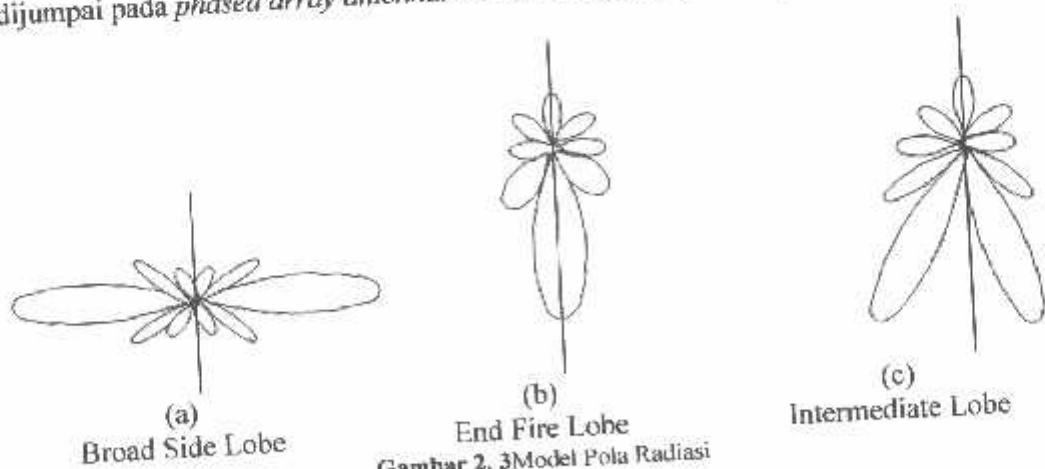
f = frekuensi dalam GHz

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 2.2



Gambar 2. 2 Beamwidth.

Seringkali dibutuhkan antenna yang mempunyai pola radiasi *broad side* atau *end fire*. Suatu antenna *broad side* adalah antenna dimana pancaran utama maksimum dalam arah normal terhadap bidang dimana antenna berada. Sedangkan antenna *end fire* adalah antenna yang pancaran utama maksimum dalam arah paralel terhadap bidang utama dimana antenna berada. Antenna *Double Quad* memiliki pola radiasi ini. Namun demikian ada juga antenna yang mempunyai pola radiasi di mana arah maksimum *main lobe* berada diantara bentuk *broad side* dan *end fire* yang disebut dengan *intermediate*. Antenna yang mempunyai pola radiasi *intermediate* banyak dijumpai pada *phased array antenna*. Untuk lebih jelasnya lihat pada gambar 1.4.



Gambar 2. 3 Model Pola Radiasi

2.6 Direktivitas Dan Gain

Satu gambaran penting dari suatu antenna adalah seberapa besar antenna mampu mengkonsentrasi energi pada suatu arah yang diinginkan, dibandingkan dengan radiasi pada arah yang lain. Karakteristik dari antenna tersebut dinamakan direktivitas (*directivity*) dan *power gain*. Biasanya power gain dinyatakan relatif terhadap suatu referensi tertentu, seperti sumber isotropis atau dipole $\frac{1}{2}\lambda$.

Intensitas radiasi adalah daya yang diradiasikan pada suatu arah per-unit sudut dan mempunyai satuan watt per steradian. Intensitas radiasi, dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$U(\theta, \phi) = \frac{1}{2} \operatorname{Re} (E \times H^*) r^2 = P_r r^2 \quad (1.15)$$

$$U(\theta, \phi) = U_m |F(\theta, \phi)|^2 \quad (1.16)$$

Dimana :

P_r = kerapatan daya

U_m = intensitas maksimum

$|F(\theta, \phi)|^2$ = magnitudo pola medan normalisasi

Intensitas radiasi dari sumber isotropis adalah tetap untuk seluruh ruangan pada suatu harga $U(\theta, \phi)$. Dan untuk sumber non isotropis, intensitas radiasinya tidak tetap pada seluruh ruangan tetapi suatu daya rata-rata per steradian, dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$U_{ave} = \frac{1}{4\pi} \iint U(\theta, \phi) d\Omega = \frac{P_T}{4\pi} \quad (1.17)$$

Dengan:

$$d\Omega = \sin \theta d\theta d\phi$$

P_T : kerapatan daya total

2.6.1 Direktivitas Antenna

Kemampuan arah pancar dari sebuah antenna untuk memfokus energi gelombang elektromagnetik untuk dipancarkan kesemua arah atau arah tertentu, atau kemampuan menerima energi gelombang elektromagnetik lebih baik dari segala arah atau arah tertentu pada saat menerima dinamakan arah pancar (*Directivity*). *Directive gain* merupakan perbandingan dari intensitas radiasi pada suatu arah tertentu dengan intensitas radiasi rata-rata, yang dinyatakan sebagai berikut :

$$D(\theta, \phi) = \frac{U(\theta, \phi)}{U_{ave}} \quad (1.18)$$

Dimana:

$$D(\theta, \phi) = \text{Directivity}$$

$$U(\theta, \phi) = \text{intensitas radiasi}$$

$$U_{ave} = \text{intensitas radiasi rata-rata}$$

Jika pembilang dan penyebut dibagi dengan r^2 maka akan diperoleh rasio kerapatan daya dengan kerapatan daya rata-rata. Dengan memasukkan persamaan 1.16 dan 1.17 kedalam persamaan 1.18 maka akan diperoleh persamaan sebagai berikut:

$$D(\theta, \phi) = \frac{U_m}{4\pi \int \int F(\theta, \phi) d\Omega} F(\theta, \phi)^2 = \frac{4\pi}{\Omega_A} |F(\theta, \phi)|^2 \quad (1.19)$$

Dengan:

$$\Omega_A = \int \int |F(\theta, \phi)|^2 d\Omega \quad (1.20)$$

Sedangkan direktivitas merupakan harga maksimum dari *directive gain*, yang

dapat dinyatakan dengan:

$$D = \frac{U_m}{U_{ave}} = \frac{4\pi}{\Omega_A} \quad (1.21)$$

2.6.2 Gain Antenna

Ketika antenna digunakan pada suatu sistem, biasanya lebih tertarik pada bagaimana efisien suatu antenna untuk memindahkan daya yang terdapat pada terminal input menjadi daya radiasi. Untuk menyatakan ini, *power gain* (atau *gain* saja) didefinisikan sebagai 4π kali rasio dari intensitas pada suatu arah dengan daya yang diterima antenna, dinyatakan dengan :

$$G(\theta, \phi) = 4\pi \frac{U(\theta, \phi)}{P_{in}} \quad (1.22)$$

Definisi ini tidak termasuk *losses* yang disebabkan oleh ketidaksesuaian impedansi (*impedance mismatch*) atau polarisasi. Harga maksimum dari *gain* adalah harga maksimum dari intensitas radiasi atau harga maksimum dari persamaan (1.22), sehingga dapat dinyatakan kembali :

$$G = 4\pi \frac{U_m}{P_m} \quad (1.23)$$

Jadi *gain* dapat dinyatakan sebagai suatu fungsi dari θ dan ϕ , dan juga dapat dinyatakan sebagai suatu harga pada suatu arah tertentu. Jika tidak ada arah yang ditentukan dan harga *power gain* tidak dinyatakan sebagai suatu fungsi dari θ dan ϕ , diasumsikan sebagai *gain* maksimum.

Direktivitas dapat dituliskan sebagai $D = 4\pi \frac{U_m}{P_r}$, jika dibandingkan dengan

persamaan (1.23) maka akan terlihat bahwa perbedaan *gain* maksimum dengan direktivitas hanya terletak pada jumlah daya yang digunakan. Direktivitas dapat menyatakan *gain* suatu antenna jika seluruh daya input menjadi daya radiasi. Dan hal ini tidak mungkin terjadi karena adanya *losses* pada daya input. Bagian daya input (P_{in}) yang tidak muncul sebagai daya radiasi diserap oleh antenna dan struktur yang

dekat dengannya. Hal tersebut menimbulkan suatu definisi baru, yaitu yang disebut dengan *efisiensi radiasi*, dapat dinyatakan dalam persamaan sebagai berikut :

$$e = \frac{P_r}{P_m} \quad (1.24)$$

dengan catatan bahwa harga e diantara nol dan satu ($0 < e < 1$) atau ($0 < e < 100\%$). Sehingga *gain* maksimum suatu antenna sama dengan direktivitas dikalikan dengan efisiensi dari antenna, yang dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$G = e D \quad (1.25)$$

Persamaan di atas adalah persamaan yang secara teoritis bisa digunakan untuk menghitung gain suatu antenna. Namun dalam praktiknya jarang gain antenna dihitung berdasarkan direktivitas (*directivity*) dan efisiensi yang dimilikinya, karena untuk mendapatkan *directivity* antenna memang diperlukan perhitungan yang tidak mudah. Sehingga pada analisa ini, perhitungan akan menggunakan software 4NEC2 yang merupakan software untuk mempermudah penganalisa antenna *Double Quad*.

2.7 Impedansi Antenna

Impedansi input suatu antenna adalah impedansi pada terminalnya. Impedansi input akan dipengaruhi oleh antenna-antenna lain atau obyek-obyek yang dekat dengannya. Untuk mempermudah dalam pembahasan diasumsikan antenna terisolasi.

Medium penghantar yang mempunyai sifat rugi daya seperti koduktor yang kurang baik. apabila gelombang elektromagnetik berpropagasi di dalamnya, maka akan terjadi penyusutan amplitudo gelombang dengan faktor $e^{-\alpha}$, dan α dikenal sebagai konstanta atau faktor penyusutan medium yang diukur dalam *Neper per meter* (Np/m) atau dalam *Decibel per meter* (dB/m).

$$\alpha = \sqrt{\pi f \mu \sigma} \quad (1.26)$$

Dimana:

α = Faktor penyusutan medium(Np/m)

f = Frekuensi(Hz)

μ = Permeabilitas(H/m)

σ = Konduktivitas(S/m)

Jarak yang ditempuh oleh gelombang sehingga amplitudo gelombang berkurang dengan faktor e^{-i} disebut *Skin Depth*. Skin depth merupakan ukuran kedalaman gelombang elektromagnetik yang menembus medium. Semakin kecil skin depth dari suatu konduktor maka semakin sulit pula medan E dan Medan H merambat didalam konduktor tersebut.

$$\delta = \frac{1}{\alpha} \quad (1.27)$$

$$\delta = \frac{1}{\sqrt{\pi f \mu \sigma}} \quad (1.28)$$

Impedansi antenna terdiri dari bagian riil dan imajiner, yang dapat dinyatakan

dengan :

$$Z_{in} = R_{in} + j \omega L_s \quad (1.29)$$

Dengan:

$$R_{in} = \frac{1}{\sigma \delta} = \sqrt{\frac{\pi f \mu}{\sigma}} \quad (1.30)$$

$$L_s = \frac{1}{w \sigma \delta} = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{\mu}{\pi f \sigma}} \quad (1.31)$$

Resistansi input (R_{in}) menyatakan tahanan disipasi. Daya dapat terdisipasi melalui dua cara, yaitu karena panas pada struktur antenna yang berkaitan dengan perangkat keras dan daya yang meninggalkan antenna dan tidak kembali (teradiasi). Reaktansi input (X_m) menyatakan daya yang tersimpan pada medan dekat dari antenna yang bisa disebabkan oleh efisiensi atau dapat pula dari tahanan jenis dari bahan antenna tersebut. Bila nilai reaktansi input ini bernilai positif berarti antenna akan bersifat induktif sebaliknya bila nilai reaktansi input ini bernilai negatif berarti antenna bersifat kapasitif. Disipasi daya rata-rata pada antenna dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$P_m = \frac{1}{2} R | I_{in} |^2 \quad (1.30)$$

Dimana :

$$I_{in} : \text{arus pada terminal input}$$

Faktor $\frac{1}{2}$ muncul karena arus didefinisikan sebagai harga puncak. Daya disipasi dapat diuraikan menjadi daya rugi *ohmic* dan daya rugi radiasi, yang dapat ditulis dengan :

$$P_m = P_{ohmic} + P_r \quad (1.31)$$

Dimana :

$$P_r : \frac{1}{2} R_{in} | I_{in} |^2$$

$$P_{ohmic} = \frac{1}{2} R_{ohmic} | I_{in} |^2$$

Sehingga definisi resistansi radiasi dan resistansi ohmic suatu antenna pada terminal input adalah :

$$R_m = \frac{2P_r}{|P_m|^2} \quad (1.32a)$$

$$R_{ohmic} = \frac{2(P_m - P_r)}{|P_m|^2} \quad (1.32b)$$

Resistansi radiasi merupakan relatif terhadap arus pada setiap titik antenna. Biasanya digunakan arus maksimum, dengan kata lain arus yang digunakan pada persamaan 1.30 adalah arus maksimum. Sifat ini sangat mirip dengan impedansi beban pada teori rangkaian. Antenna dengan dimensi kecil secara listrik mempunyai reaktansi input besar, sebagai contoh loop kecil mempunyai reaktansi induktif.

Untuk memaksimumkan perpindahan daya dari antenna ke penerima, maka impedansi antenna haruslah *conjugate match* (besarnya resistansi dan reaktansi sama tetapi berlawanan tanda). Jika hal ini tidak terpenuhi maka akan terjadi pemantulan energi yang dipancarkan atau diterima, sesuai dengan persamaan sebagai berikut :

$$\Gamma_L = \frac{e_L^-}{e_L^+} = \frac{Z_L - Z_o}{Z_L + Z_o} \quad (1.33)$$

Dengan :

e_L^- = tegangan pantul Z_L = impedansi beban

e_L^+ = tegangan datang Z_0 = impedansi input

Sedangkan *Voltage Standing Wave Ratio (VSWR)*, dinyatakan sebagai berikut :

$$VSWR = \frac{1 + |\Gamma|}{1 - |\Gamma|} \quad (1.34)$$

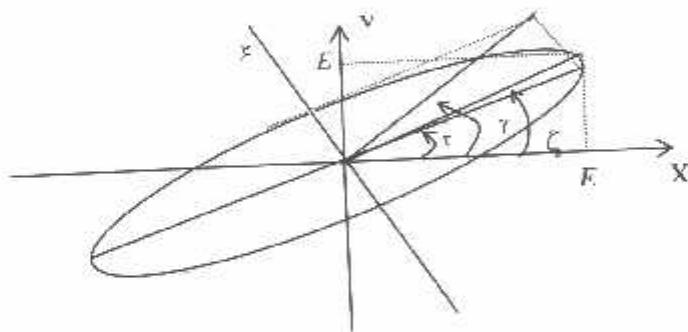
Dalam prakteknya *VSWR* harus bernilai lebih kecil dari 2 (dua).

2.8 Polarisasi Antenna

Polarisasi antenna didefinisikan sebagai arah vektor medan listrik yang diradiasikan oleh antenna pada arah propagasi. Jika jalur dari vektor medan listrik maju dan kembali pada suatu garis lurus dikatakan berpolarisasi *linier*, sebagai contoh medan listrik dari dipole ideal.

Jika vektor medan listrik konstan dalam panjang tetapi berputar disekitar jalur lingkaran, dikatakan ber-polarisasi lingkaran. Frekuensi putaran radian adalah ω dan terjadi satu dari dua arah perputaran. Jika vektornya berputar berlawanan arah jarum jam dinamakan polarisasi tangan kanan (*right hand polarize*) dan yang searah jarum jam dinamakan polarisasi tangan kiri (*left hand polarize*). Suatu gelombang yang berpolarisasi ellip untuk tangan kanan dan tangan kiri.

Secara umum polarisasi berupa polarisasi ellips, seperti pada gambar 1.7 dengan suatu sistem sumbu referensi. Gelombang yang menghasilkan polarisasi ellip adalah gelombang berjalan sepanjang sumbu z yang perputarannya dapat ke kiri dan ke kanan, dan vektor medan listrik sesaatnya E mempunyai arah komponen E_x dan E_y sepanjang sumbu x dan sumbu y . Harga puncak dari komponen-komponen tersebut adalah E_1 dan E_2 .



Gambar 2. 4 Polarisasi ellips secara umum

Sudut γ menyatakan harga relatif dari E_1 dan E_2 , dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$\gamma = \arctan \left| \frac{E_1}{E_2} \right| \quad (1.35)$$

Sudut kemiringan ellips τ adalah sudut antara sumbu x dengan sudut utama ellips. δ adalah fase, dimana komponen y mendahului komponen x. Jika komponennya sefase ($\delta = 0$), maka vektor akan bcr-polarisasi linier.

Orientasi dari polarisasi linier tergantung tergantung harga relatif dari E_1 dan E_2 , jika :

$E_1 = 0$ maka terjadi polarisasi linier vertikal

$E_2 = 0$ maka terjadi polarisasi linier horisontal

$E_1 = E_2$ maka terjadi polarisasi linier membentuk sudut 45°

Untuk memaksimumkan sinyal yang diterima, maka polarisasi antenna penerima haruslah sama dengan polarisasi antenna pemancar. Dan kadang terjadi antara antenna penerima dan pemancar berpolarisasi berbeda. Hal ini akan mengurangi intensitas sinyal yang diterima.

Scbuah antenna dapat memancarkan energi dengan polarisasi yang tidak diinginkan, yang disebut polarisasi silang (*cross polarized*). Polarisasi silang ini menimbulkan *side lobe* yang mengurangi *gain*. Untuk antenna polarisasi linier, polarisasi silang tegak lurus dengan polarisasi yang diinginkan dan untuk antenna polarisasi lingkaran, polarisasi silang berlawanan dengan arah perputarannya yang diinginkan. Ini biasa yang disebut dengan deviasi dari polarisasi lingkaran sempurna, yang mengakibatkan polarisasinya berubah menjadi polarisasi ellips.

Pada umumnya karakteristik polarisasi sebuah antenna relatif konstan pada *main lobe*. Tetapi polarisasi beberapa *minor lobe* berbeda jauh dengan polarisasi *main lobe*.

2.9 Front to Back Ratio

Front To Back Ratio sangat berguna untuk diketahui agar kita mampu mengetahui sejauh mana kemampuan antenna yang kita pergunakan. Antenna pengarah (directional) tepat di depan antenna tersebut adalah Major Lobe sedangkan di samping atau pada kedua sisi dari yangi antenna disebut side lobe atau minor lobe sedangkan dibelakang tepatnya 180 derajad antenna dinamakan Back lobe.

Front to Back ratio dimaksudkan adalah perbandingan energi yang dipancarkan atau di terima pada tepat di depan antenna *Double Quad* dan bagian belakang antenna tersebut, perbandingan tersebut dapat dihitung dalam satuan dB.

Antenna pengarah yang mempunyai perbandingan radiasi pancaran pada bagian muka antenna dan pada bagian belakang antenna mendapatkan nilai selisih angka sangat drastis adalah termasuk antenna yang mempunyai rancangan perhitungan mendekati sempurna.

2.10 Bandwidth Antenna

Pemakaian sebuah antenna dalam sistem pemancar atau pencrima selalu dibatasi oleh daerah frekuensi kerjanya. Pada range frekuensi kerja tersebut antenna dituntut harus dapat bekerja dengan efektif agar dapat mencrima atau memancarkan gelombang pada band frekuensi tertentu. Pengertian harus dapat bekerja dengan efektif adalah bahwa distribusi arus dan impedansi dari antenna pada range frekuensi tersebut benar-benar belum banyak mengalami perubahan yang berarti.

Sehingga pola radiasi yang sudah direncanakan serta VSWR yang dihasilkannya masih belum keluar dari batas yang diijinkan. Daerah frekuensi kerja dimana antenna masih dapat bekerja dengan baik dinamakan *bandwidth antenna*.

Suatu misal sebuah antenna bekerja pada frekuensi tengah sebesar f_c , namun ia juga masih dapat bekerja dengan baik pada frekuensi f_b (di bawah f_c) sampai dengan f_a (di atas f_c), maka lebar *bandwidth* dari antenna tersebut adalah $(f_a - f_b)$. Tetapi apabila dinyatakan dalam persen, maka *bandwidth* antenna tersebut adalah :

$$BW = \frac{f_a - f_b}{f_c} \times 100\% \quad (1.36)$$

Bandwidth yang dinyatakan dalam prosen seperti ini biasanya digunakan untuk menyatakan *bandwidth* antenna-antenna yang memiliki *band* sempit (*narrow band*). Sedangkan untuk *band* yang lebar (*broad band*) biasanya digunakan definisi rasio antara batas frekuensi atas dengan frekuensi bawah.

$$BW = \frac{f_a}{f_b} \quad (1.37)$$

Suatu antenna digolongkan sebagai antenna *broad band* apabila impedansi dan pola radiasi dari antenna itu tidak mengalami perubahan yang berarti untuk $f_a/f_b > 1$. Batasan yang digunakan untuk mendapatkan f_a dan f_b adalah ditentukan oleh harga $VSWR = 1$.

Bandwidth antenna sangat dipengaruhi oleh luas penampang konduktor yang digunakan serta susunan fisiknya (bentuk geometrinya). Misalnya pada antenna *Double Quad*, ia akan mempunyai *bandwidth* yang semakin lebar apabila penampang konduktor yang digunakannya semakin besar. Demikian pula pada antenna yang mempunyai susunan fisik yang berubah secara *smooth*, biasanya iapun akan menghasilkan pola radiasi dan impedansi input yang berubah secara *smooth* terhadap perubahan frekuensi (misalnya pada antenna *biconical*, *log periodic*, dan sebagainya). Selain daripada itu, pada jenis antenna gelombang berjalan (*travelling wave*) ternyata ditemukan lebih lebar range frekuensi kerjanya daripada antenna resonan.

B A B 3

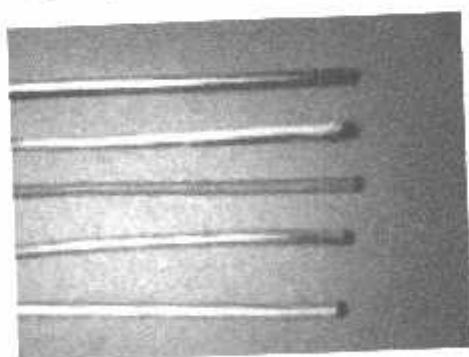
PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ANTENNA *DOUBLE QUAD*

3.1 U m u m

Pada bab ini akan diberikan teori perancangan dan pembuatan antenna *Double Quad* 2,4 GHz, ada beberapa hal yang perlu diperhatikan, diantaranya adalah perhitungan $1/4 \lambda$ (panjang gelombang) untuk menentukan panjang tiap segmen antena *Double Quad* yang akan bekerja pada frekuensi 2,4 GHz dan bahan antena yang digunakan akan menentukan gain dari antena tersebut. Kedua parameter itu sangat menentukan dalam mendisain sebuah antena *Double Quad* 2,4 GHz, apabila terjadi kesalahan dalam perancangan, maka karakteristik antena akan tidak sesuai dengan apa yang sudah diharapkan. Untuk itu diperlukan perhitungan yang teliti sebelum merancang sebuah antena.

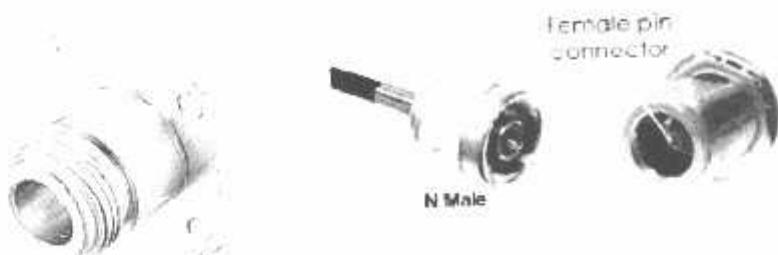
3.2 Struktur Antenna

Dalam bab ini akan dibahas struktur atau bahan dasar dari antena *Double Quad* 2,4 GHz yang akan dibuat, karena dalam pembuatannya tidak memerlukan peralatan yang spesial sehingga dapat memperkecil biaya pembuatan. Bahan-bahan yang akan digunakan pun sangat terjangkau dan cukup banyak dipasaran.



Gambar 3.1 Kawat dengan bahan yang berbeda-beda.

Antenna Double Quad 2,4 GHz yang akan dirancang terbuat dari kawat dengan bahan alumunium, seng, tembaga, tembaga lapis perak dan stainless steel berdiameter 3mm. Pada gambar 3.1 memperlihatkan kawat-kawat yang akan dipergunakan dalam merancang antenna.



Gambar 3. 2 Konektor kabel coaxial N-Type.

Adapun beberapa tipe konektor untuk kabel coaxial antara lain: BNC TNC, N-TYPE, SMA, MCX, MMCX, TWINAX, FME, UHF dan lain sebagainya. Pada tugas akhir ini, digunakan N-type sebagai konektor pada ujung antenna. N-type memiliki 2 macam yaitu : *Male* dan *Female*, untuk tugas akhir ini dipilih *Female N-Connector* sebagai konektor dari ujung antenna, dikenakan *Pigtail* yang berguna sebagai penghubung antara *PCMCLIA Card* dengan antenna external menggunakan *Male N-Connector*. Berikut ini gambar kabel *Pigtail* yang digunakan dalam pengerjaan Tugas Akhir ini:



Gambar 3. 3 Kabel Pigtail.

3.3 Perhitungan Panjang Gelombang Untuk Tiap-Tiap Segmen Antenna

Untuk mendesain sebuah antenna *Double Quad* dibutuhkan perhitungan panjang gelombang untuk menentukan panjang tiap-tiap segmen yang menentukan gain dari antenna.

$$\lambda = \frac{C}{f}$$

$$f_c = f_b + \left[\frac{f_a - f_b}{2} \right]$$

$$= 2400 + \left[\frac{2483.5 - 2400}{2} \right] = 2441.75 \text{ MHz}$$

$$\lambda = \frac{c}{f_c} = \frac{2.998 \times 10^8}{2441.75 \times 10^6}$$

$$= 0.1228 \text{ m}$$

Dimana:

λ = Panjang Gelombang

$C = 2.998 \times 10^8 \text{ m/s}$ (Cepat rambat gelombang diudara)

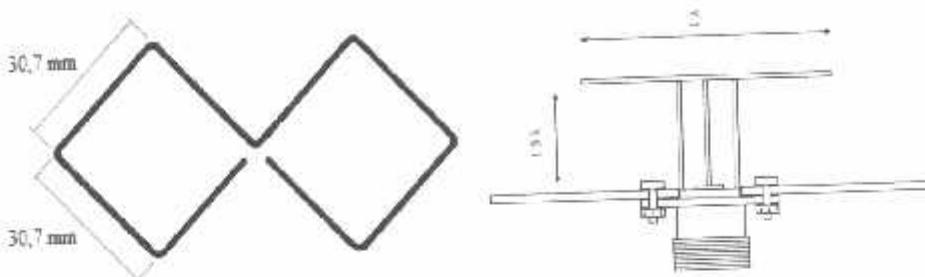
f = Center Frequency

Sehingga panjang tiap-tiap segmen adalah $\frac{1}{4} \lambda = 30.7 \text{ mm}$. Dan jarak antar Driven dan Reflektor adalah $\frac{1}{8} \lambda = 15.35 \text{ mm}$. Sedangkan untuk perhitungan reflektornya menggunakan frekuensi batas atas atau sekitar 2483,5 MHz. Sehingga didapatkan panjang gelombang:

$$\lambda = \frac{c}{f_c} = \frac{2.998 \times 10^8}{2483.5 \times 10^6}$$

$$= 0.1207 \text{ m}$$

Panjang reflektor antenna *Double Quad* adalah $1\lambda = 120\text{mm}$ sedangkan lebarnya adalah $\frac{3}{5}\lambda = 80\text{ mm}$. Sehingga dimensi dari reflektor berupa persegi panjang dengan ukuran $120 \times 80\text{mm}$



Gambar 3.4 Desain antenna *Double Quad* 2,4 GHz.

Pada gambar diatas merupakan desain keseluruhan dari antenna *Double Quad* yang akan dirancang terdiri dari 8 segmen dan dijelaskan bahwa $\frac{1}{4}\lambda$ (panjang gelombang) di setiap segmennya.

3.4 Perancangan Antenna

Setelah diketahui panjang $\frac{1}{4}\lambda$ (panjang gelombang) untuk setiap segmen antenna, maka langkah selanjutnya adalah merancang antenna, prosedur perancangan antenna *Double Quad* 2,4 GHz, sebagai berikut:

- Pertama, luruskan kawat

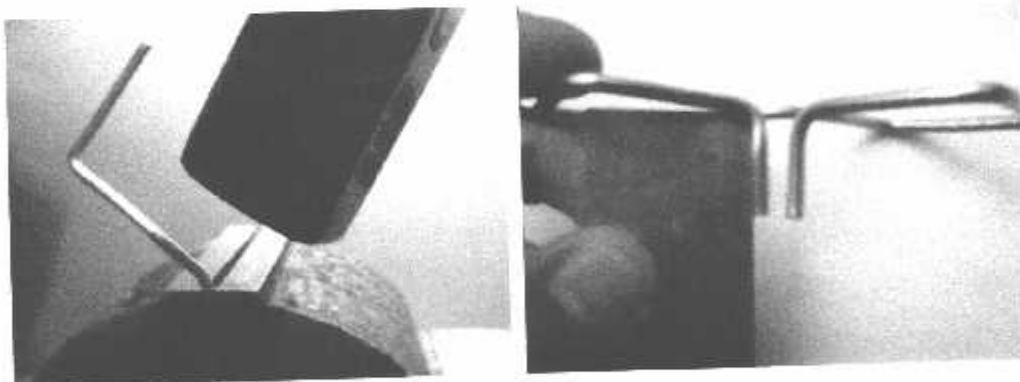
Meluruskan kawat dengan menggunakan tang jepit atau sejenis alat Bantu lainnya yang sekiranya cocok untuk meluruskan kawat hingga kawat menjadi lurus dengan baik. Perhatikan gambar dibawah



Gambar 3. 5 Meluruskan kawat dengan penjepit.

- Kedua, mempersiapkan elemen antenna

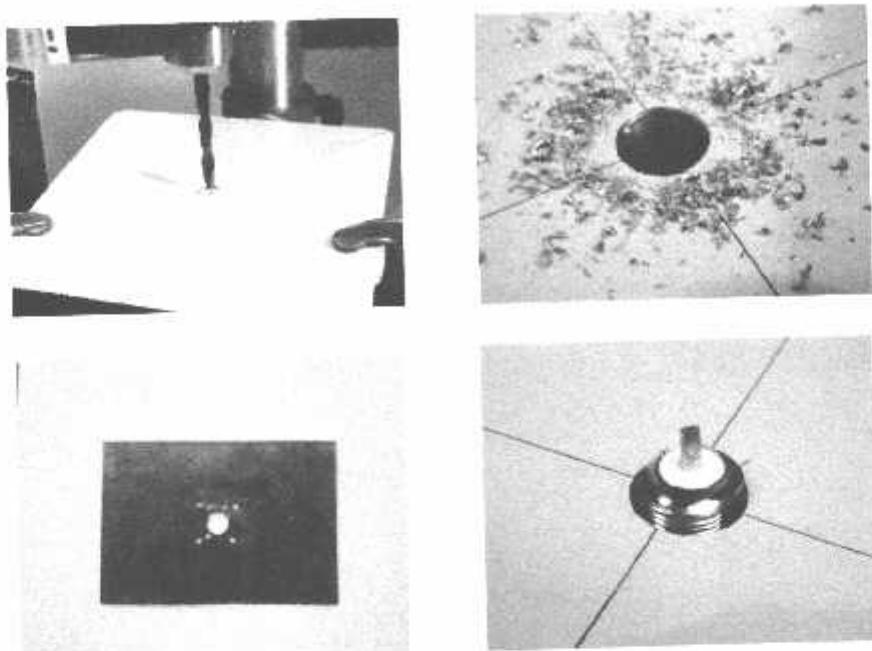
Kawat yang telah diluruskan akan dipersiapkan sebagai elemen antenna yang berbentuk dua buah segi empat dengan panjang tiap-tiap segmennya adalah 3,07 cm pada tiap sisinya dan kaki driven sepanjang 15,35 mm. Untuk membuat bentuk tersebut, kawat nantinya akan dibengkokan dengan menggunakan tang jepit atau palu besi



Gambar 3. 6 Mempersiapkan Driven.

- Ketiga, Mempersiapkan kedudukan reflector pada konektor N-Type

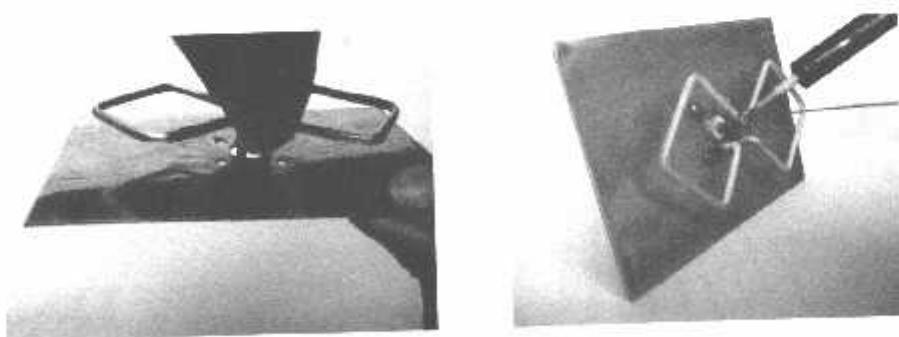
Memotong plat alumunium 1 mm dengan ukuran 12 x 8 cm menggunakan gergaji besi, kemudian tepat pada posisi tengah plat alumunium diberi lubang untuk tempat kedudukan konektor N-Type



Gambar 3. 7 Mempersiapkan kedudukan pada reflector.

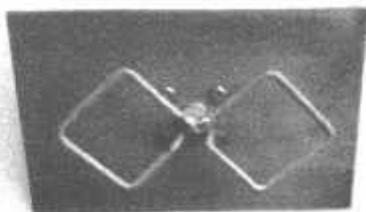
- Keempat, Memasang Driven pada N-Type Female connector

Posisikan Driven Pada N-Type female konektor dimana kaki driven ditempatkan pada tempat yang telah dibuat tadi, kemudian solderlah bagian tengah driven pada N-Type Female connector.



Gambar 3. 8 Memasang Driven Pada Konektor N-Type.

Dalam penggerjaan Tugas Akhir ini, dibuatlah lima antena *Double Quad* dengan gain yang berbeda dan tentunya dengan bahan yang berbeda pula. Berikut ini adalah gambar antena *Double Quad* yang sudah selesai penggerjaanya.



Gambar 3. 9 Antenna Double Quad.

Tahap selanjutnya setelah melakukan perancangan yaitu pengukuran dan pengujian antena agar dapat memperoleh syarat-syarat antena 2,4 GHz yang baik.

B A B 4

PENGUKURAN PARAMETER ANTENA DAN ANALISA

4.1 U m u m

Setelah menjalani proses perancangan dan pembuatan antena *Double Quad*, proses berikutnya adalah pengujian atau pengukuran beberapa parameter antenna yang dibutuhkan untuk mengetahui apakah antenna yang sudah dirancang memenuhi standar antenna 2,4 GHz dan layak untuk digunakan pada komunikasi data atau jaringan komputer secara *wireless* dengan frekuensi 2,4 GHz.

Ada beberapa parameter antenna yang diukur untuk menunjukkan karakteristik serta kemampuan kerja dari antenna, antara lain: *Pola Radiasi, Beam Width, Gain, SWR dan Impedansi antenna*.

4.2 Pengukuran Pola Radiasi Antenna

Tujuan utama untuk mengukur pola radiasi antena ialah untuk mengetahui bentuk pola radiasi dari antena *Double Quad*, dengan begitu kita dapat menganalisa apakah antenna tersebut sudah sesuai dengan standar pola radiasi antenna *Directional*. Untuk memudahkan pengukuran pola radiasi dari antena, digunakanlah software *4NEC2* untuk penganalisaan.

Ada beberapa parameter dari antena yang harus di-inputkan ke dalam software tersebut yang bertujuan agar hasil analisa nantinya akan mendekati nilai yang sebenarnya. Parameter yang dimaksud antara lain: dimensi dari antena, resistivitas bahan, permeabilitas bahan, frekuensi kerja dan panjang gelombang dari antena tersebut.

Untuk Dimensi dari antenna kita harus memasukan koordinat titik kedalam diagram Kartesius kemudian akan terbentuk sebuah garis-garis yang menyambung hingga terbentuklah sebuah antenna *Double Quad*. Titik koordinat dari diagram tersebut berlaku untuk semua bahan antenna. Lihat tabel 4.1.

Tabel 4.1. Titik Koordinat Diagram Katesius

Wire	X ₁	Y ₁	Z ₁	X ₂	Y ₂	Z ₂
1	15	22.52	23.21	15	42.607	-4.506e-3
2	15	0.36	-0.37	15	21.636	-22.427
3	15	21.636	-22.427	15	42.607	-4.506e-3
4	15	0	2.34	15	-22.52	23.21
5	15	-22.52	23.21	15	-42.644	5.344e-2
6	15	-0.36	-0.37	15	-21.636	-22.427
7	15	-21.636	-22.427	15	-42.644	5.344e-2
8	3	0	2.3	15	0	2.34
9	0	3.6	-3.7	15	3.6	-3.7
10	15	-3.6	-3.7	0	-3.6	-3.7
11	15	0	2.34	15	22.52	23.21

Panjang gelombang dari antenna *Double Quad* termasuk parameter yang harus dimasukan sebagai inputan, untuk mendapatkan panjang gelombang terlebih dahulu kita harus menghitung frekuensi kerja dari antenna tersebut:

$$f_c = f_b + \left[\frac{f_a - f_b}{2} \right]$$

$$= 2400 + \left[\frac{2483.5 - 2400}{2} \right] = 2441.75 \text{ MHz}$$

$$\lambda = \frac{c}{f_c} = \frac{2.998 \times 10^8}{2441.75 \times 10^6} = 0.1228 \text{ m}$$

Jika panjang gelombang telah diketahui maka radius atau jari-jari dari kawat dapat dihitung. Radius atau jari-jari kawat adalah sebesar $\frac{1}{160} \lambda$ atau sekitar 1.23 mm sehingga diameter dari kawat tersebut adalah 2.46 mm. Reflektor diletakan dibelakang driven dengan jarak $\frac{1}{8} \lambda$ atau sekitar 15mm dibelakang *driven*, dengan dimensi 120 x 80mm dari bahan alumunium.

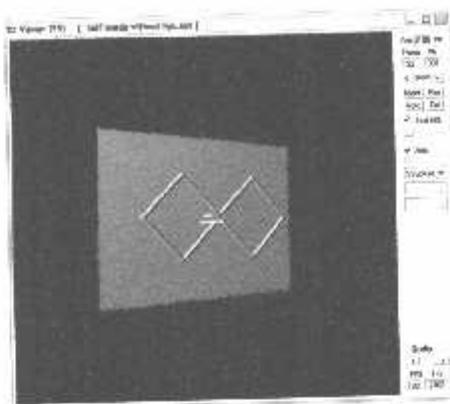
Setelah mengetahui letak koordinat dan panjang gelombang dari antenna *Double Quad*, kemudian inputkanlah parameter yang lain kedalam software tersebut.

Parameternya antara lain:

Tabel 4.2 Parameter Input pada Software *4NEC2*.

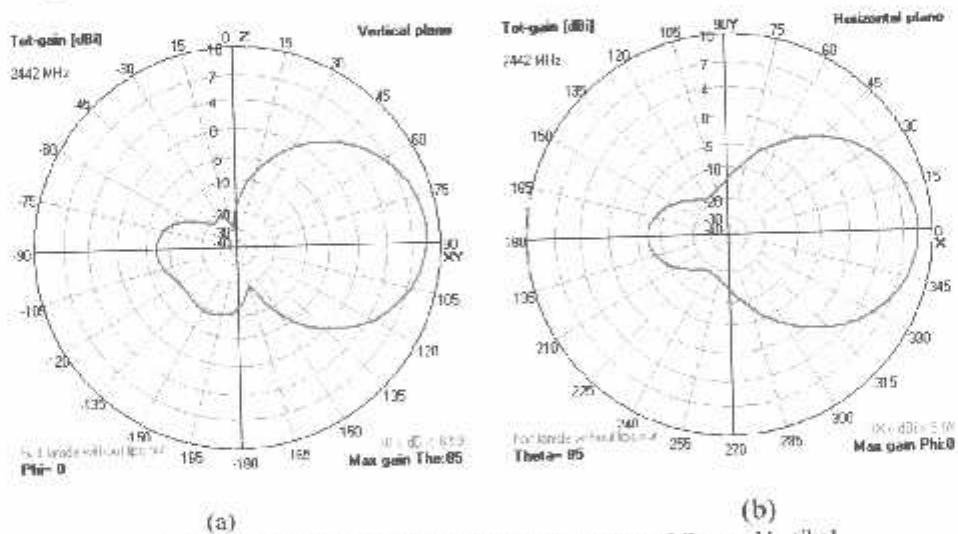
No	Bahan	Resitivitas	Permeabilitas
		Bahan	Bahan
1	Tembaga	1.72×10^{-8}	1
2	Alumunium	2.83×10^{-8}	1
3	Stainless Steel	13×10^{-8}	1
4	Seng	6×10^{-8}	1
5	Tembaga lapis perak	1.6×10^{-8}	1

Bila semua parameter telah diinputkan secara benar, maka Software tersebut akan dapat menampilkan gambar antenna secara 3D (lihat gambar 4.1). Namun bila inputan terdapat kesalahan maka gambar 3D tidak dapat ditampilkan atau error.



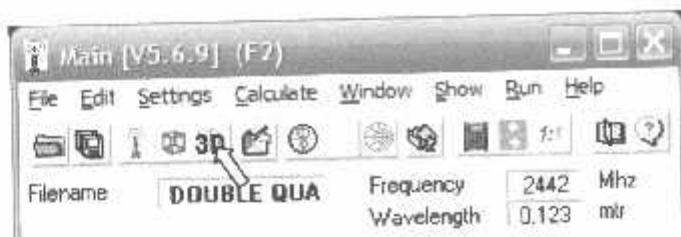
Gambar 4. 1 Tampilan 3D Antenna Double Quad.

Kemudian dilanjutkan dengan perhitungan antenna untuk mendapatkan pola radiasi antenna *Double Quad*. Caranya dengan menekan tombol *Generate Output Data (F7)* yang ada pada tombol menu kemudian pilihlah *Far Field Pattern* lalu tekan *Generate*. Maka program akan memunculkan gambar pola radasi dari antenna *Double Quad* seperti pada gambar 4.2

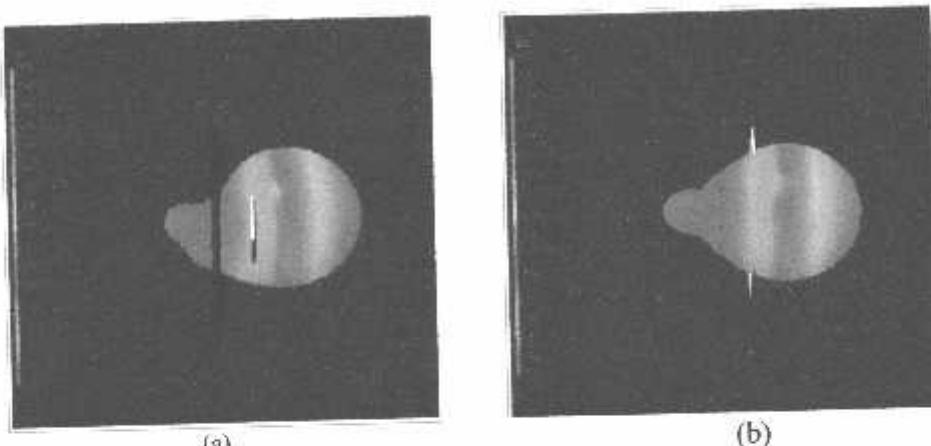


Gambar 4. 2 (a) Pola Radiasi Antenna Double Quad Secara Vertikal
 (b) Pola Radiasi Antenna Double Quad Secara Horisontal

Dalam software ini menyediakan fitur 3D untuk melihat pola radiasi dalam bentuk 3 dimensi, sehingga dapat memudahkan kita dalam penelitian pola radiasi. Dengan menekan tombol "3D" pada panel yang telah disediakan kemudian pola radiasi dalam 3D akan tampil.



Gambar 4. 3 Fitur 3D.

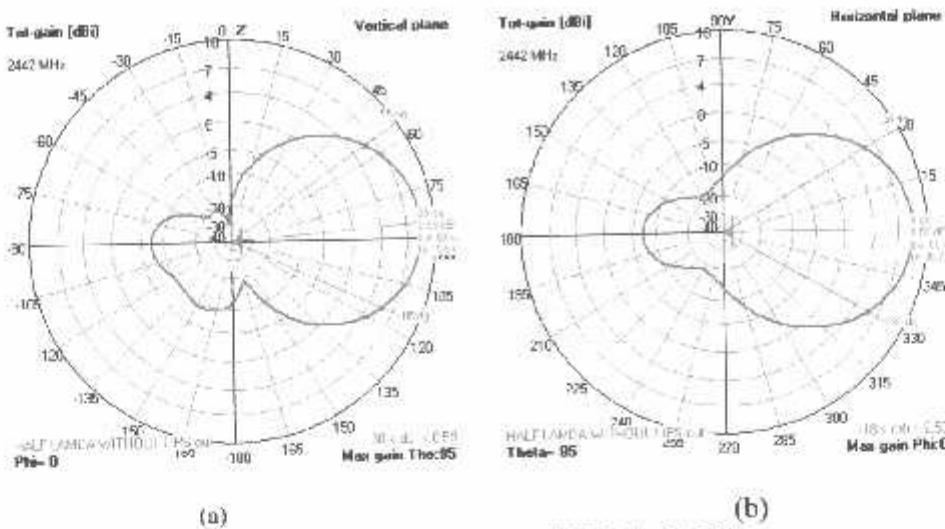


Gambar 4. 4 (a) Pola Radiasi 3D AntennaDouble Quad dilihat dari samping.
(b) Pola Radiasi 3D AntennaDouble Quad dilihat dari atas.

Untuk analisa antenna dengan bahan yang lain memiliki langkah yang sama dengan yang diatas, hanya saja koefisien material harus diubah sesuai dengan bahan yang digunakan.

4.3 Beam Width

Seperti yang kita ketahui bahwa pola radiasi dari antenna *Double Quad* adalah pola radiasi *End Fire*, sehingga pancaran utama maksimum antenna berada dalam arah bidang utama dimana antenna berada. Untuk mengetahui sudut dari selisih titik-titik pada kiri dan kanan dari *main lobe* dimana pola daya mempunyai harga $\frac{1}{2}$, yaitu dengan menekan tombol *show* pada tampilan pattern lalu klik *Info* maka akan muncul garis berwarna hijau yang merupakan garis *Beam Width* dari antenna *Double Quad*.



Gambar 4. 5(a) Half Power Beam Width Vertikal Plane
(b) Half Power Beam Width Horisontal Planc

Dari kelima bahan material antenna didapatkan *Beam Width* yang sama Yaitu 60° . Hal ini menunjukan bahwa dengan adanya perubahan material bahan antenna yang berbeda tidak mempengaruhi luas sudut berkas pancaran dari radiasi antenna. Berikut merupakan hasil perhitungan *BeamWidth* menggunakan software 4NEC2.

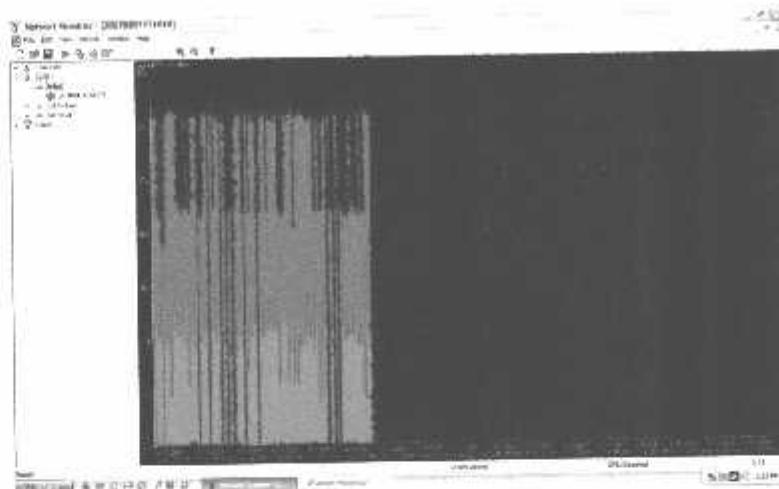
Tabel 4. 3 Beam Width pada Software 4NEC2.

No	Bahan	Beam Width
1	Tembaga	60°
2	Alumunium	60°
3	Stainless Steel	60°
4	Seng	60°
5	Tembaga lapis perak	60°

4.4 Gain Antenna

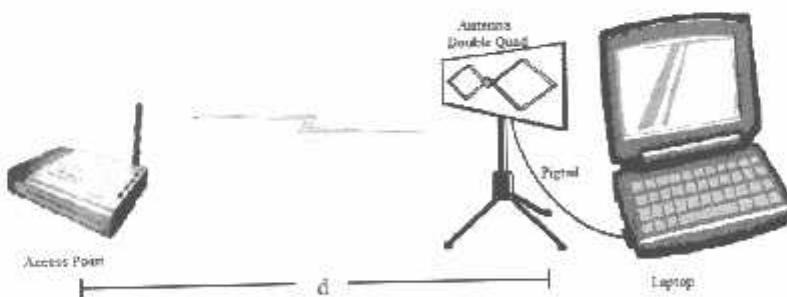
Pengukuran Gain antenna Double Quad menggunakan software *NetStumbler* dengan jarak yang bertahap menjauh dari access point, dengan demikian dapat diketahui bahwa antenna dengan bahan apa yang baik untuk digunakan dari segi konektifitas dan penguatan (Gain). Pada *NetStumbler* dapat terlihat perbedaan antara sinyal dan noise seperti yang terlihat pada gambar 4.4. garis yang berwarna hijau

menunjukkan sinyal dari *Wireless Lan*, sedangkan yang berwarna merah adalah noise atau sinyal yang tidak diharapkan.

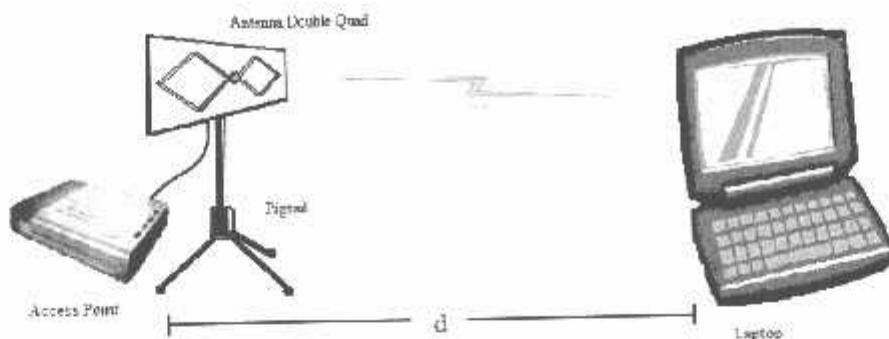


Gambar 4. 6 Tampilan pada NetStumbler.

Proses pengukuran Gain dari antenna *Double Quad*, menggunakan sebuah laptop dan ditambahkan PCMCIA card *lucent technologies* standar Antenna 802.11b dengan frekuensi 2,4 GHz beserta kabel pigtailnya yang berguna untuk menghubungkan Antenna eksternal dengan card tersebut. Untuk mengetahui Gain dari antenna *Double Quad* maka pengukuran pertama antenna tersebut difungsikan sebagai antenna penerima kemudian pada pengukuran selanjutnya antenna difungsikan sebagai pemancar. Lalu pada sisi *client* akan akan dianalisa besar Gainnya.



Gambar 4. 7 Antenna pada sisi *Client*.



Gambar 4.8 Antenna pada sisi *Access Point*.

Guna memudahkan dalam analisa data yang diperoleh dari optimasi yang menggunakan software *4NEC2* dan pengukuran yang dibantu oleh software *NetStumbler* maka diperlukan konversi masing-masing satuan agar diperoleh keseragaman dalam hal satuan sehingga diperoleh hasil dalam Tabel 4-3.

$$\text{dBm} = 20 \log (\text{V/m})$$

Pengukuran Gain antenna dilakukan pada jarak: 5, 25, 75, 200, 500 m dari access point, pada analisa didapatkan hasil:

Tabel 4.4 Gain hasil perhitungan menggunakan software *4NEC2*.

Bahan	Gain (dBm)				
	5 m	25 m	75 m	200 m	500 m
Tembaga	-39	-53	-62.52	-71.06	-79
Alumunium	-39	-53	-62.53	-71.06	-79
Stainless Steel	-39	-53	-62.52	-71.03	-79
Seng	-39	-53	-62.53	-71.06	-79
Tembaga lapis perak	-39	-53	-62.52	-71.06	-79

Pada pengukuran pertama menggunakan software *NetStumbler*, antenna berada pada sisi *Client*. Didapatkan hasil:

Tabel 4. 5 Gain hasil pengukuran yang sebenarnya dari sisi *client* pada jarak tertentu

Bahan	Gain (dBm) pada Jarak (m)				
	5 m	25 m	75 m	200 m	500 m
Tembaga	- 38	- 53	- 86	- 81	- 75
Alumunium	- 37	- 54	- 85	- 78	- 68
Stainless Steel	- 38	- 56	- 86	- 81	- 74
Seng	- 37	- 55	- 82	- 81	- 74
Tembaga lapis perak	- 36	- 51	- 85	- 80	- 73

Sedangkan pada pengukuran yang kedua yaitu antenna difungsikan sebagai pemancar, dan pada sisi *client* akan diukur besar penguatannya. Maka didapatkan hasil:

Tabel 4. 6 Gain hasil pengukuran yang sebenarnya dari sisi *Access Point* pada jarak tertentu

Bahan	Gain (dBm) pada Jarak (m)				
	5 m	25 m	75 m	200 m	500 m
Tembaga	- 36	- 43	- 66	- 68	- 87
Alumunium	- 36	- 43	- 65	- 69	- 86
Stainless Steel	- 39	- 44	- 67	- 68	- 86
Seng	- 39	- 44	- 67	- 69	- 87
Tembaga lapis perak	- 37	- 45	- 66	- 71	- 86

4.5 Perhitungan VSWR dan Impedansi Input

Voltage Standing Wave Ratio (VSWR) dan impedansi input merupakan parameter yang mengindikasikan kesesuaian sebuah antenna *Double Quad* terhadap saluran transmisi pada frekuensi kerjanya, sehingga mempengaruhi daya yang diterima. Untuk mendapatkan hasil perhitungan SWR, kita harus mengetahui nilai impedansinya terlebih dahulu.

Untuk mendapatkan nilai impedansi antenna *Double Quad* kita harus menghitungnya dengan menggunakan rumus:

$$Z_m = R_m + j \omega L_i \quad (1.29)$$

Dengan:

$$R_m = \frac{1}{\sigma \delta_s} = \sqrt{\frac{\pi f \mu}{\sigma}} \quad (1.30)$$

$$L_s = \frac{1}{w \sigma \delta_s} = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{\mu}{\pi f \sigma}} \quad (1.31)$$

Dimana :

Z_m = Impedansi Antenna (Ω)

σ = konduktivitas (%)

δ = Skin Depth

Nilai konduktivitas yang digunakan untuk mencari Skin depth dapat kita lihat dalam tabel berkala kimia bahan. Berikut merupakan nilai konduktivitas dari tiap-tiap bahan:

Tabel 4. 7 Nilai Konduktivitas pada Tiap-tiap Bahan

No	Bahan	Konduktivitas
1	Tembaga	58000000 s/m
2	Alumunium	38000000 s/m
3	Stainless Steel	1100000 s/m
4	Seng	16700000 s/m
5	Tembaga lapis perak	61000000 s/m

Perhitungan Skin Depth

1. Untuk perhitungan bahan alumunium:

Diketahui $\sigma = 3.5 \times 10^7$ S/m

$w = 3.2144$

$Z_0 = 50 \Omega$

$$\begin{aligned}\alpha &= \sqrt{\frac{\omega\mu\sigma}{2}}, \quad \mu = \mu_0\mu_r, \\ &= \sqrt{\pi f \mu \sigma} \\ &= \sqrt{3,14 \cdot 2,4 \cdot 10^9 \cdot 12,56 \cdot 10^{-7} \cdot 3,8 \cdot 10^7} \\ &= 59,9 \cdot 10^7 \text{ Np/m}\end{aligned}$$

Skin depth:

$$\begin{aligned}\delta &= \frac{1}{\alpha}, \\ &= \frac{1}{59,9 \cdot 10^7} = 1,737 \cdot 10^{-9} \text{ m}\end{aligned}$$

Impedansi:

$$\begin{aligned}R_{in} &= \frac{1}{\sigma \delta_s} = \sqrt{\frac{\pi f \mu}{\sigma}} \\ R_{in} &= \frac{1}{3,5 \times 10^7 \cdot 1,737 \cdot 10^{-9}} = 16,449 \Omega \\ L_s &= \frac{1}{w \sigma \delta_s} = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{\mu}{\pi f \sigma}} \\ L_s &= \frac{1}{3,2145 \cdot 3,5 \times 10^7 \cdot 1,737 \cdot 10^{-9}} = 5,117 \Omega \\ Z_{in} &= 16,449 + j5,117 \Omega\end{aligned}$$

2. Untuk perhitungan bahan tembaga:

$$\text{Diketahui} \quad \sigma = 5,8 \times 10^7 \text{ S/m}$$

$$w = 3,2144$$

$$Z_0 = 50 \Omega$$

$$\begin{aligned}\alpha &= \sqrt{\frac{\omega\mu\sigma}{2}}, \quad \mu = \mu_0\mu_r, \\ &= \sqrt{\pi f \mu \sigma} \\ &= \sqrt{3,14 \cdot 2,4 \cdot 10^9 \cdot 12,56 \cdot 10^{-7} \cdot 5,8 \cdot 10^7} \\ &= 74,09 \cdot 10^7 \text{ Np/m}\end{aligned}$$

Skin depth:

$$\delta = \frac{1}{\alpha},$$

$$= \frac{1}{74,09 \cdot 10^7} = 1,349 \cdot 10^{-9} \text{ m}$$

Impedansi:

$$R_{in} = \frac{1}{\sigma \delta_s} = \sqrt{\frac{\pi f \mu}{\sigma}}$$

$$R_{in} = \frac{1}{5,8 \times 10^7 \cdot 1,349 \times 10^{-9}} = 12,78 \Omega$$

$$L_s = \frac{1}{w \sigma \delta_s} = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{\mu}{\pi f \sigma}}$$

$$L_s = \frac{1}{3,2145 \cdot 5,8 \times 10^7 \cdot 1,349 \times 10^{-9}} = 3,976 \Omega$$

$$Z_{in} = 12,78 + j3,976 \Omega$$

3. Contoh untuk perhitungan bahan tembaga lapis Perak:

Diketahui $\sigma = 6,1 \times 10^7 \text{ S/m}$
 $w = 3,2144$
 $Z_0 = 50 \Omega$

$$\alpha = \sqrt{\frac{\omega \mu \sigma}{2}}, \mu = \mu_0 \mu_r$$

$$= \sqrt{\pi f \mu \sigma}$$

$$= \sqrt{3,14 \cdot 2,4 \cdot 10^9 \cdot 12,56 \cdot 10^{-7} \cdot 6,1 \cdot 10^7}$$

$$= 75,98 \cdot 10^7 \text{ Np/m}$$

Skin depth:

$$\delta = \frac{1}{\alpha},$$

$$= \frac{1}{75,98 \cdot 10^7} = 1,316 \cdot 10^{-9} \text{ m}$$

Impedansi:

$$R_{in} = \frac{1}{\sigma \delta_s} = \sqrt{\frac{\pi f \mu}{\sigma}}$$

$$R_{in} = \frac{1}{6,1 \times 10^7 \cdot 1,316 \times 10^{-9}} = 12.256 \Omega$$

$$L_s = \frac{1}{w\sigma\delta_s} = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{\mu}{\pi f\sigma}}$$

$$L_s = \frac{1}{3,2145 \cdot 6,1 \times 10^7 \cdot 1,316 \times 10^{-9}} = 3.813 \Omega$$

$$Z_{in} = 12.256 + j3.8127 \Omega$$

4. Contoh untuk perhitungan bahan Stainless Steel:

$$\text{Diketahui} \quad \sigma = 1.1 \times 10^7 \text{ S/m}$$

$$\delta_s = 9.8 \times 10^{-9}$$

$$w = 3.2144$$

$$Z_0 = 50 \Omega$$

$$\begin{aligned} \alpha &= \sqrt{\frac{\omega\mu\sigma}{2}} \quad , \mu = \mu_0\mu_r \\ &= \sqrt{\pi f\mu\sigma} \\ &= \sqrt{3,14 \cdot 2,4 \cdot 10^9 \cdot 12,56 \cdot 10^{-7} \cdot 1,1 \cdot 10^6} \\ &= 10,2039 \cdot 10^7 \text{ Np/m} \end{aligned}$$

Skin depth:

$$\begin{aligned} \delta &= \frac{1}{\alpha}, \\ &= \frac{1}{10,2039 \cdot 10^7} = 9.8 \cdot 10^{-9} \text{ m} \end{aligned}$$

Impedansi:

$$R_{in} = \frac{1}{\sigma\delta_s} = \sqrt{\frac{\pi f\mu}{\sigma}}$$

$$R_{in} = \frac{1}{1,1 \times 10^7 \cdot 9,8 \times 10^{-9}} = 9.276 \Omega$$

$$L_s = \frac{1}{w\sigma\delta_s} = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{\mu}{\pi f\sigma}}$$

$$L_s = \frac{1}{3,2145 \cdot 1,1 \times 10^7 \cdot 9,8 \times 10^{-9}} = 2.886 \Omega$$

$$Z_{in} = 9.276 + j2.886 \Omega$$

5. Contoh untuk perhitungan bahan seng:

$$\text{Diketahui} \quad \sigma = 1.67 \times 10^7 \text{ S/m}$$

$$\omega = 3.2144$$

$$Z_0 = 50 \Omega$$

$$\begin{aligned}\alpha &= \sqrt{\frac{\omega\mu\sigma}{2}}, \mu = \mu_0\mu_r \\ &= \sqrt{\pi f \mu \sigma} \\ &= \sqrt{3,14 \cdot 2,4 \cdot 10^9 \cdot 12,56 \cdot 10^{-7} \cdot 1,67 \cdot 10^7} \\ &= 39.758 \cdot 10^7 \text{ Np/m}\end{aligned}$$

Skin depth:

$$\begin{aligned}\delta &= \frac{1}{\alpha}, \\ &= \frac{1}{39.758 \cdot 10^7} = 2.515 \cdot 10^{-9} \text{ m}\end{aligned}$$

Impedansi:

$$\begin{aligned}R_{in} &= \frac{1}{\sigma \delta_s} = \sqrt{\frac{\pi f \mu}{\sigma}} \\ R_{in} &= \frac{1}{1,67 \times 10^7 \cdot 2,515 \times 10^{-9}} = 23,809 \Omega\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}L_s &= \frac{1}{w \sigma \delta_s} = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{\mu}{\pi f \sigma}} \\ L_s &= \frac{1}{3,2145 \cdot 1,67 \times 10^7 \cdot 2,515 \times 10^{-9}} = 7,407 \Omega\end{aligned}$$

$$Z_{in} = 23,809 + j7,407 \Omega$$

Hasil perhitungan diatas akan disajikan dalam tabel hasil pada tabel 4.8:

Tabel 4. 8 Impedansi Antenna Dari Bahan Yang Berbeda

No	Bahan	Impedansi (Ω)
1	Tembaga	$12.78 + j3.976$
2	Alumunium	$16.45 + j5.117$
3	Stainless Steel	$9.276 + j2.886$
4	Seng	$23.81 + j7.407$
5	Tembaga lapis perak	$12.26 + j3.813$

Sedangkan untuk nilai SWR, kita dapat menghitungnya dengan menggunakan rumus:

$$\Gamma_L = \frac{e_L^-}{e_L^+} = \frac{Z_m - Z_o}{Z_m + Z_o} \quad (1.33)$$

Dengan:

$$e_L^- = \text{tegangan pantul} \quad Z_m = \text{impedansi beban}$$

$$e_L^+ = \text{tegangan datang} \quad Z_o = \text{impedansi input}$$

Sedangkan *Voltage Standing Wave Ratio (VSWR)*, dinyatakan sebagai berikut :

$$VSWR = \frac{1 + |\Gamma|}{1 - |\Gamma|}$$

Impedansi input disini berasal dari impedansi saluran yang biasanya sudah tertera ketika kita membeli kabel RG-58 yaitu sebesar 50Ω .

1. Untuk perhitungan bahan alumunium:

$$Z_m = 16.449 + j5.117 \Omega$$

$$\Gamma_L = \frac{Z_m - Z_o}{Z_m + Z_o}$$

$$\Gamma_L = \frac{16.449 + j5.117 - 50}{16.449 + j5.117 + 50} = 0.498 + j0.11 \Omega$$

Diubah kedalam bentuk polar

$$\Gamma_L = 0.31/19.53^\circ$$

Maka :

$$VSWR = \frac{1 + |\Gamma|}{1 - |\Gamma|} = \frac{1 + |0.31|}{1 - |0.31|}$$

$$= 1.89$$

2. Untuk perhitungan bahan tembaga:

$$Z_{in} = 12.78 + j3.976 \Omega$$

$$\Gamma_L = \frac{Z_{in} - Z_o}{Z_{in} + Z_o}$$

$$\Gamma_L = \frac{12.78 + j3.976 - 50}{12.78 + j3.976 + 50} = 0.586 + j0.1 \Omega$$

Diubah kedalam bentuk polar

$$\Gamma_L = 0.32/9.68^\circ$$

Maka :

$$VSWR = \frac{1 + |\Gamma|}{1 - |\Gamma|} = \frac{1 + |0.32|}{1 - |0.32|}$$

$$= 1.9$$

3. Untuk perhitungan bahan tembaga lapis Perak:

$$Z_{in} = 12.256 + j3.8127 \Omega$$

$$\Gamma_L = \frac{Z_{in} - Z_o}{Z_{in} + Z_o}$$

$$\Gamma_L = \frac{12.256 + j3.8127 - 50}{12.256 + j3.8127 + 50} = 0.556 + j0.088 \Omega$$

Diubah kedalam bentuk polar

$$\Gamma_L = 0.29/8.99^\circ$$

Maka :

$$VSWR = \frac{1 + |\Gamma|}{1 - |\Gamma|} = \frac{1 + |0.29|}{1 - |0.29|}$$

$$= 1.8$$

4.7 Analisa dan Aplikasi Antena *Double Quad*

Dalam merancang atau membuat antena *Double Quad* ada beberapa hal yang perlu diperhatikan diantaranya adalah: panjang $\frac{1}{2} \lambda$ untuk setiap segmennya yang menentukan antena *Double Quad* dapat bekerja baik pada frekuensi yang diinginkan. Dan selanjutnya, besarnya gain antenna tidak linier dengan perubahan resistivitas bahan kawat atau wire. Hal ini diketahui setelah melihat tabel pengukuran gain (Tabel 4.3) yang menjelaskan perbandingan antara gain antena dengan resistivitas bahan antenna yang berubah-ubah.

Pengukuran gain dilakukan dengan menggunakan software *4NEC2* yang merupakan software untuk menganalisa antenna kemudian membandingkannya dengan pengukuran sesungguhnya dilapangan menggunakan software *NetStumbler*. Untuk mengetahui sejauh mana perbedaan bahan material antenna dapat mempengaruhi kualitas dan kuantitas sinyal wireless LAN. Maka pada pengukuran antenna difungsikan sebagai *Server* dan *Client*.

Pada Analisa pola radiasi antena *Double Quad* 2,4 GHz pada bidang E dan H, dapat dilihat perbedaan grafik pola radiasi antara antenna *Double Quad* dengan masing-masing bahan tidak jauh berbeda. Hal ini membuktikan bahwa dengan perubahan bahan material antenna tidak mempengaruhi terhadap perubahan pola radiasi, hanya saja bentuk radiasi dari bahan tembaga dan tembaga lapis perak lebih panjang dibandingkan dengan bahan yang lain.

Untuk mengetahui antenna dengan bahan apa yang memiliki kualitas dan kuantitas sinyal yang terbaik, maka perlu kita bandingkan antenna tersebut dari beberapa parameter. Paramcter tersebut antara lain pada tabel 4.4 sebagai berikut:

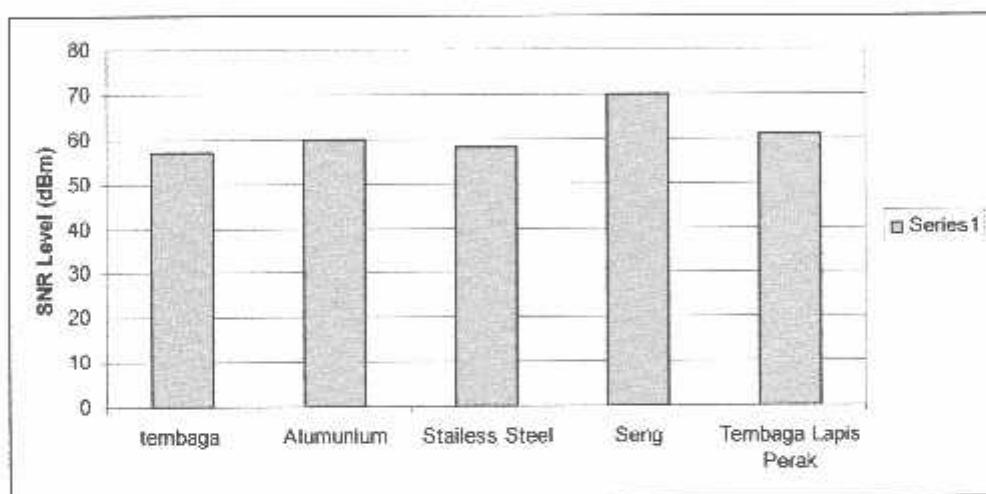
Tabel 4.11 Hasil pengukuran antenna dari beberapa parameter menggunakan software 4NEC2.

Parameter	Tembaga	Alumunium	St. Steel	Seng	Cu + Ag
Pola	Lihat Lampiran	Lihat Lampiran	Lihat Lampiran	Lihat Lampiran	Lihat Lampiran
F/B	16.01 dB	16 dB	16.01 dB	16 dB	16.01 dB
Gain	8.95 dB	8.94 dB	8.92 dB	8.94 dB	8.95 dB
Impedansi	$12.78 - j3.976$	$16.45 + j5.117$	$9.276 + j2.886$	$23.81 + j7.407$	$12.26 + j3.813$
SWR	1.9	1.89	1.98	1.76	1.8

Namun pada saat pengukuran pada grafik pada software *NetStumbler* (Lihat pada lampiran) terlihat sangat jelas perbedaan sinyal dan noise dari antenna menggunakan bahan yang berbeda. Ketika antenna difungsikan sebagai *Client*, sinyal yang dihasilkan memiliki noise yang cukup besar bahkan sering terjadi koneksi yang terputus atau discontinuity dari sinyal wireless. Bagaimana pengaruh *noise* ini terhadap sistem komunikasi ditentukan oleh besaran *SNR* (*Signal to Noise Ratio*), yaitu perbandingan daya sinyal dengan daya noise yang dinyatakan dalam desibel (dB), makin besar *SNR* maka makin baik kualitas sistem komunikasi tersebut terhadap gangguan noise. Berikut merupakan nilai *SNR* antenna saat difungsikan sebagai *Client*:

Tabel 4. 12 SNR Level Pada Antenna Client Pada Jarak 5 m

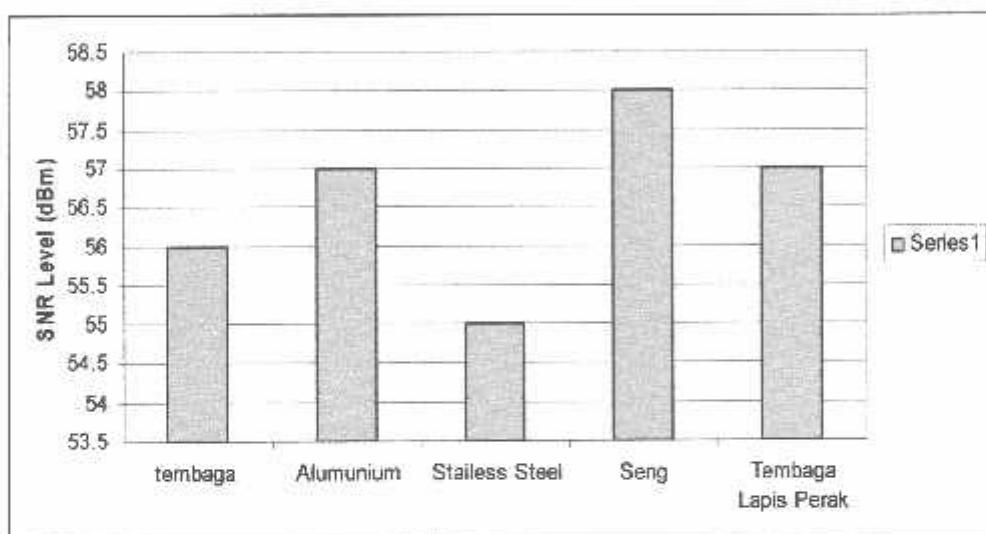
Bahan	SNR level (dBm)	Noise (dBm)	Sinyal (dBm)
Tembaga	57	-99	-38
Alumunium	60	-101	-37
Stainless Steel	58	-113	-56
Seng	70	-110	-37
Tembaga lapis perak	61	-98	-34



Grafik 4. 1 SNR Level Pada Antenna Client Pada Jarak 5 m.

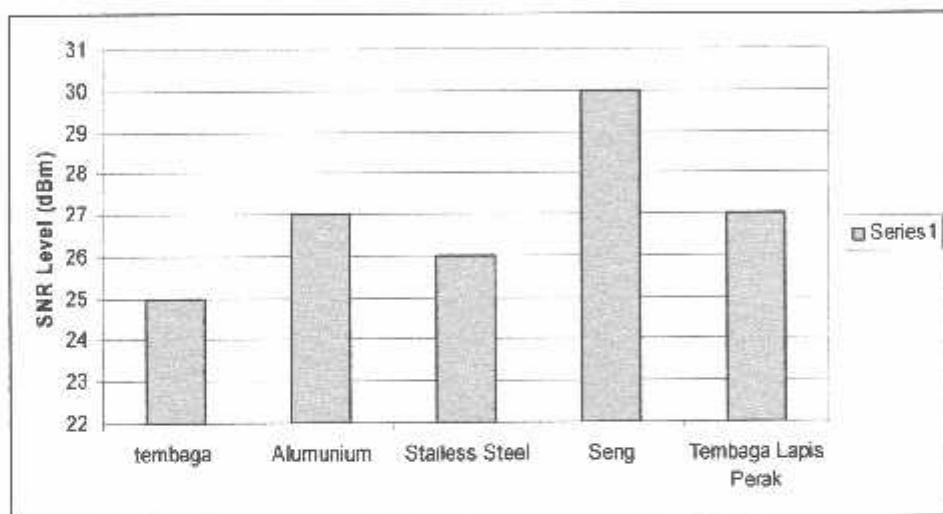
Tabel 4. 13 SNR Level Pada Antenna *Client* Pada Jarak 25 m

Bahan	SNR level (dBm)	Noise (dBm)	Sinyal (dBm)
Tembaga	56	-114	-53
Alumunium	57	-113	-54
Stainless Steel	55	-113	-56
Seng	58	-117	-55
Tembaga lapis perak	57	-112	-51

Grafik 4. 2 SNR Level Pada Antenna *Client* Pada Jarak 25 m.

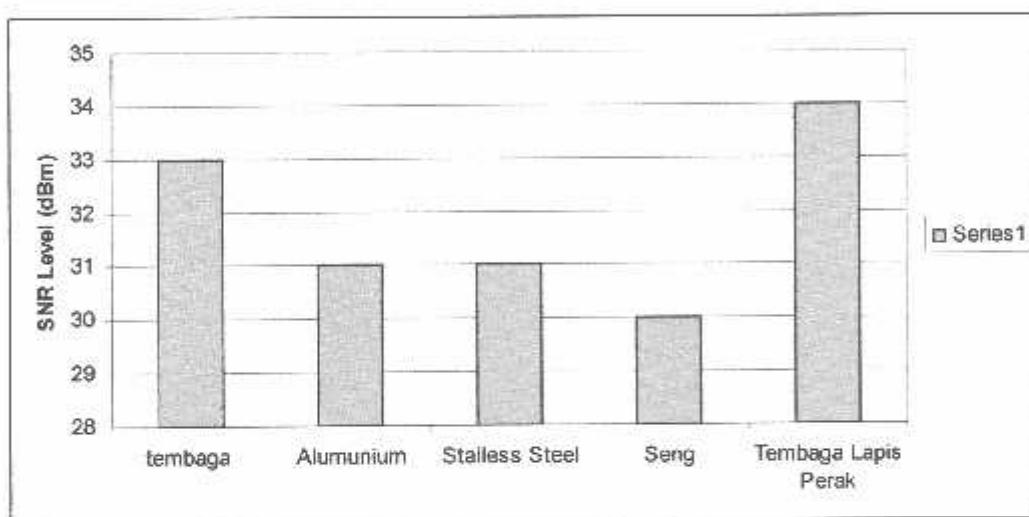
Tabel 4. 14 SNR Level Pada Antenna *Client* Pada Jarak 75 m

Bahan	SNR level (dBm)	Noise (dBm)	Sinyal (dBm)
Tembaga	25	-113	-86
Alumunium	27	-114	-85
Stainless Steel	26	-114	-86
Seng	30	-116	-81
Tembaga lapis perak	27	-115	-85

**Grafik 4. 3** SNR Level Pada Antenna *Client* Pada Jarak 75 m.

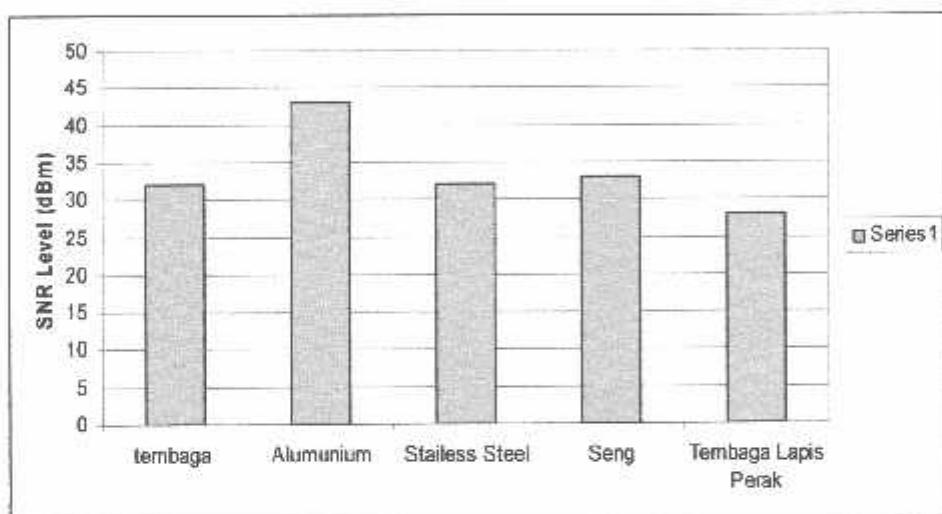
Tabel 4. 15 SNR Level Pada Antenna Client Pada Jarak 200 m

Bahan	SNR level (dBm)	Noise (dBm)	Signal (dBm)
Tembaga	33	-114	-81
Alumunium	31	-114	-73
Stainless Steel	31	-115	-81
Seng	30	-115	-81
Tembaga lapis perak	34	-115	-80

**Grafik 4. 4** SNR Level Pada Antenna Client Pada Jarak 200 m

Tabel 4. 16 SNR Level Pada Antenna Client Pada Jarak 500 m

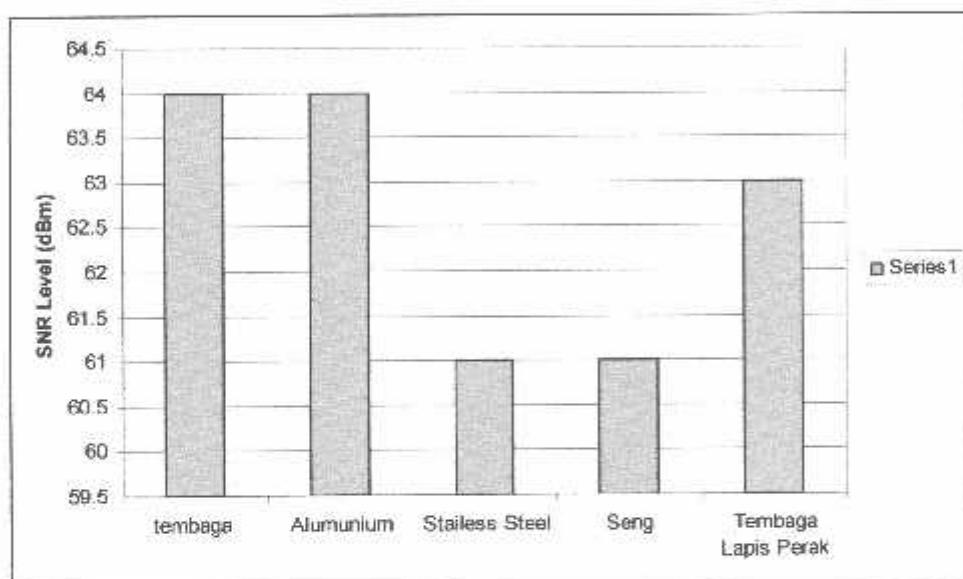
Bahan	SNR level (dBm)	Noise (dBm)	Sinyal (dBm)
Tembaga	32	-112	-75
Alumunium	43	-113	-68
Stainless Steel	32	-114	-74
Seng	33	-114	-74
Tembaga lapis perak	28	-110	-73

**Grafik 4. 5** SNR Level Pada Antenna Client Pada Jarak 500 m.

Ketika antenna difungsikan sebagai access point, *NetStumbler* tidak menemukan adanya noise. Jadi nilai SNR merupakan nilai dari sinyal tanpa pengurangan dari sinyal noise. Berikut adalah tabel yang menujukan SNR Level ketika antenna difungsikan sebagai *Access point*.

Tabel 4. 17 SNR Level Pada Antenna Access Point Pada Jarak 5 m

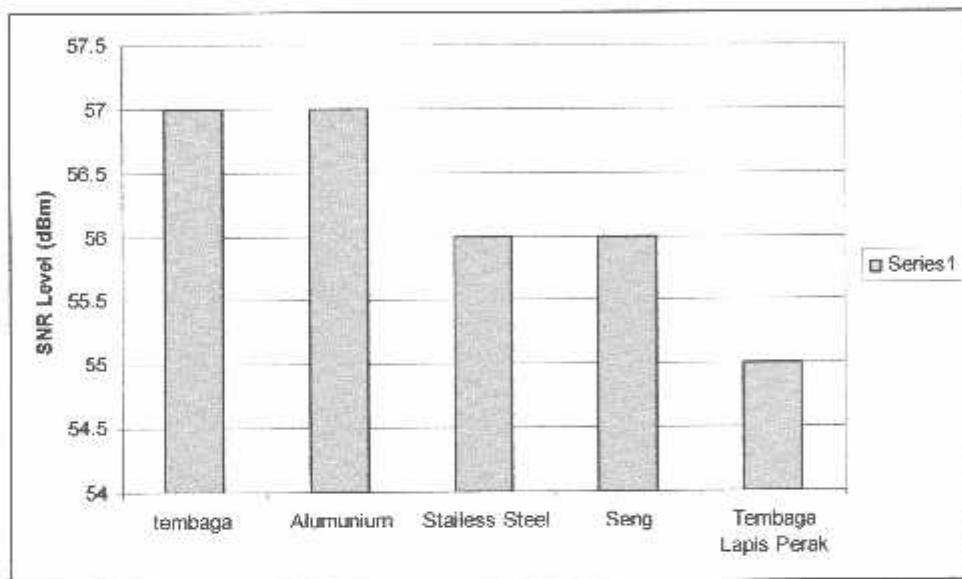
Bahan	SNR level (dBm)	Noise (dBm)	Sinyal (dBm)
Tembaga	64	-100	-36
Alumunium	64	-100	-36
Stainless Steel	61	-100	-39
Seng	61	-100	-39
Tembaga lapis perak	63	-100	-37



Grafik 4. 6 SNR Level pada antenna access point Pada Jarak 5 m

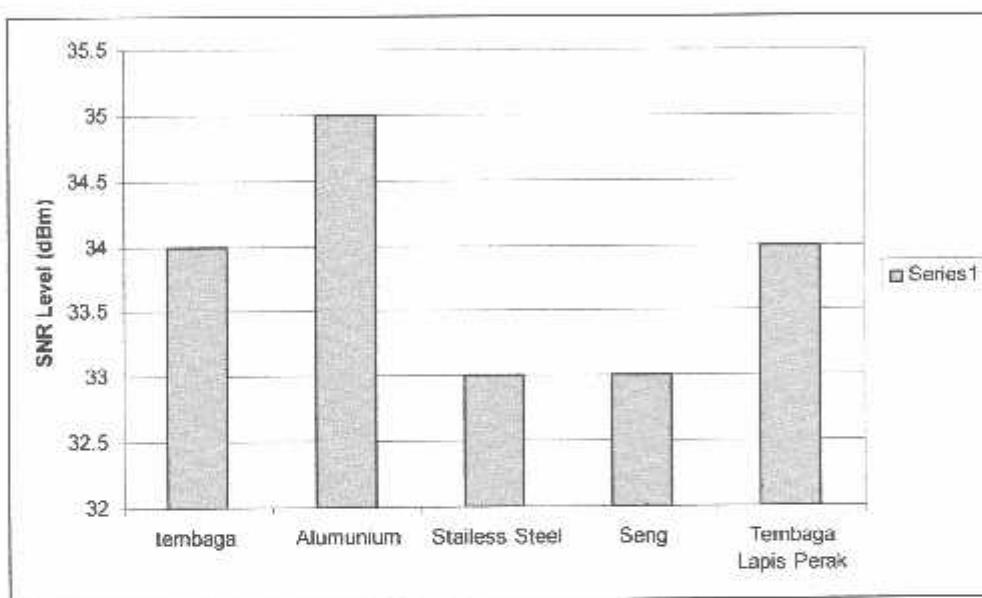
Tabel 4. 18 SNR Level Pada Antenna Access Point Pada Jarak 25 m

Bahan	SNR level (dBm)	Noise (dBm)	Sinyal (dBm)
Tembaga	57	-100	-43
Aluminium	57	-100	-43
Stainless Steel	56	-100	-44
Seng	56	-100	-44
Tembaga lapis perak	55	-100	45

**Grafik 4. 7** SNR Level pada antenna access point Pada Jarak 25 m

Tabel 4. 19 SNR Level Pada Antenna Access Point Pada Jarak 75 m

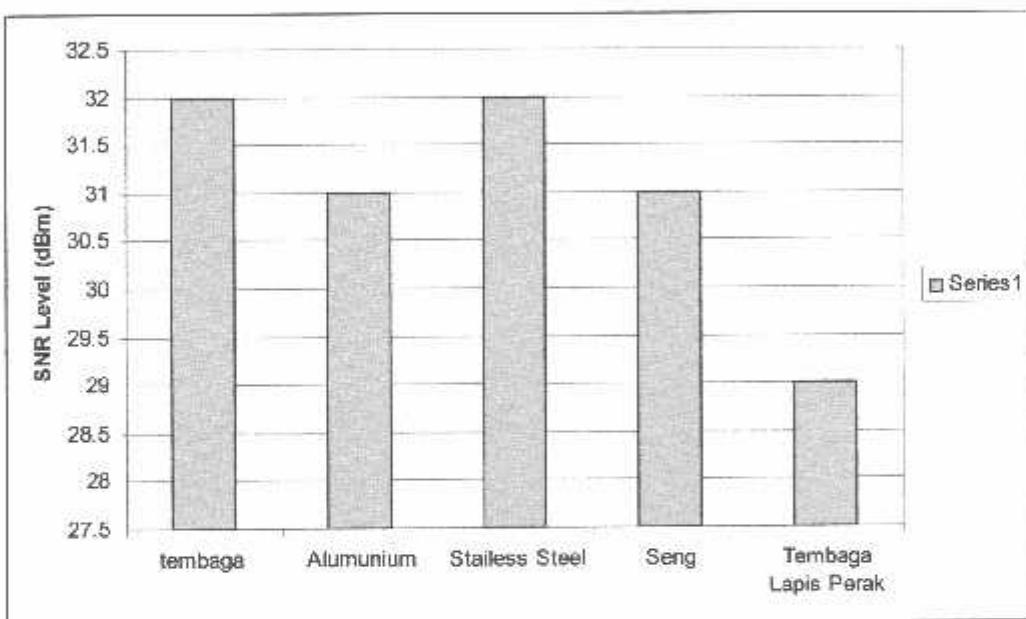
Bahan	SNR level (dBm)	Noise (dBm)	Sinyal (dBm)
Tembaga	34	-100	-66
Alumunium	35	-100	-66
Stainless Steel	33	-100	-66
Seng	33	-100	-66
Tembaga lapis perak	34	-100	-66



Grafik 4. 8 SNR Level pada antenna access point Pada Jarak 75 m

Tabel 4. 20 SNR Level Pada Antenna Access Point Pada Jarak 200 m

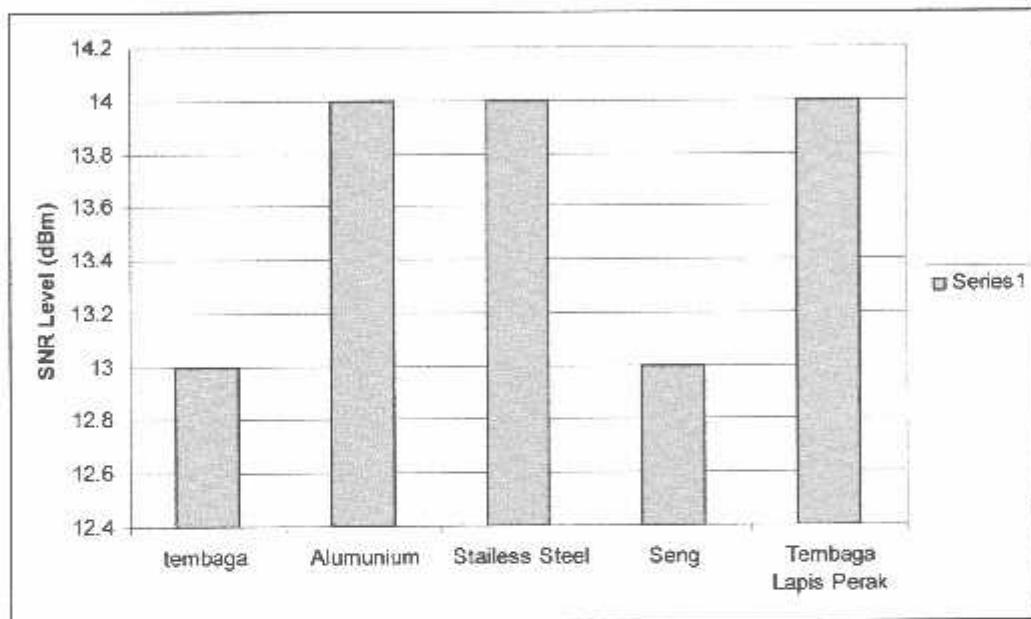
Bahan	SNR level (dBm)	Noise (dBm)	Sinyal (dBm)
Tembaga	32	-100	-68
Alumunium	31	-100	-69
Stainless Steel	32	-100	-68
Seng	31	-100	-69
Tembaga lapis perak	29	-100	-71



Grafik 4. 9 SNR Level pada antenna access point Pada Jarak 200 m

Tabel 4. 21 SNR Level Pada Antenna Access Point Pada Jarak 500m

Bahan	SNR level (dBm)	Noise (dBm)	Sinyal (dBm)
Tembaga	13	-100	-87
Alumunium	14	-100	-86
Stainless Steel	14	-100	-86
Seng	13	-100	-87
Tembaga lapis perak	14	-100	-86

**Grafik 4.10.** SNR Level pada antenna access point Pada Jarak 500 m

B A B 5

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari keseluruhan isi yang ada pada skripsi ini, dapat ditarik sebuah kesimpulan bahwa antenna *Double Quad* dapat digunakan sebagai antenna *Wireless LAN* yang bekerja pada frekuensi 2.4 GHz, baik sebagai server (*Access Point*) maupun sebagai penerima (*Client*).

Setelah dilakukan penelitian dengan menggunakan bahan material yang berbeda, dapat diketahui bahwa antena *Double Quad* ini dapat menerima dan memancarkan sinyal wireless LAN dengan gain antara 8.92 - 8.95 dB. Ketika antenna difungsikan sebagai antenna *Client*, sinyal yang terukur pada software memiliki noise. Hal ini akan berdampak pada pengurangan *SNR Level*. Namun pada saat antenna difungsikan sebagai server (*Access Point*) didapatkan sinyal noise sebesar -100 dBm atau dengan kata lain bahwa tidak ada noise yang terdeteksi.

Bila ditinjau dari beberapa parameter antenna meliputi parameter impedansi, SNR Level, Gain, F/B Ratio, dan SWR Level, didapatkan hasil bahwa antenna dengan bahan alumunium memiliki penguatan yang lebih baik daripada antenna menggunakan bahan yang lain ketika difungsikan sebagai *Client*. Sedangkan antenna dengan bahan seng memiliki penguatan yang lebih baik ketika difungsikan sebagai *Access Point*. Hal ini membuktikan bahwa konduktor yang baik dari suatu bahan belum tentu memiliki penguatan yang baik pula, parameter yang lainpun harus diperhitungkan sebagai pencetus antenna tersebut baik atau tidak untuk digunakan sebagai antenna Wireless LAN.

Karena keterbatasan alat pengukuran menyebabkan penelitian ini hanya berdasarkan optimasi dari software saja. Sehingga antara perhitungan dan pengukuran ada terdapat perbedaan yang cukup signifikan. Namun hal itu bisa juga disebabkan oleh beberapa faktor. Misalnya kesalahan pada saat perancangan antenna sehingga antenna tidak *match* dengan kabel saluran. Ataupun faktor lingkungan yang kurang mendukung pada saat pengukuran.

5.2 SARAN

Karena keterbatasan alat yang digunakan untuk mengukur dan menganalisa maka menyebabkan hasil yang diperoleh tidak maksimal. Sehingga diharapkan suatu saat ada penelitian yang lebih akurat dan menggunakan alat ukur standar yang sudah terkalibrasi oleh badan kalibrasi internasional. Sehingga hasil yang diperoleh nanti akan benar-benar presisi.

Daftar Pustaka

- Arifin. Zaenal, "Mengenal Wireless LAN (WLAN)", Penerbit Andi, Yogyakarta, 2006.
- American Radio Relay League, *The ARRL Handbook for the Radio Amateur*, 66th edition, Newington, CT 0611 USA, 1989.
- Ulaby.Fawwaz T,"Fundamentals of Applied Electromagnetics", Prentice Hall International,inc, Michigan,2001.
- Wiesbeck.Werner, Younis.Marwan, Baldauf.Michael,"Advance Radio Communication I", Universität Karlsruhe, 2003.
- Tetuko.Josaphat Sri Sumantyo, Ito.Koichi, "Metoda Moment Untuk Analisa Antenna",Penerbit ITB, 2004.
- Nacwan Mufti Adriansyah, "Macam-Macam Antenna", Modul 5,2004
- Erfan A. Dahlan, "Medan Elektromagnetik II", Diktat Kuliah Jurusan Teknik Elektro, 1999.
- Trevor Marshal, "Biquad Antenna Construction, "www.Martybugs.net", 2002.
- Teknologi dan Data jaringan Komputer, <http://Bebas.vlsm.org>.
- Antenna dan Kabel Penghubung, <http://Onno.vlsm.org>.
- ARRL Antenna Hanbook, <http://www.arrl.org>.
- Antenna Dipole / yagi Sederhana,
<http://www.saunalahti.fi/~elepal/antennal.html>.
- Media transmisi, <http://www.stttelkom.ac.id>

LAM TRAN



FORMULIR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : FAKHRUL AZMI
Nim : 0317049
Masa Bimbingan : 29 Mei 2007 s/d 29 Nopember 2007
Judul Skripsi : Analisa Kualitas Dan Kuantitas Sinyal Wireless LAN
Terhadap Perubahan Bahan Material BiQuad Antenna

NO	Tanggal	Uraian	Paraf Pembimbing
1	29/07.	Konsultasi jisul, reali sisih dlm. Rm. dosen.	(Signature)
2	15/07.	Pemilihan Bahan & bentuk antena yg. abu digunakan	(Signature)
3	6/07.	Hasil pengukuran diambilin, ambil data jisul yg. transmisi	(Signature)
4	14/07.	Dari hasil analisa, terjadi data yg. slg. signifikan.	(Signature)
5	19/07.	Coba dihit ulang dg wifedans. Sgain ant berlalu Bahan	(Signature)
6	21/07.	Buat perbandingan dr. Gorila Cartoon dlm. bimbingan	(Signature)
7	23/07	Pada Bab III & Bab IV, dikhawatir kan dr. jisul Simpson	(Signature)
8	25/07.	Ceklist perencanaan dosen element, gunakan software tools yg. ada	(Signature)
9	28/07.	Bab I, tigaan hasil tlg Babasan dosen	(Signature)
10	31/07.	Laporan bisa dijilid, singkat yg. abu...	(Signature)

Malang,
Dosen Pembimbing

Ir. Sidik Noertjahjono, MT.

NIP. Y 1028700167

Form S-4a



FORMULIR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : FAKHRUL AZMI
Nim : 0317049
Masa Bimbingan : 29 Mei 2007 s/d 29 Nopember 2007
Judul Skripsi : Analisa Kualitas Dan Kuantitas Sinyal Wireless LAN
Terhadap Perubahan Bahan Material BiQuad Antenna

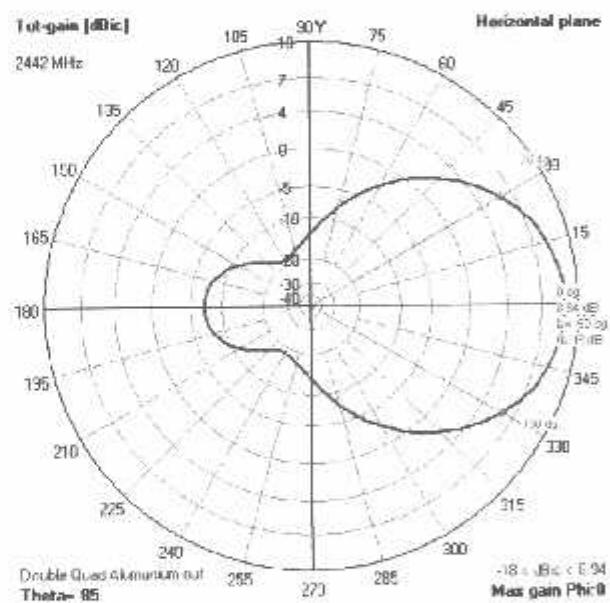
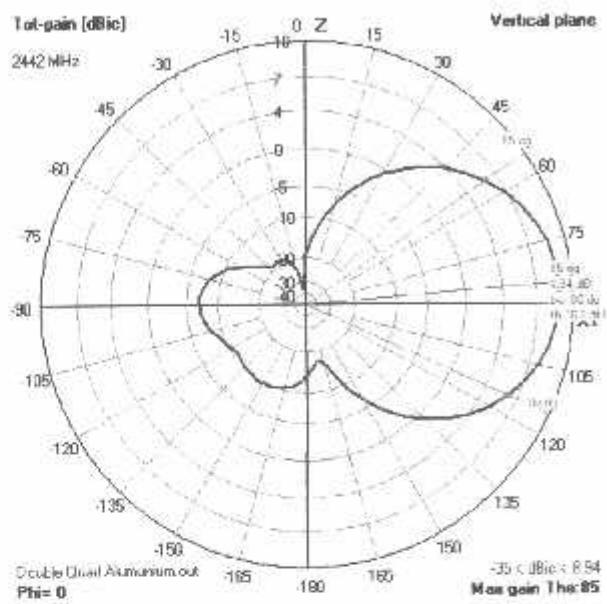
NO	Tanggal	Uraian	Paraf Pembimbing
1	6/8 '07	Bab II, III, IV	<i>fadi</i>
2	31/8 '07	Bab V + Siap utk ujian Kompre	<i>fadi</i>
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

Malang, 31 - 8 - 07
Dosen Pembimbing

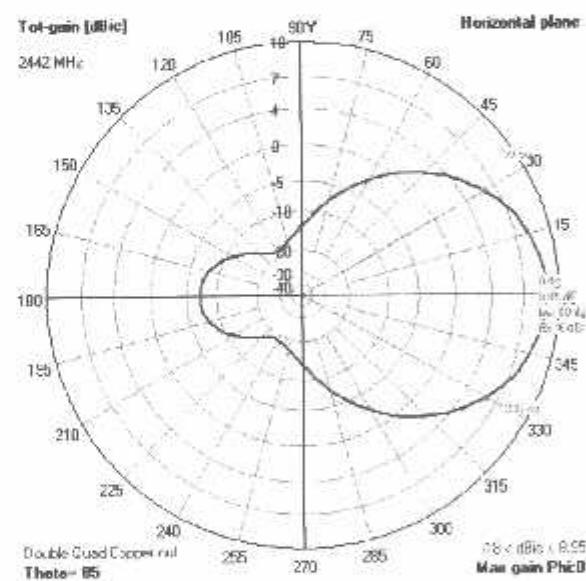
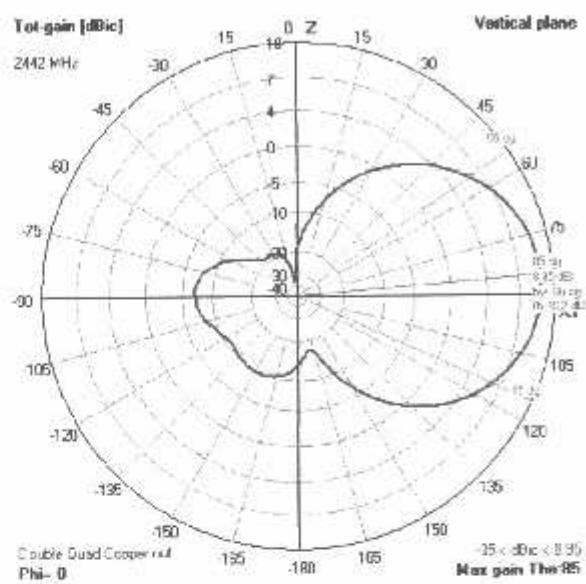
Suryadi, ST, MSC
N.P.

Form S-4a

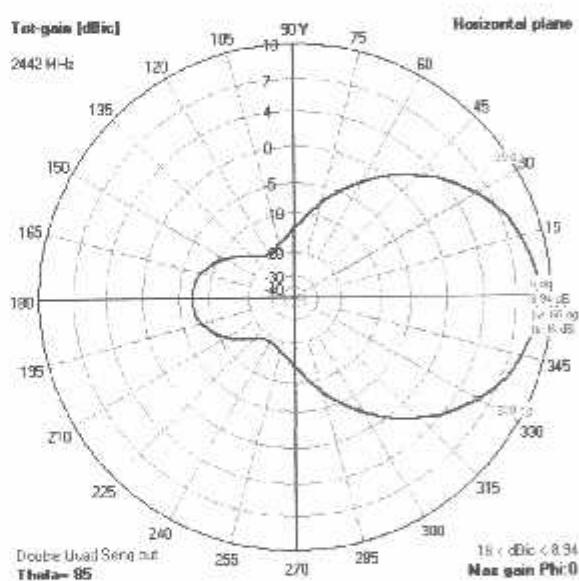
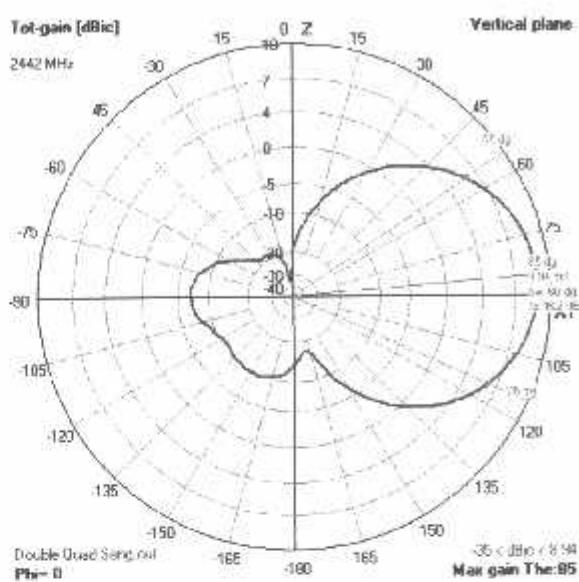
Alumunium

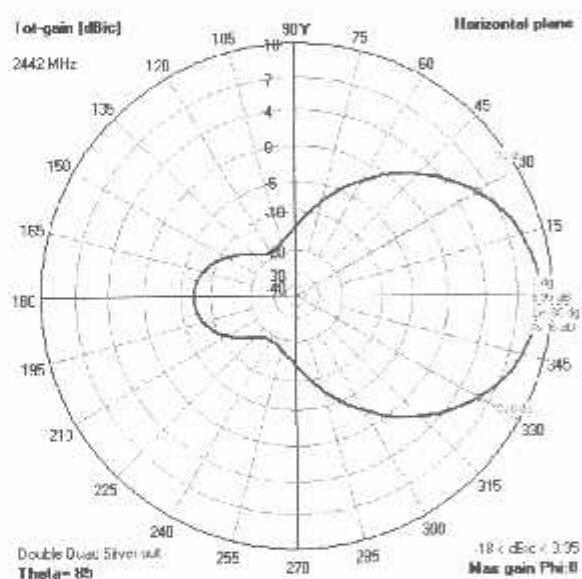
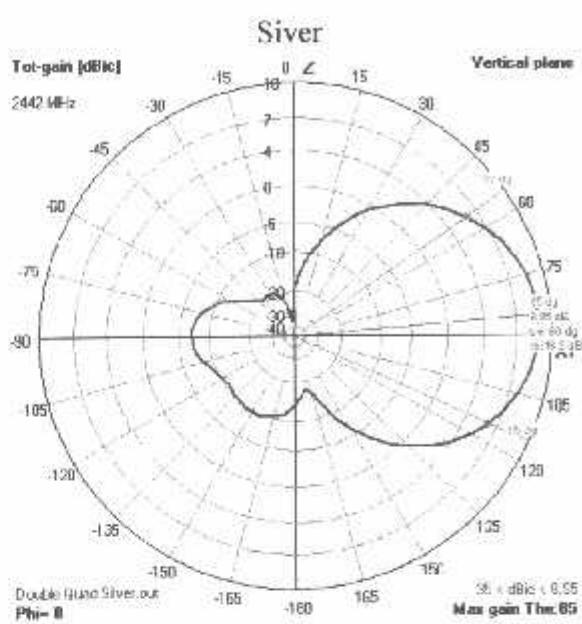


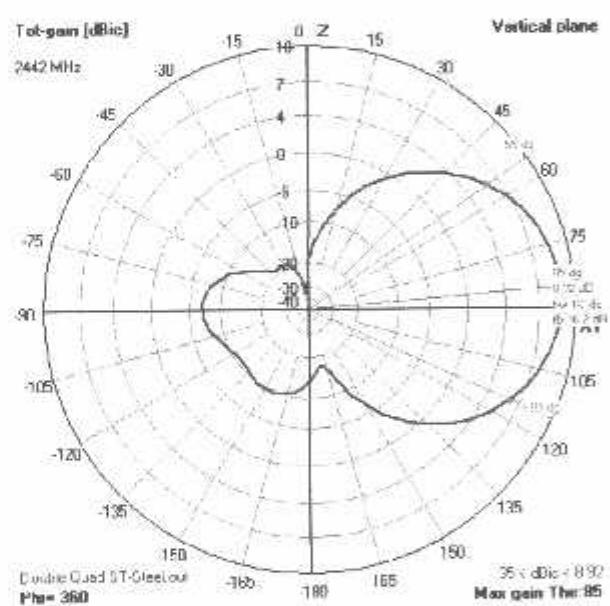
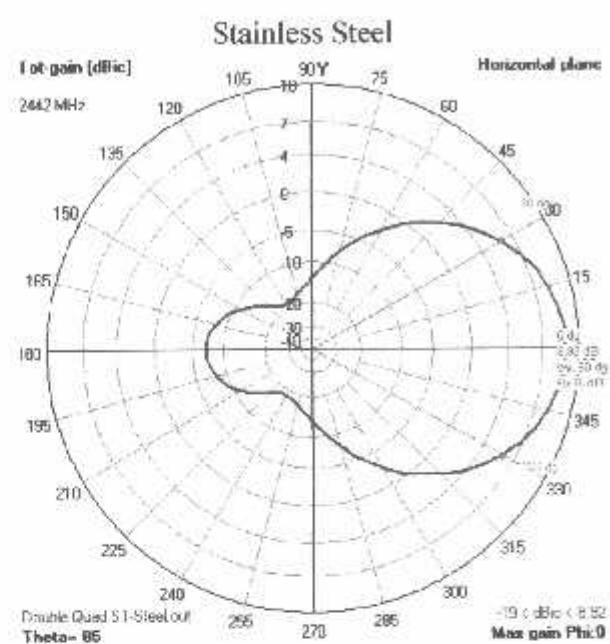
Tembaga



Seng







EXPERIENCE THE FREEDOM OF WIRELESS NETWORKS
FOR PC LAPTOPS AND MOBILE COMPUTING DEVICES



ORiNOCO® Classic Gold PC Card

802.11b Wireless Internet Access and Networking for Laptops, Portable Computing Devices and ORiNOCO Access Points

The right technology for the right solution

The ORiNOCO Classic Gold PC card can be used anywhere to connect to a Wi-Fi network. The Classic PC Card can also be used as a radio in the ORiNOCO AP-2000, AP-2500 and Outdoor Router products. The card delivers high-speed wireless networking at 11 Mbit/s, operating in the 2.4 GHz unlicensed frequency. With superior radio receiver sensitivity and resilience to microwave interference, ORiNOCO has proven to be the best 802.11b radio in the industry – delivering unbeatable range and throughput performance.

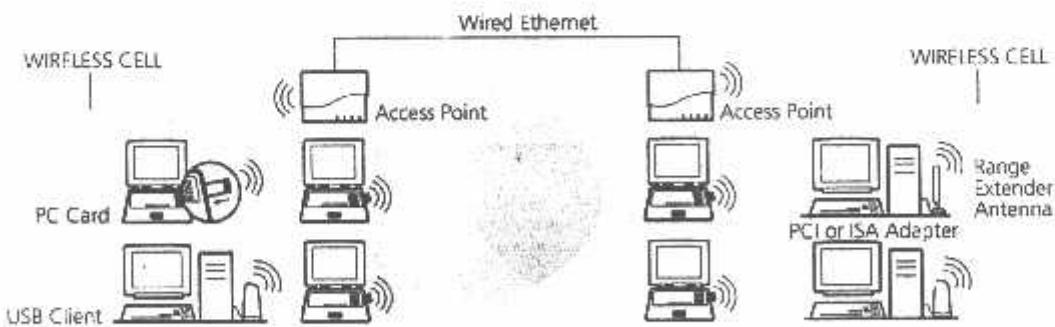
Diverse levels of data protection and security

The ORiNOCO Classic Gold PC Card is equipped with a choice of security levels to protect your data. The Gold PC Card offers enhanced security, with WEP Plus, 802.1x, and 128-bit WEP employing RC4 encryption.

The ORiNOCO Classic Gold PC Card is part of the complete ORiNOCO product family of infrastructure and client products – all you need to get connected in the office, hotspots, or at home.

ORiNOCO Classic Gold PC Card Features

- Plugs directly into laptop type-II PCMCIA slot
- Installs in an ORiNOCO AP-2000, AP-2500 or Outdoor Router
- Broadest operating system support
- Intuitive ORiNOCO Install Wizard for easy driver installation
- Wi-Fi (IEEE 802.11b) certified interoperability
- Low power consumption
- High performance 11 Mbit/s data rate
- Wide coverage range of up to 1,750ft/550m
- Industry-leading radio design
- High-level security with full 128-bit key, RC4 encryption or 64-bit WEP encryption



proxim
corporation is a global
provider of wireless networking
solutions for Wi-Fi and
wireless networks. The
company provides its enterprise
and provider customers
with solutions for the
enterprise, public hot
spots, surveillance,
access, metropolitan area
and voice and data.

TECHNICAL SPECIFICATIONS										
PCMCIA										
RADIO CHARACTERISTICS										
Frequency Channels	2400 - 2483.5 MHz									
Modulation Technique	Direct Sequence Spread Spectrum (CCK, DQPSK, DBPSK)									
Spreading	11 - chip Barker Sequence									
Media Access Protocol	CSMA/CA (Collision Avoidance) with ACK									
Bit Error Rate (BER)	Better than 10^{-5}									
Nominal Output Power	15 dBm									
Power Consumption PC Card	Doze mode - 9 mA Receiver mode - 185 mA Transmit mode - 285 mA									
RANGE (METERS/FT)										
Open	160m (525 ft)	270m (885 ft)	400m (1300 ft)	550m (1750 ft)						
Se. ni-open	50m (165 ft)	70m (230 ft)	90m (300 ft)	115m (375 ft)						
Closed	25m (80 ft)	35m (115 ft)	40m (130 ft)	50m (165 ft)						
Receiver Sensitivity dBm	-82	-87	-91	-94						
Delay Spread (at PER of <1%)	65ns	225ns	400ns	500ns						
PHYSICAL SPECIFICATIONS										
Dimensions	117.8 mm X 53.95 mm X 8.7 mm (PC Card)									
Weight	55 gram									
ENVIRONMENTAL SPECIFICATIONS										
Operating	Temperature		Humidity							
Storage	-20-75°C		95% (non condensing)							
POWER SUPPLY										
Voltage	5VDC from host (+/-0.2V)									
LED										
2 LEDs:	Power Network Activity									
OPERATING SYSTEMS										
Novell Client 3.x & 4.x, Windows 95/98/2000/XP, Me and Windows NT (NDIS Miniport driver); Apple Macintosh 8.3 and 9.x, Windows CE, Linux; Microsoft DOS										
LIFETIME										
150,000 hours based on workload, of 2040 hours/year (continuous operation), within operating conditions										
WARRANTY										
3 years										
SUPPLIED DOCUMENTATION										
• PC Card • Getting Started Guide • Installation Software CD-ROM										
ORDERABLE PART NUMBER										
8410										
SUBSTITUTIONS										
AP-4000 AP-2000, AP-2500 AP-600 BG-2000 Range Extender Antenna										

Proxim Corporation
935 Stewart Drive
Sunnyvale, California 94085

tel: 800.229.1630
tel: 408.731.2700
fax: 408.731.3675

Wi-Fi is a trademark of the Wi-Fi Alliance. Windows and Windows Me are registered trademarks of Microsoft Corporation.

©2003 Proxim Corporation. All rights reserved. OBiNOOC is a registered trademark, and Proxim and the Proxim logo are trademarks of Proxim Corporation. All other trademarks mentioned herein are property of their respective owners. Specifications are subject to change without notice.



001234567

		Logam Alkali		Deret Aktinida	
		Logam Alkali Tanah		logam Lain	
		Logam Transisi		Nonlogam	
		Deret Lantanaida		Gas mulia	
C	Padan	Br	CaIr	H	Gas
B	Gas	S	Gas	B	Buatan
D	Tc	P	O	E	Gas mulia
F	Ic	S	N	G	Gas mulia
G	Gas	Cl	O	F	Gas mulia
H	Gas	Ar	N	Ne	Gas mulia
I	Gas	Ar	Ne	He	Gas mulia
1	H	2	Li	3	He
2	He	3	Li	4	He
3	Li	4	Be	5	He
4	Be	5	Be	6	He
5	Be	6	Mg	7	He
6	Mg	7	Mg	8	He
7	Mg	8	Al	9	He
8	Al	9	Si	10	He
9	Si	10	P	11	He
10	P	11	S	12	He
11	S	12	Cl	13	He
12	Cl	13	Ar	14	He
13	Ar	14	Ar	15	He
14	Ar	15	Ar	16	He
15	Ar	16	Ar	17	He
16	Ar	17	Ar	18	He
17	Ar	18	Ar	19	He
18	Ar	19	Ar	20	He
19	Ar	20	Ar	21	He
20	Ar	21	Ar	22	He
21	Ar	22	Ar	23	He
22	Ar	23	Ar	24	He
23	Ar	24	Cr	25	He
24	Cr	25	Cr	26	He
25	Cr	26	Fe	27	He
26	Fe	27	Co	28	He
27	Co	28	Co	29	He
28	Co	29	Ni	30	He
29	Ni	30	Ni	31	He
30	Ni	31	Zn	32	He
31	Zn	32	Cu	33	He
32	Cu	33	Ge	34	He
33	Ge	34	As	35	He
34	As	35	Ge	36	He
35	Ge	36	Ge	37	He
36	Ge	37	Ge	38	He
37	Ge	38	Ge	39	He
38	Ge	39	Ge	40	He
39	Ge	40	Y	41	He
40	Y	41	Y	42	He
41	Y	42	Nb	43	He
42	Nb	43	Mo	44	He
43	Mo	44	Ru	45	He
44	Ru	45	Rh	46	He
45	Rh	46	Pd	47	He
46	Pd	47	Pd	48	He
47	Pd	48	Pd	49	He
48	Pd	49	Pd	50	He
49	Pd	50	Pd	51	He
50	Pd	51	Pd	52	He
51	Pd	52	Pd	53	He
52	Pd	53	Pd	54	He
53	Pd	54	Pd	55	He
54	Pd	55	Pd	56	He
55	Pd	56	Pd	57	He
56	Pd	57	Pd	58	He
57	Pd	58	Pd	59	He
58	Pd	59	Pd	60	He
59	Pd	60	Pd	61	He
60	Pd	61	Pd	62	He
61	Pd	62	Pd	63	He
62	Pd	63	Pd	64	He
63	Pd	64	Pd	65	He
64	Pd	65	Pd	66	He
65	Pd	66	Pd	67	He
66	Pd	67	Pd	68	He
67	Pd	68	Pd	69	He
68	Pd	69	Pd	70	He
69	Pd	70	Pd	71	He
70	Pd	71	Pd	72	He
71	Pd	72	Pd	73	He
72	Pd	73	Pd	74	He
73	Pd	74	Pd	75	He
74	Pd	75	Pd	76	He
75	Pd	76	Pd	77	He
76	Pd	77	Pd	78	He
77	Pd	78	Pd	79	He
78	Pd	79	Pd	80	He
79	Pd	80	Pd	81	He
80	Pd	81	Pd	82	He
81	Pd	82	Pd	83	He
82	Pd	83	Pd	84	He
83	Pd	84	Pd	85	He
84	Pd	85	Pd	86	He
85	Pd	86	Pd	87	He
86	Pd	87	Pd	88	He
87	Pd	88	Pd	89	He
88	Pd	89	Pd	90	He
89	Pd	90	Pd	91	He
90	Pd	91	Pd	92	He
91	Pd	92	Pd	93	He
92	Pd	93	Pd	94	He
93	Pd	94	Pd	95	He
94	Pd	95	Pd	96	He
95	Pd	96	Pd	97	He
96	Pd	97	Pd	98	He
97	Pd	98	Pd	99	He
98	Pd	99	Pd	100	He
99	Pd	100	Pd	101	He
100	Pd	101	Pd	102	He
101	Pd	102	Pd	103	He
102	Pd	103	Pd	104	He
103	Pd	104	Pd	105	He
104	Pd	105	Pd	106	He
105	Pd	106	Pd	107	He
106	Pd	107	Pd	108	He
107	Pd	108	Pd	109	He
108	Pd	109	Pd	110	He
109	Pd	110	Pd	111	He
110	Pd	111	Pd	112	He
111	Pd	112	Pd	113	He
112	Pd	113	Pd	114	He
113	Pd	114	Pd	115	He
114	Pd	115	Pd	116	He
115	Pd	116	Pd	117	He
116	Pd	117	Pd	118	He
117	Pd	118	Pd	119	He
118	Pd	119	Pd	120	He
119	Pd	120	Pd	121	He
120	Pd	121	Pd	122	He
121	Pd	122	Pd	123	He
122	Pd	123	Pd	124	He
123	Pd	124	Pd	125	He
124	Pd	125	Pd	126	He
125	Pd	126	Pd	127	He
126	Pd	127	Pd	128	He
127	Pd	128	Pd	129	He
128	Pd	129	Pd	130	He
129	Pd	130	Pd	131	He
130	Pd	131	Pd	132	He
131	Pd	132	Pd	133	He
132	Pd	133	Pd	134	He
133	Pd	134	Pd	135	He
134	Pd	135	Pd	136	He
135	Pd	136	Pd	137	He
136	Pd	137	Pd	138	He
137	Pd	138	Pd	139	He
138	Pd	139	Pd	140	He
139	Pd	140	Pd	141	He
140	Pd	141	Pd	142	He
141	Pd	142	Pd	143	He
142	Pd	143	Pd	144	He
143	Pd	144	Pd	145	He
144	Pd	145	Pd	146	He
145	Pd	146	Pd	147	He
146	Pd	147	Pd	148	He
147	Pd	148	Pd	149	He
148	Pd	149	Pd	150	He
149	Pd	150	Pd	151	He
150	Pd	151	Pd	152	He
151	Pd	152	Pd	153	He
152	Pd	153	Pd	154	He
153	Pd	154	Pd	155	He
154	Pd	155	Pd	156	He
155	Pd	156	Pd	157	He
156	Pd	157	Pd	158	He
157	Pd	158	Pd	159	He
158	Pd	159	Pd	160	He
159	Pd	160	Pd	161	He
160	Pd	161	Pd	162	He
161	Pd	162	Pd	163	He
162	Pd	163	Pd	164	He
163	Pd	164	Pd	165	He
164	Pd	165	Pd	166	He
165	Pd	166	Pd	167	He
166	Pd	167	Pd	168	He
167	Pd	168	Pd	169	He
168	Pd	169	Pd	170	He
169	Pd	170	Pd	171	He
170	Pd	171	Pd	172	He
171	Pd	172	Pd	173	He
172	Pd	173	Pd	174	He
173	Pd	174	Pd	175	He
174	Pd	175	Pd	176	He
175	Pd	176	Pd	177	He
176	Pd	177	Pd	178	He
177	Pd	178	Pd	179	He
178	Pd	179	Pd	180	He
179	Pd	180	Pd	181	He
180	Pd	181	Pd	182	He
181	Pd	182	Pd	183	He
182	Pd	183	Pd	184	He
183	Pd	184	Pd	185	He
184	Pd	185	Pd	186	He
185	Pd	186	Pd	187	He
186	Pd	187	Pd	188	He
187	Pd	188	Pd	189	He
188	Pd	189	Pd	190	He
189	Pd	190	Pd	191	He
190	Pd	191	Pd	192	He
191	Pd	192	Pd	193	He
192	Pd	193	Pd	194	He
193	Pd	194	Pd	195	He
194	Pd	195	Pd	196	He
195	Pd	196	Pd	197	He
196	Pd	197	Pd	198	He
197	Pd	198	Pd	199	He
198	Pd	199	Pd	200	He
199	Pd	200	Pd	201	He
200	Pd	201	Pd	202	He
201	Pd	202	Pd	203	He
202	Pd	203	Pd	204	He
203	Pd	204	Pd	205	He
204	Pd	205	Pd	206	He
205	Pd	206	Pd	207	He
206	Pd	207	Pd	208	He
207	Pd	208	Pd	209	He
208	Pd	209	Pd	210	He
209	Pd	210	Pd	211	He
210	Pd	211	Pd	212	He
211	Pd	212	Pd	213	He
212	Pd	213	Pd	214	He
213	Pd	214	Pd	215	He
214	Pd	215	Pd	216	He
215	Pd	216	Pd	217	He
216	Pd	217	Pd	218	He
217	Pd	218	Pd	219	He
218	Pd	219	Pd	220	He
219	Pd</td				

APPENDIX B: MATERIAL CONSTANTS OF SOME COMMON MATERIALS

Table B-1: RELATIVE PERMITTIVITY ϵ_r OF COMMON MATERIALS^a

$\epsilon = \epsilon_r \epsilon_0$ and $\epsilon_0 = 8.854 \times 10^{-12} \text{ F/m}$

Material	Relative Permittivity, ϵ_r	Material	Relative Permittivity, ϵ_r
Vacuum	1	Dry soil	2.5–3.5
Air (at sea level)	1.0006	Plexiglass	3.4
Styrofoam	1.03	Glass	4.5–10
Tellur	2.1	Quartz	3.8–5
Petroleum oil	2.1	Bakelite	5
Wood (dry)	1.5–4	Porcelain	5.7
Paraffin	2.2	Formica	6
Polyethylene	2.25	Mica	5.4–6
Polystyrene	2.6	Ammount	22
Paper	2.4	Seawater	72–80
Rubber	2.2–4.1	Distilled water	81

^aThese are low-frequency values at room temperature (20° C).

Note: For most metals, $\epsilon_r \approx 1$.

Table B-2: CONDUCTIVITY σ OF SOME COMMON MATERIALS^a

Material	Conductivity, σ (S/m)	Material	Conductivity, σ (S/m)
<i>Conductors</i>			
Silver	6.2×10^7	Pure germanium	2.2
Copper	5.8×10^7	Pure silicon	4.4×10^{-4}
Gold	4.1×10^7	<i>Insulators</i>	
Aluminum	3.5×10^7	Wet soil	$\sim 10^{-2}$
Tungsten	1.8×10^7	Fresh water	$\sim 10^{-3}$
Zinc	1.7×10^7	Distilled water	$\sim 10^{-4}$
Brass	1.5×10^7	Dry soil	$\sim 10^{-4}$
Iron	10^7	Glass	10^{-12}
Bronze	10^7	Hard rubber	10^{-15}
Tin	9×10^6	Paraffin	10^{-15}
Lead	5×10^6	Mica	10^{-15}
Mercury	10^6	Fused quartz	10^{-17}
Carbon	3×10^4	Wax	10^{-17}
Seawater	4		
Animal body (average)	0.3 (poor cond.)		

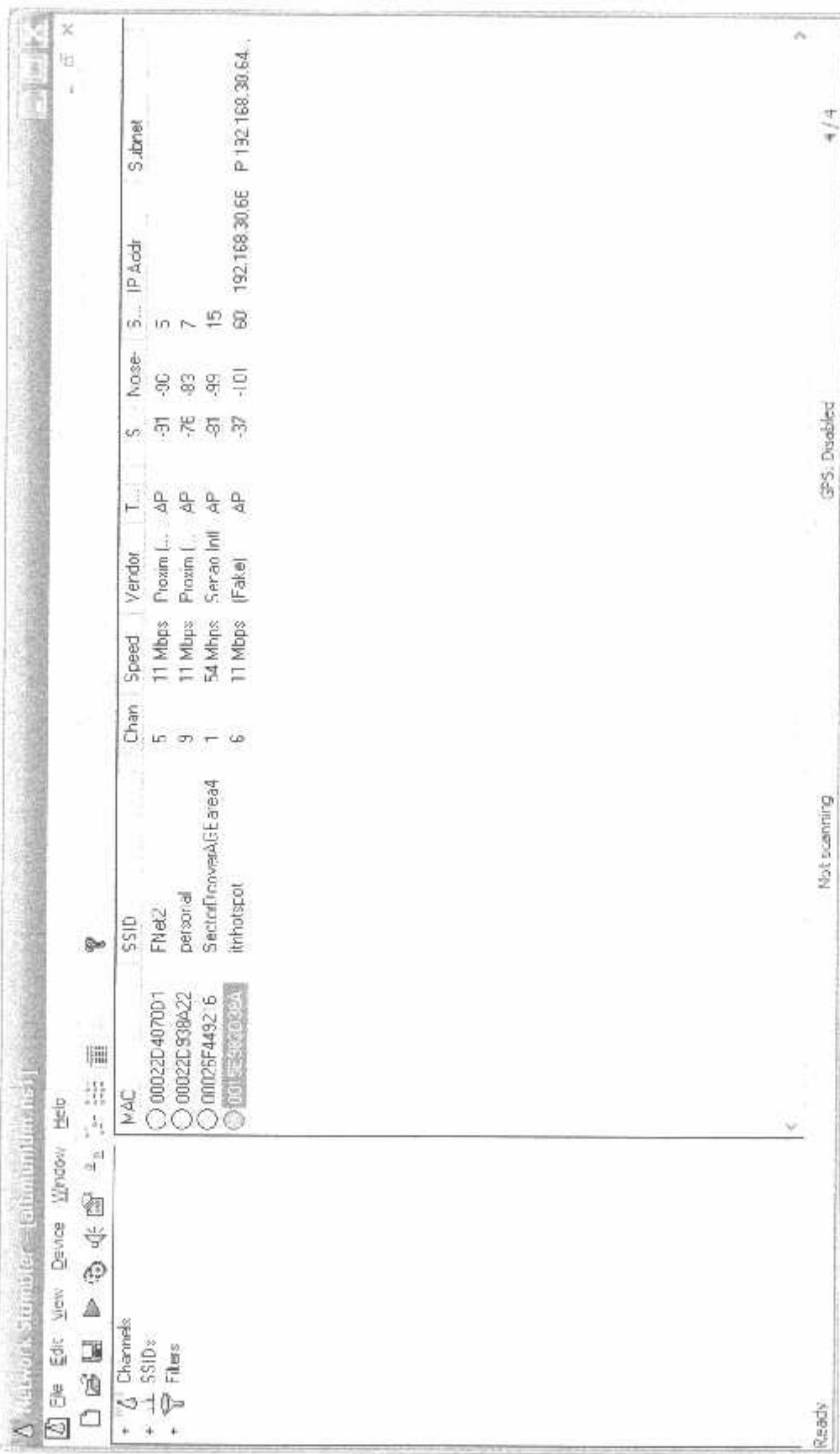
^aThese are low-frequency values at room temperature (20° C).

Table B-3: RELATIVE PERMEABILITY μ_r OF SOME COMMON MATERIALS^a $\mu_r = \mu/\mu_0$ and $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$ H/m.

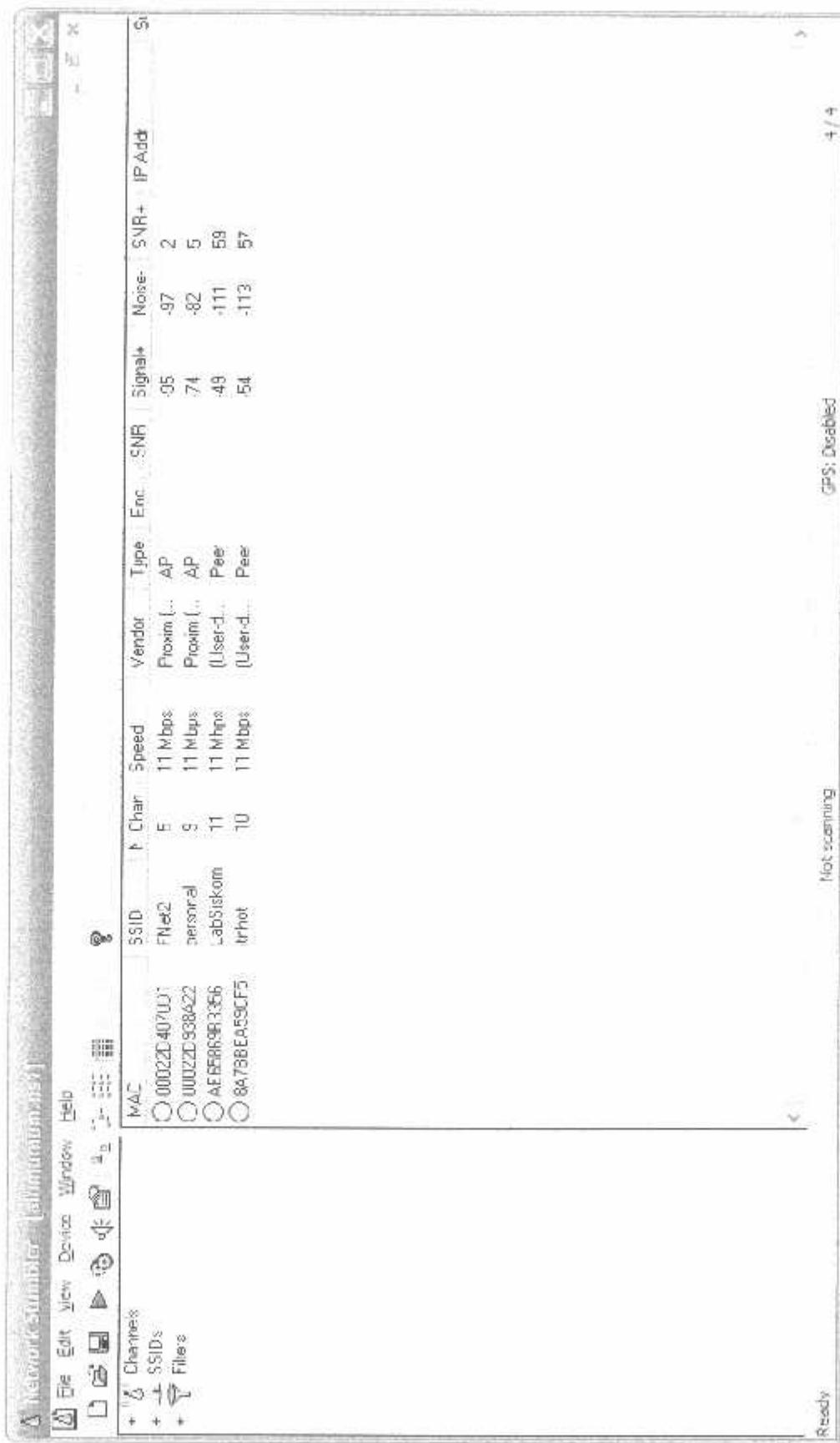
Material	Relative Permeability, μ_r
<i>Diamagnetic</i>	
Bismuth	0.99983 \approx 1
Gold	0.99996 \approx 1
Mercury	0.99997 \approx 1
Silver	0.99998 \approx 1
Copper	0.99999 \approx 1
Water	0.99999 \approx 1
<i>Paramagnetic</i>	
Air	1.000004 \approx 1
Aluminum	1.00002 \approx 1
Tungsten	1.00008 \approx 1
Titanium	1.0002 \approx 1
Platinum	1.0003 \approx 1
<i>Ferromagnetic (nonlinear)</i>	
Cobalt	250
Nickel	600
Mild steel	2,000
Iron (pure)	4,000–5,000
Silicon iron	7,000
Mumetal	\sim 100,000
Purified iron	\sim 200,000

^aThese are typical values; actual values depend on material variety.Note: Except for ferromagnetic materials, $\mu_r \approx 1$ for all dielectrics and conductors.

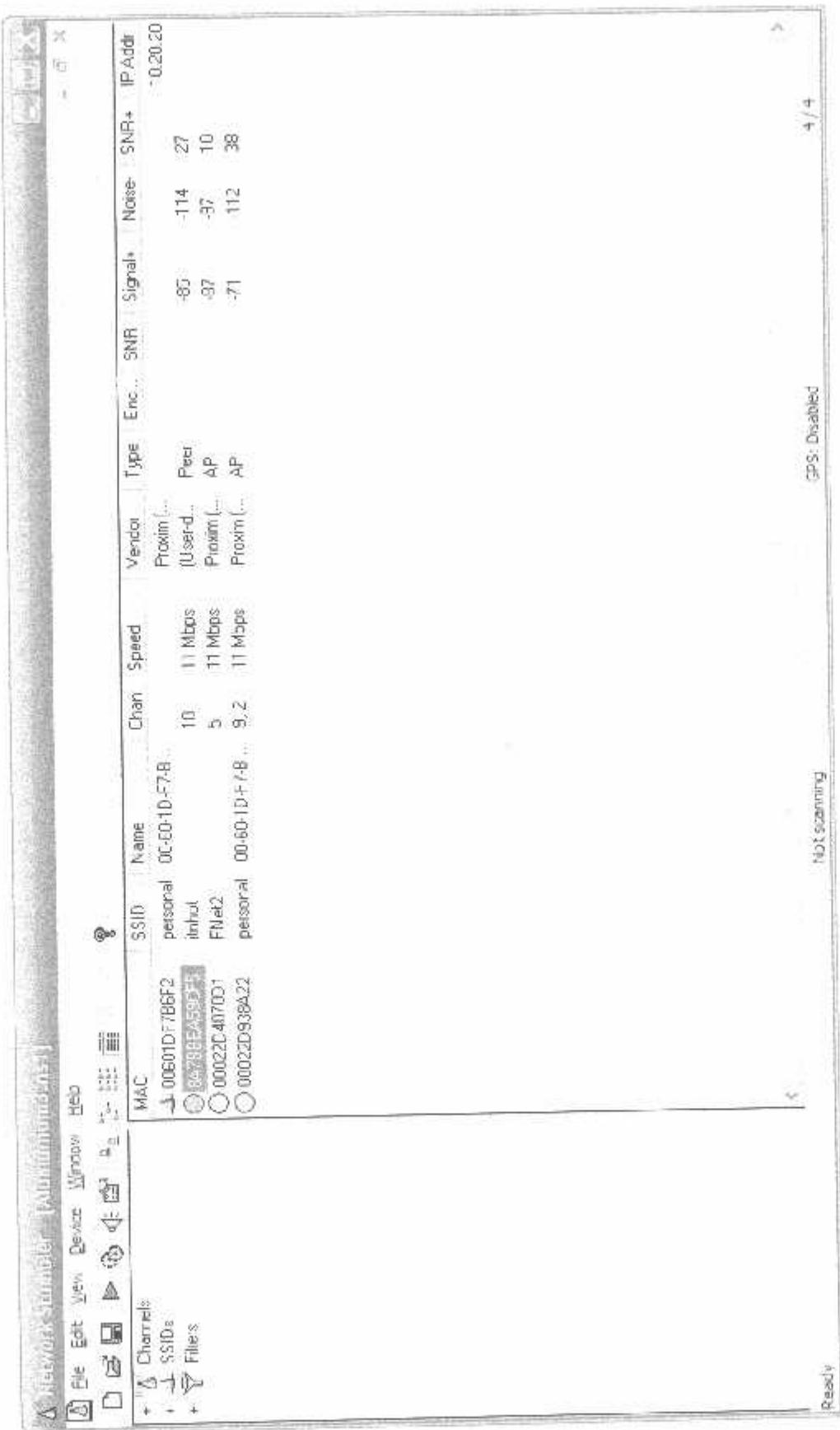
Pengukuran Pada Jarak 5 m



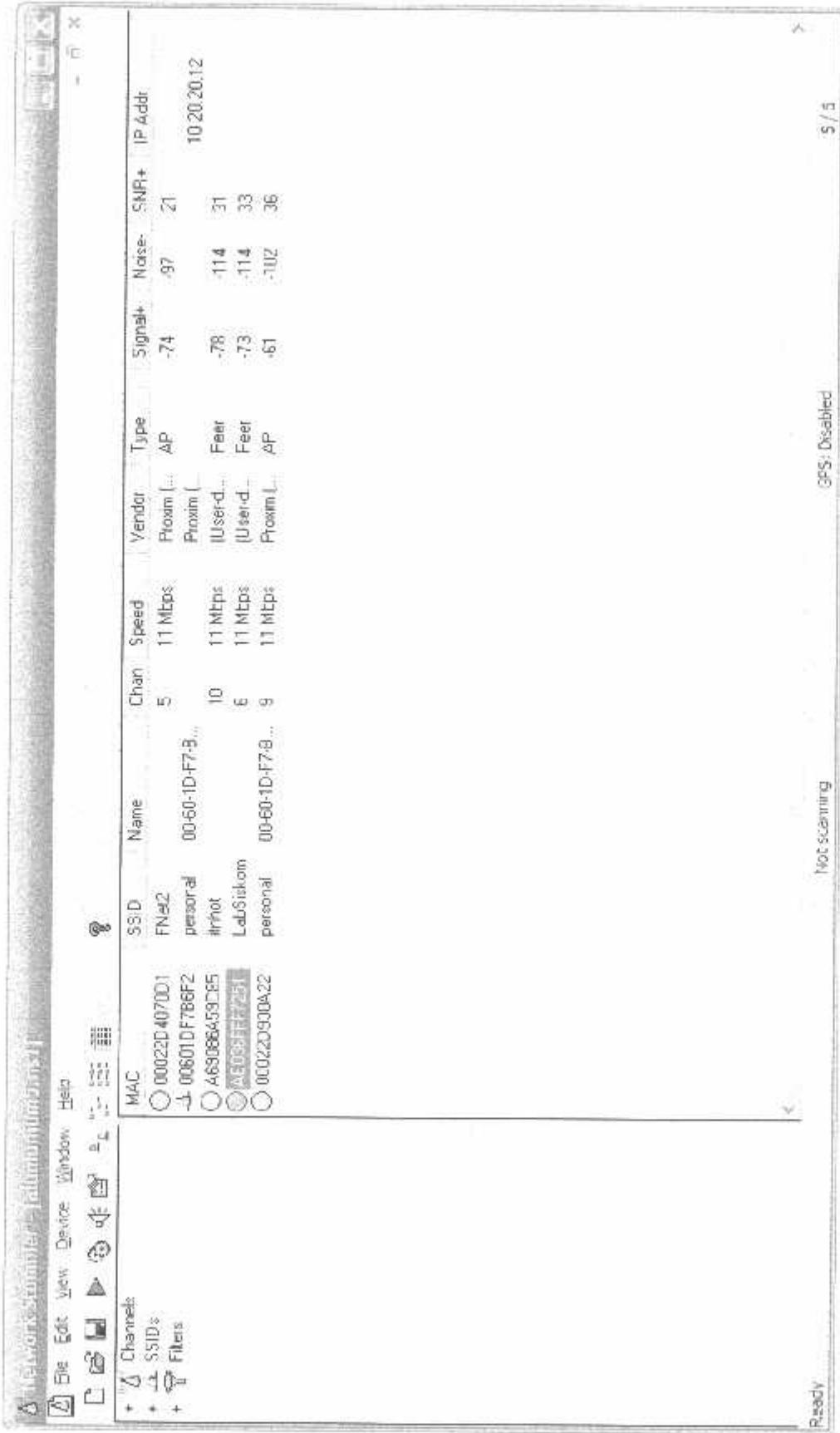
Pengukuran Pada Jarak 25 m



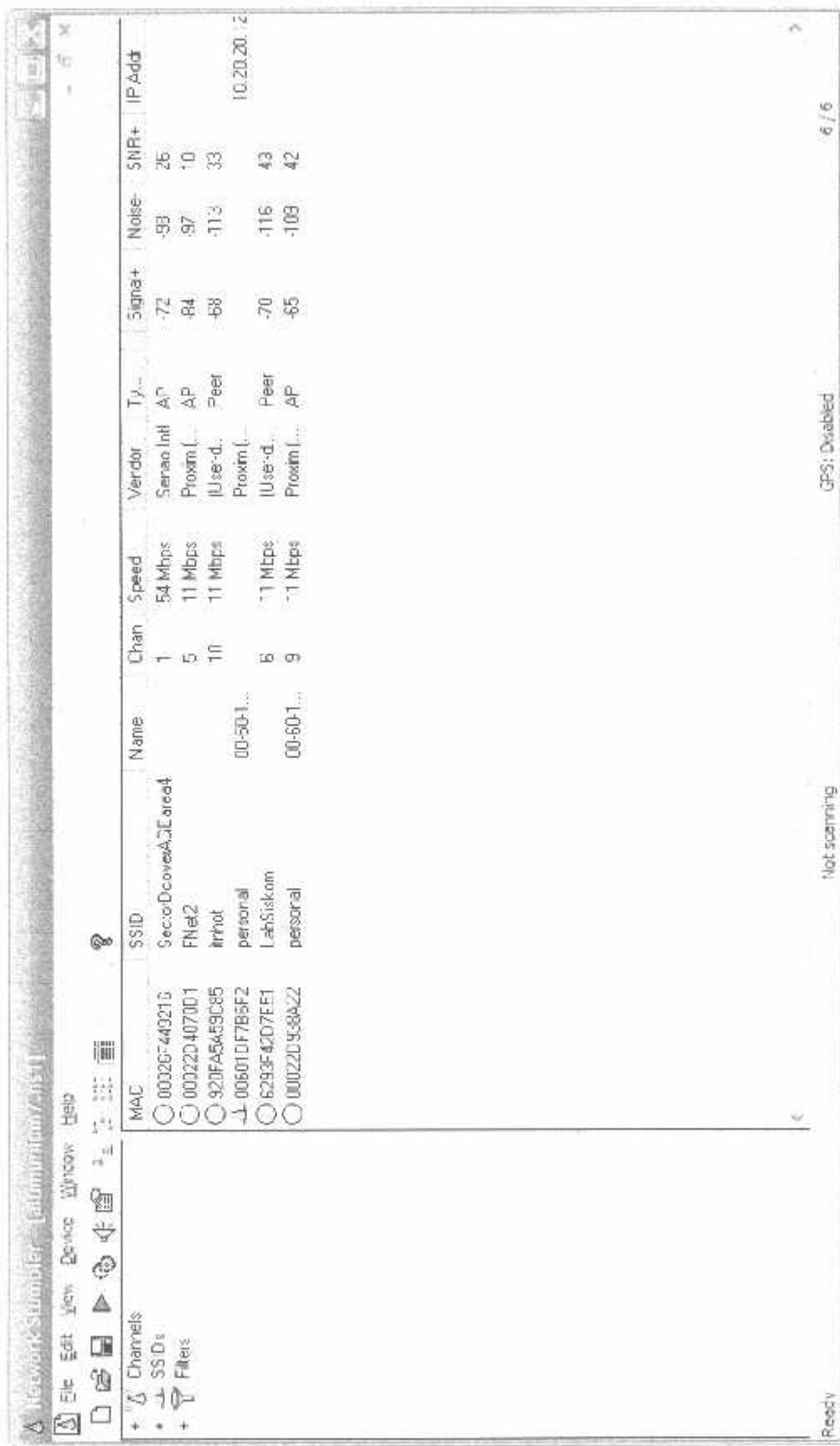
Pengukuran Pada Jarak 75 m



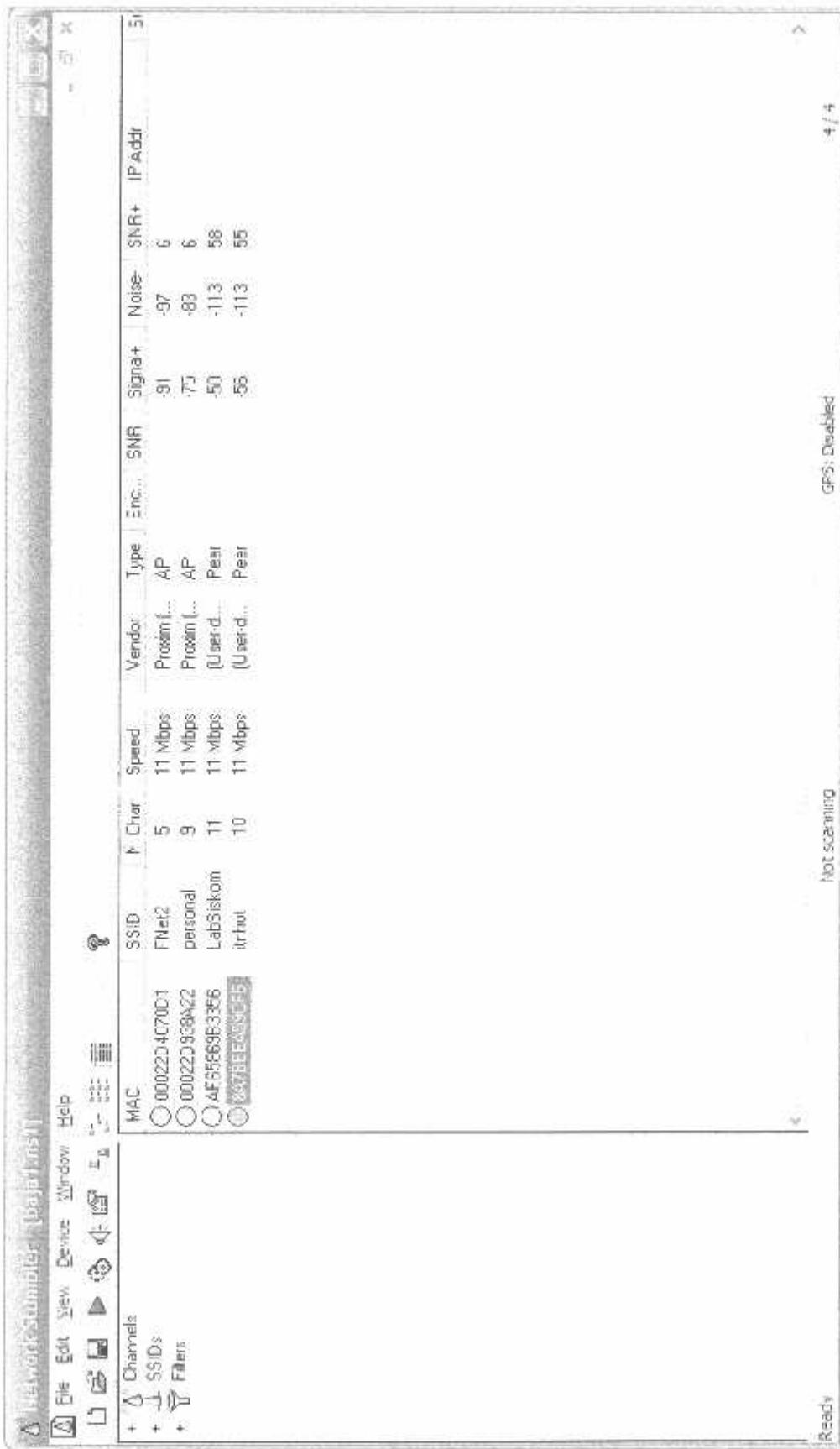
Pengukuran Pada Jarak 200 m



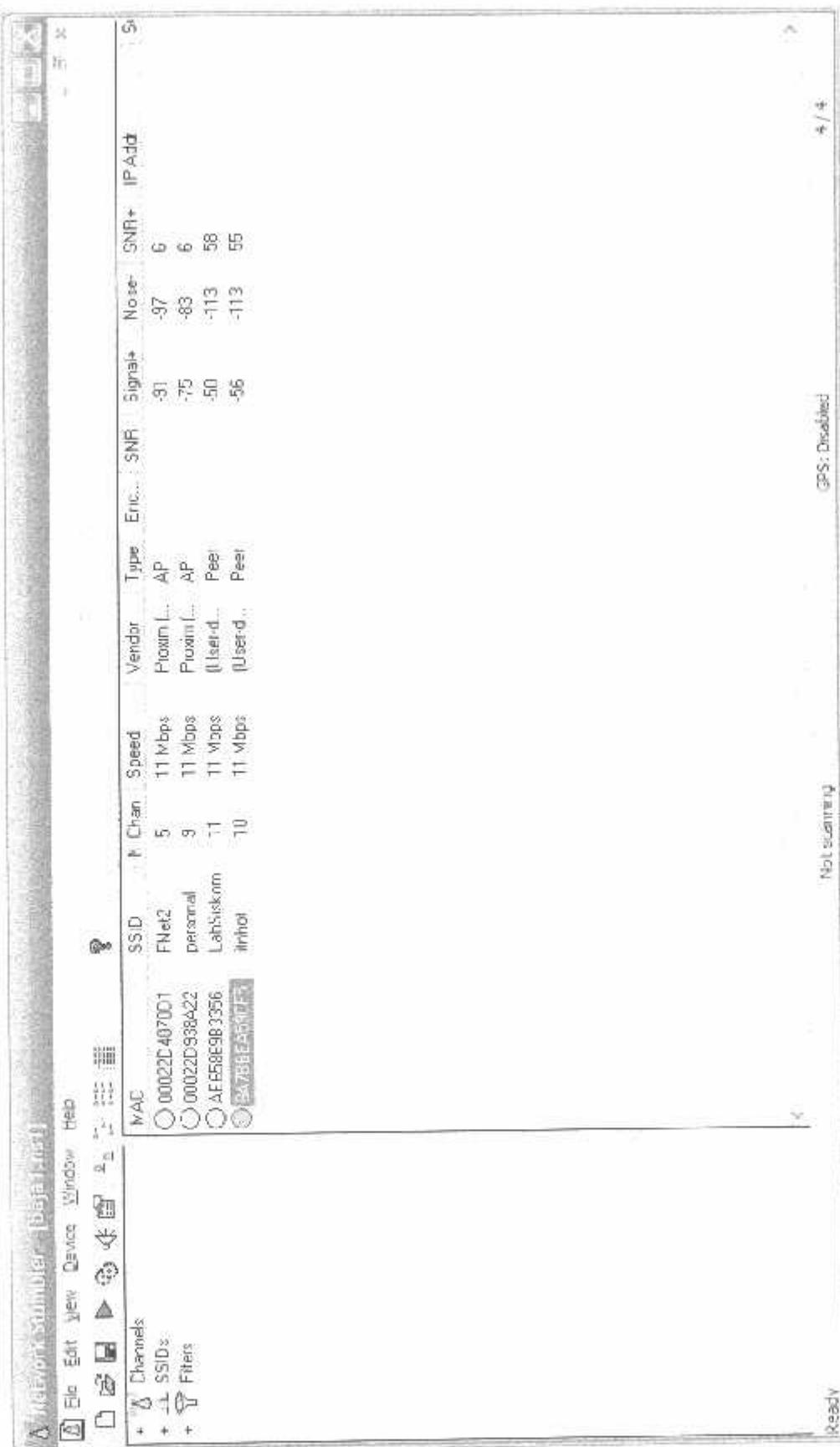
Pengukuran Pada Jarak 500 m



Pengukuran Pada Jarak 5 m



Pengukuran Pada Jarak 15 m



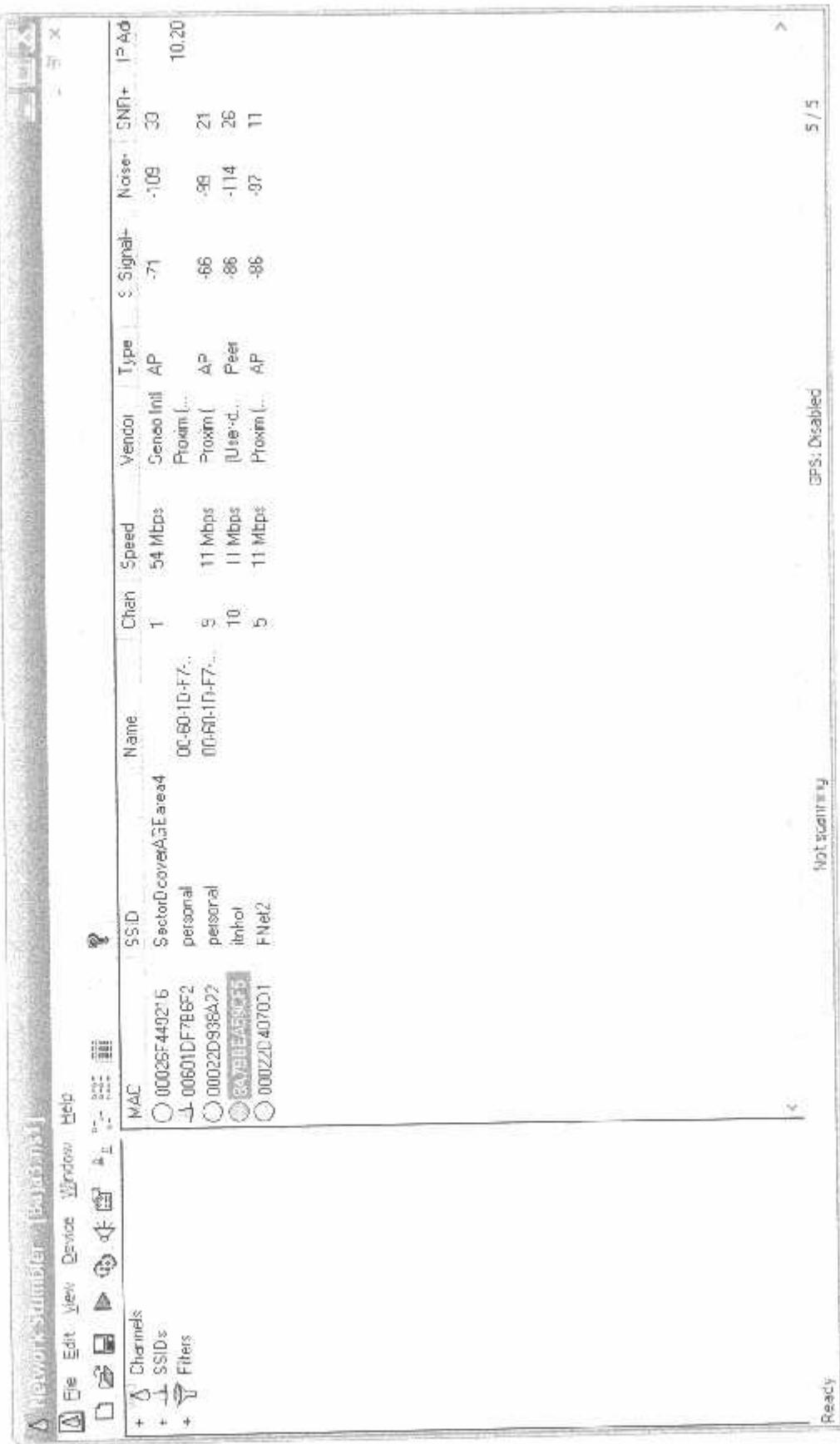
Ready

Not scanning

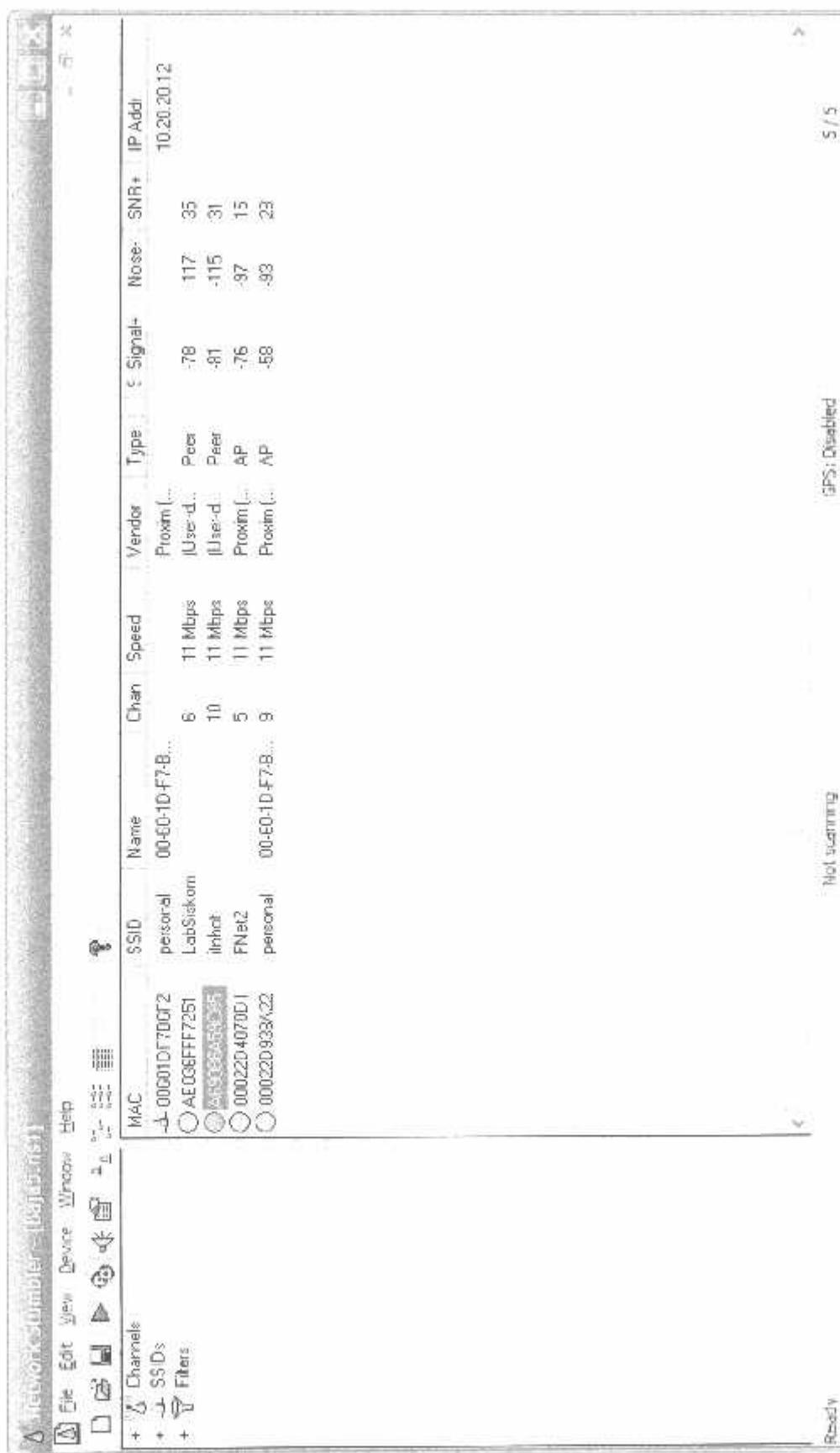
GPS: Disabled

4 / 4

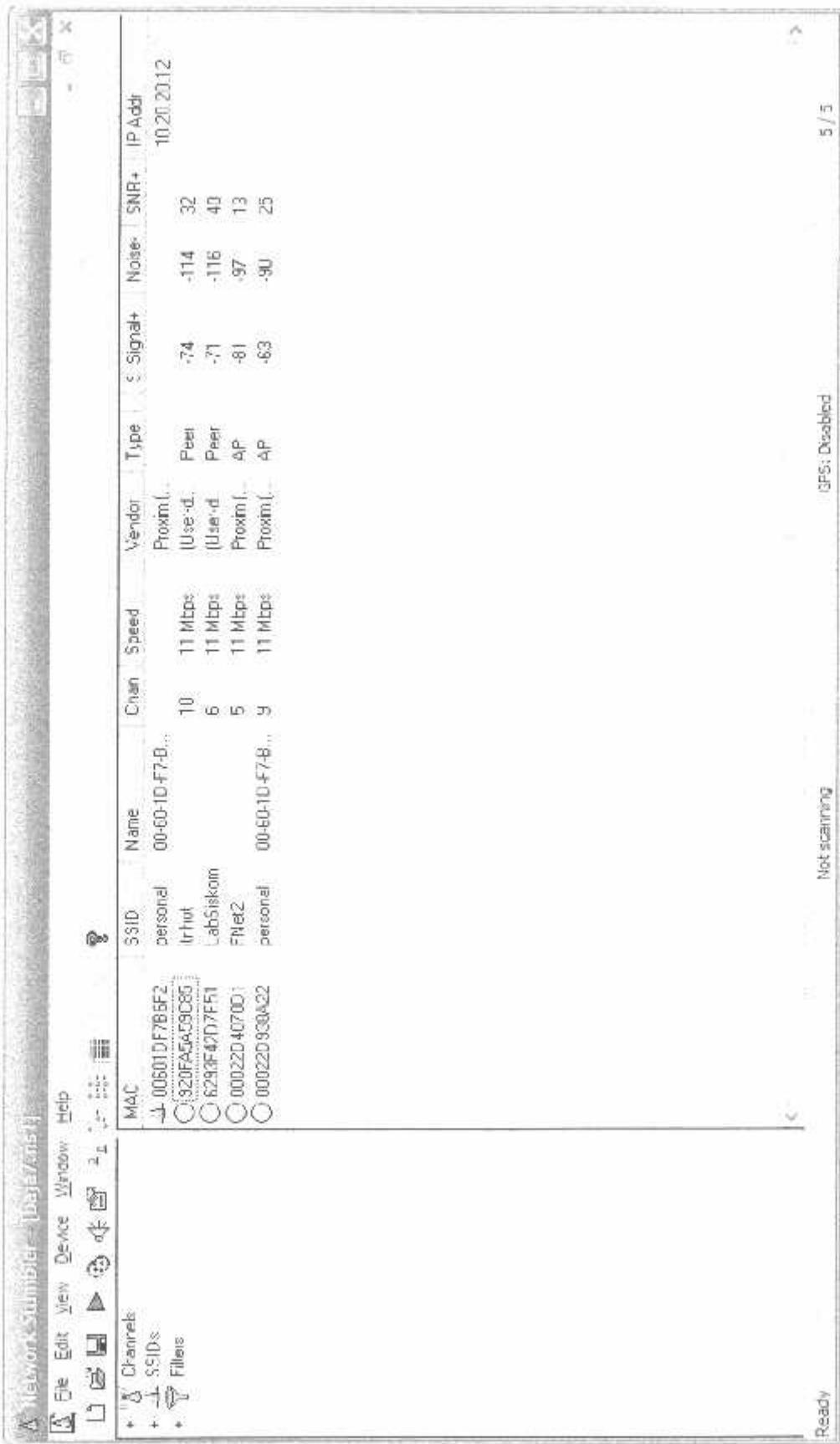
Pengukuran Pada Jarak 75 m



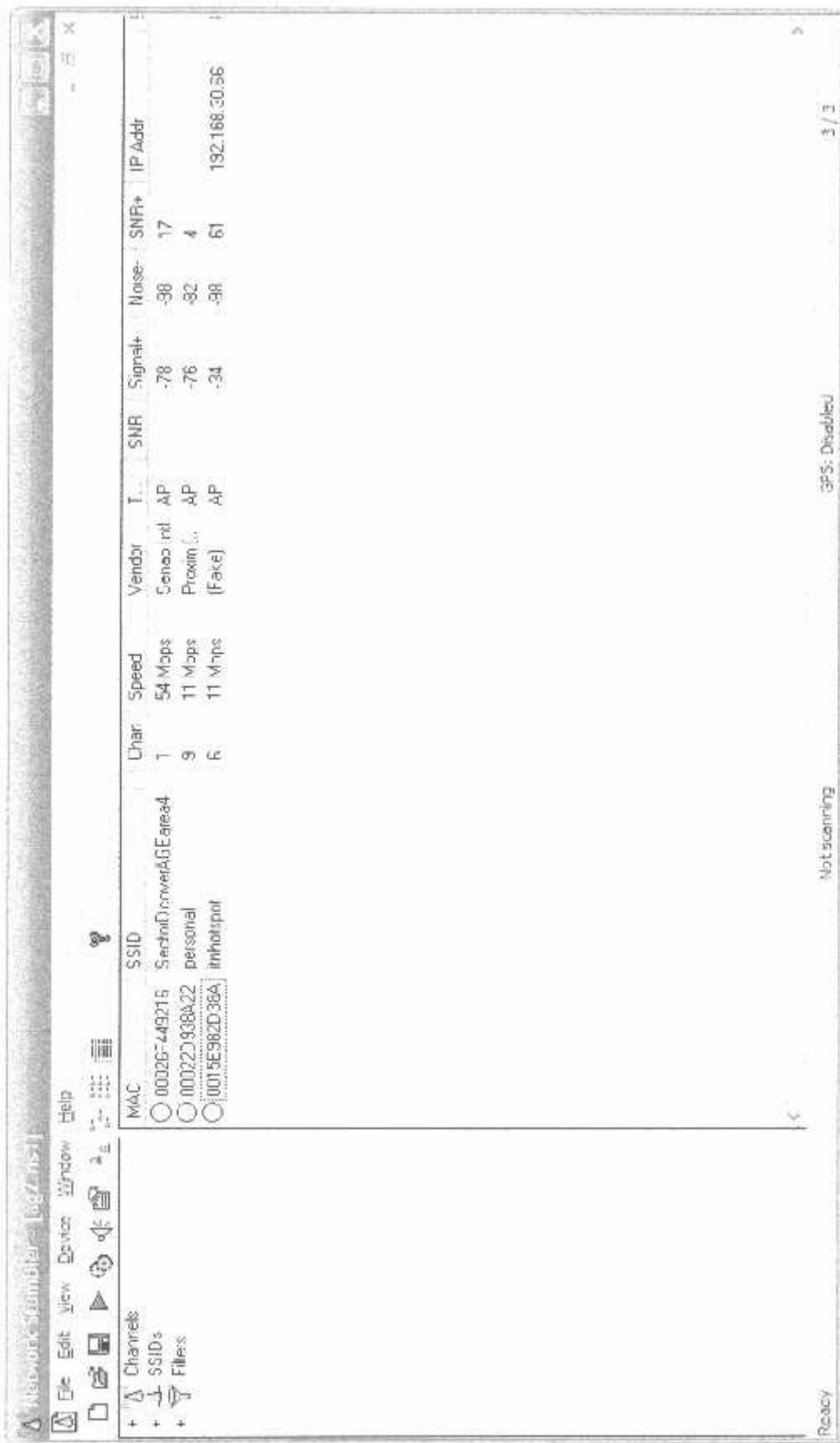
Pengukuran Pada Jarak 200 m



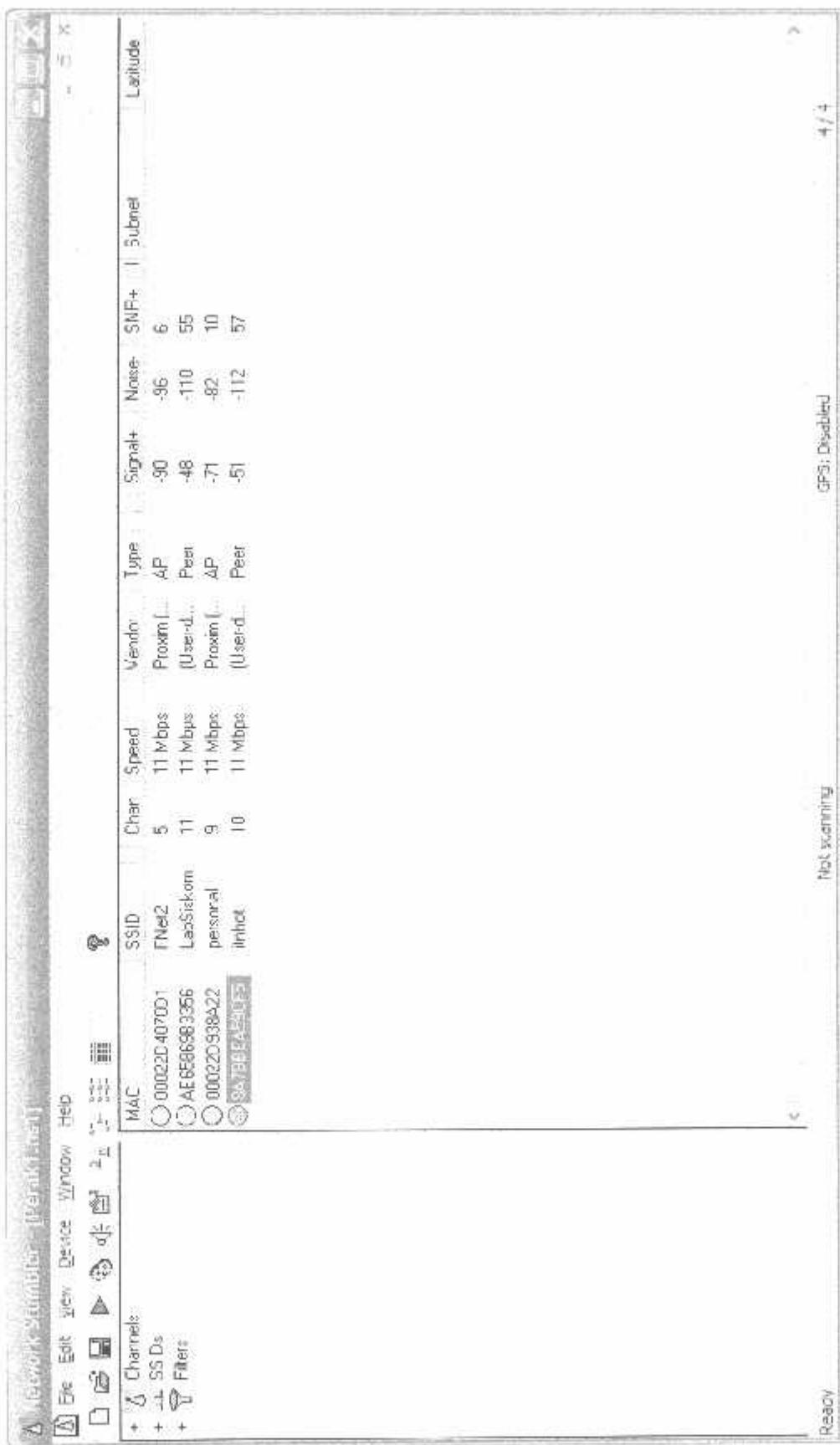
Pengukuran Pada Jarak 500 m



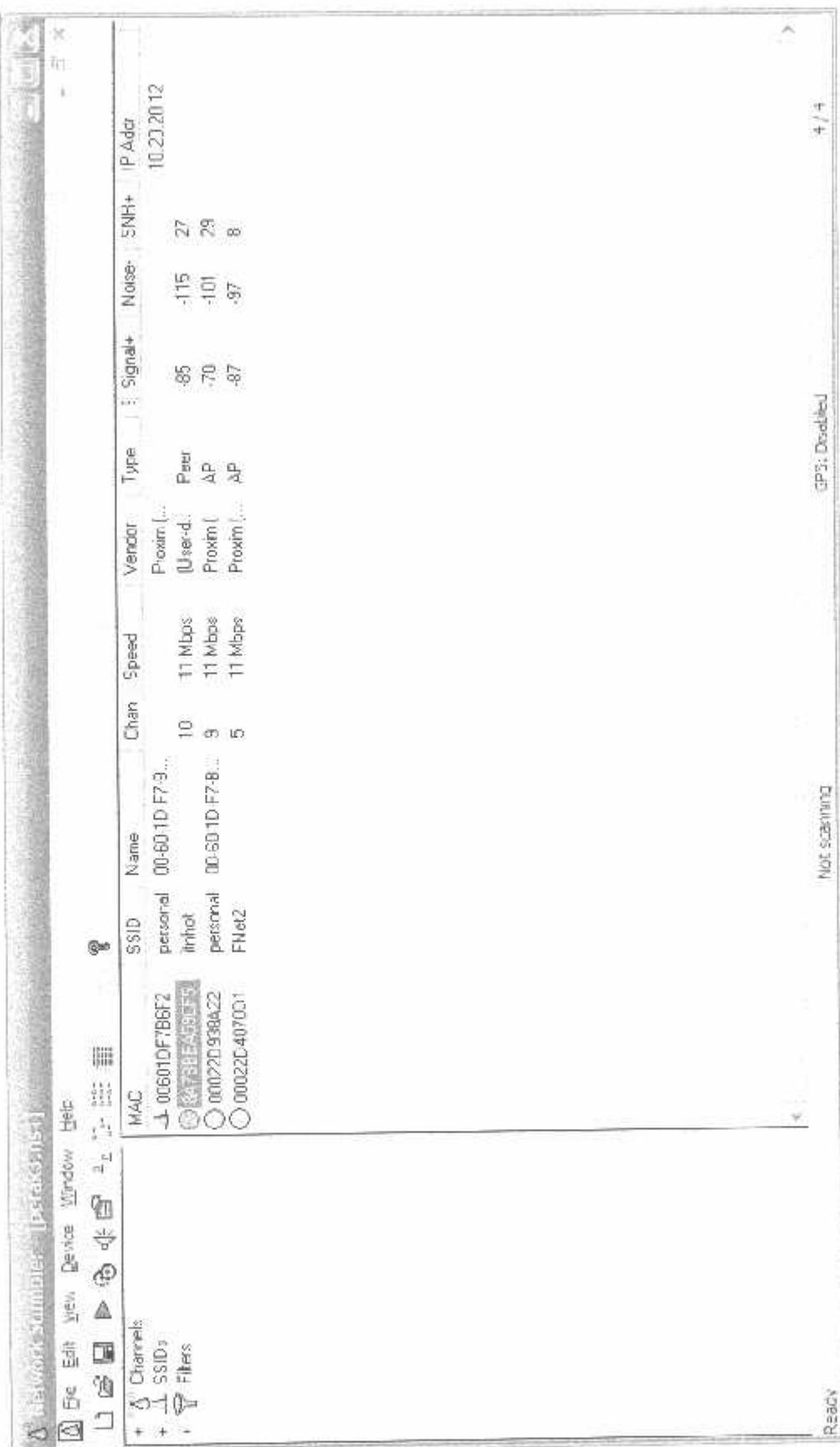
Pengukuran Pada Jarak 5m



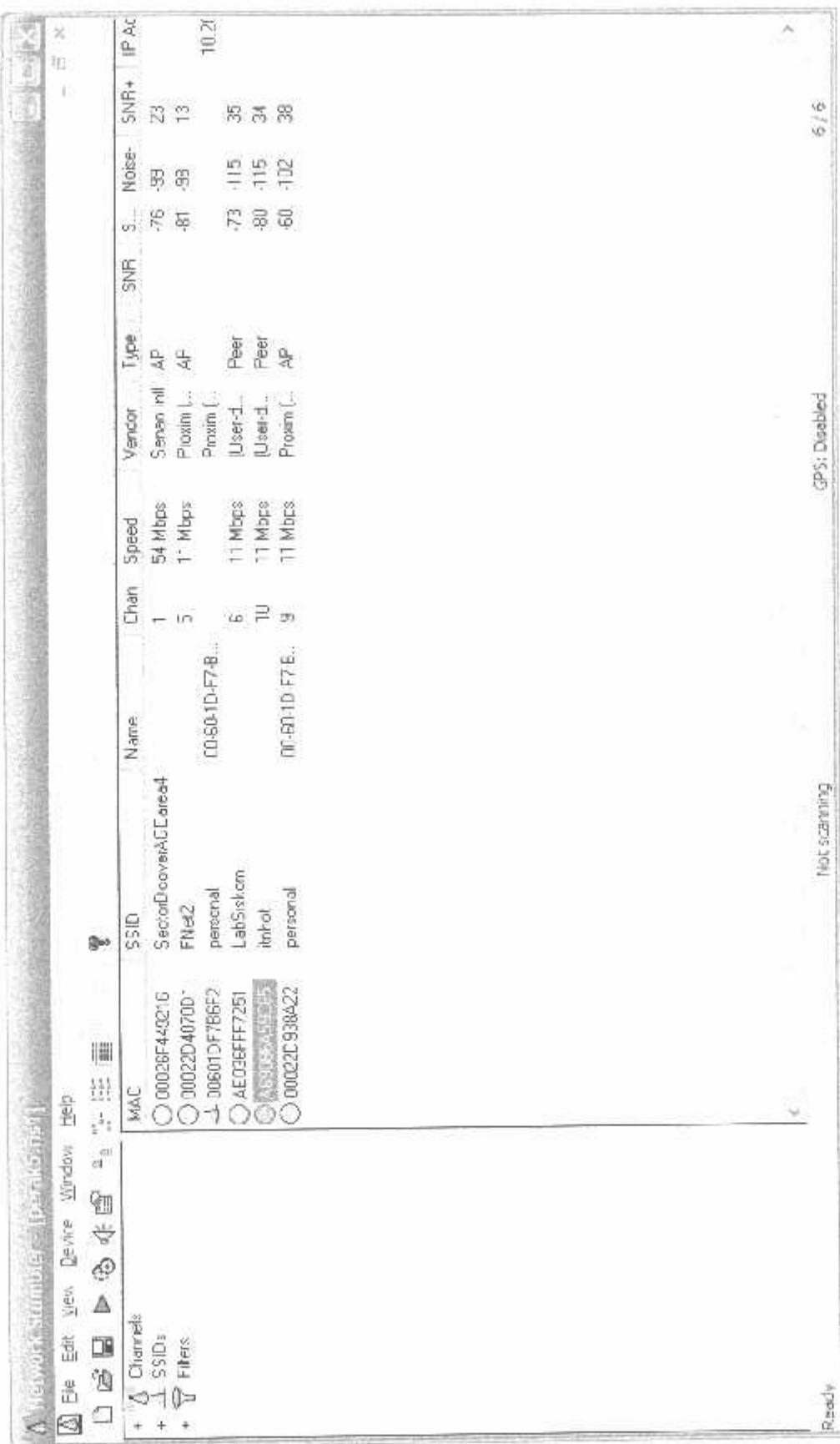
Pengukuran Pada Jarak 15 m



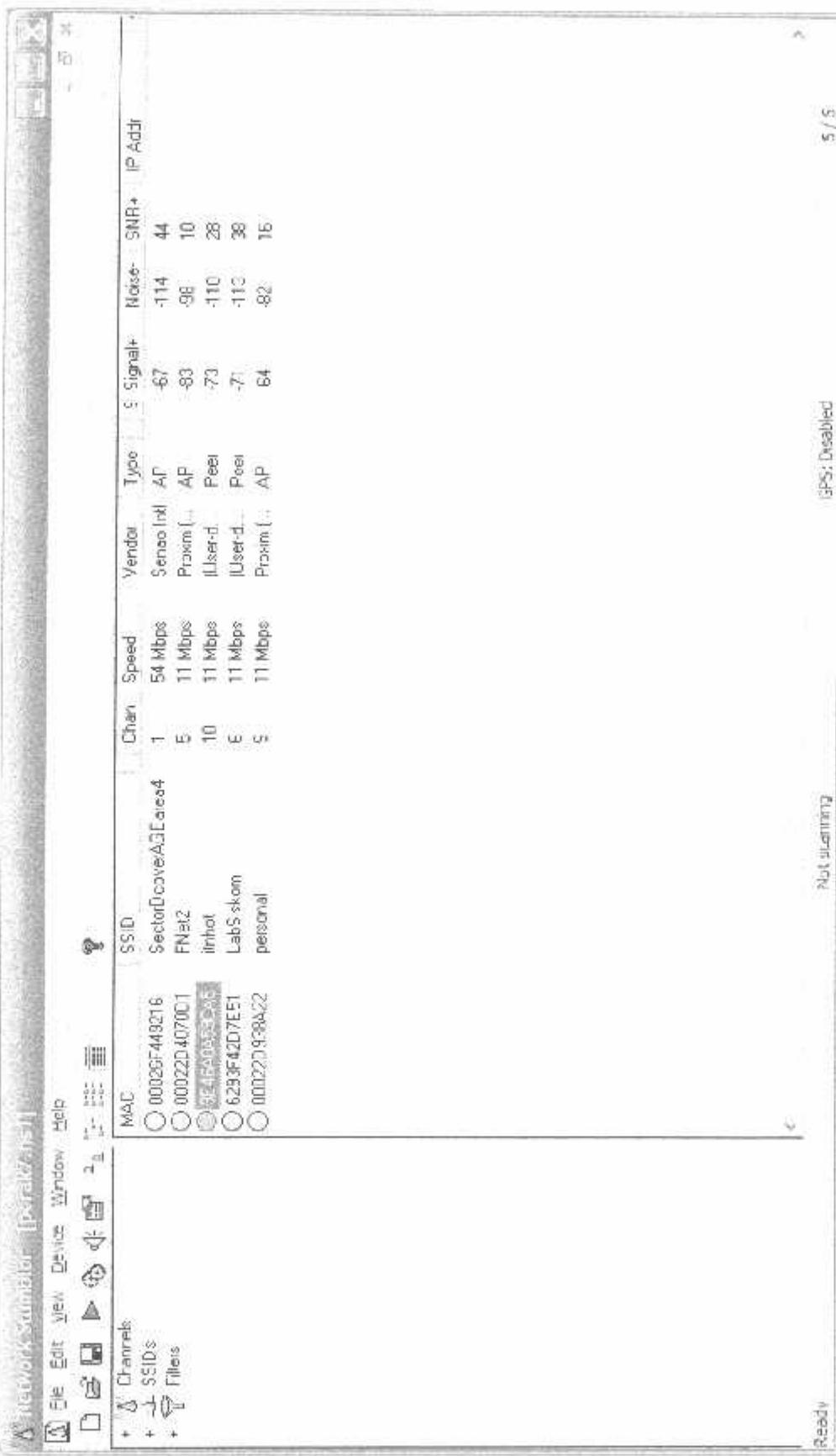
Pengukuran Pada Jarak 75 m



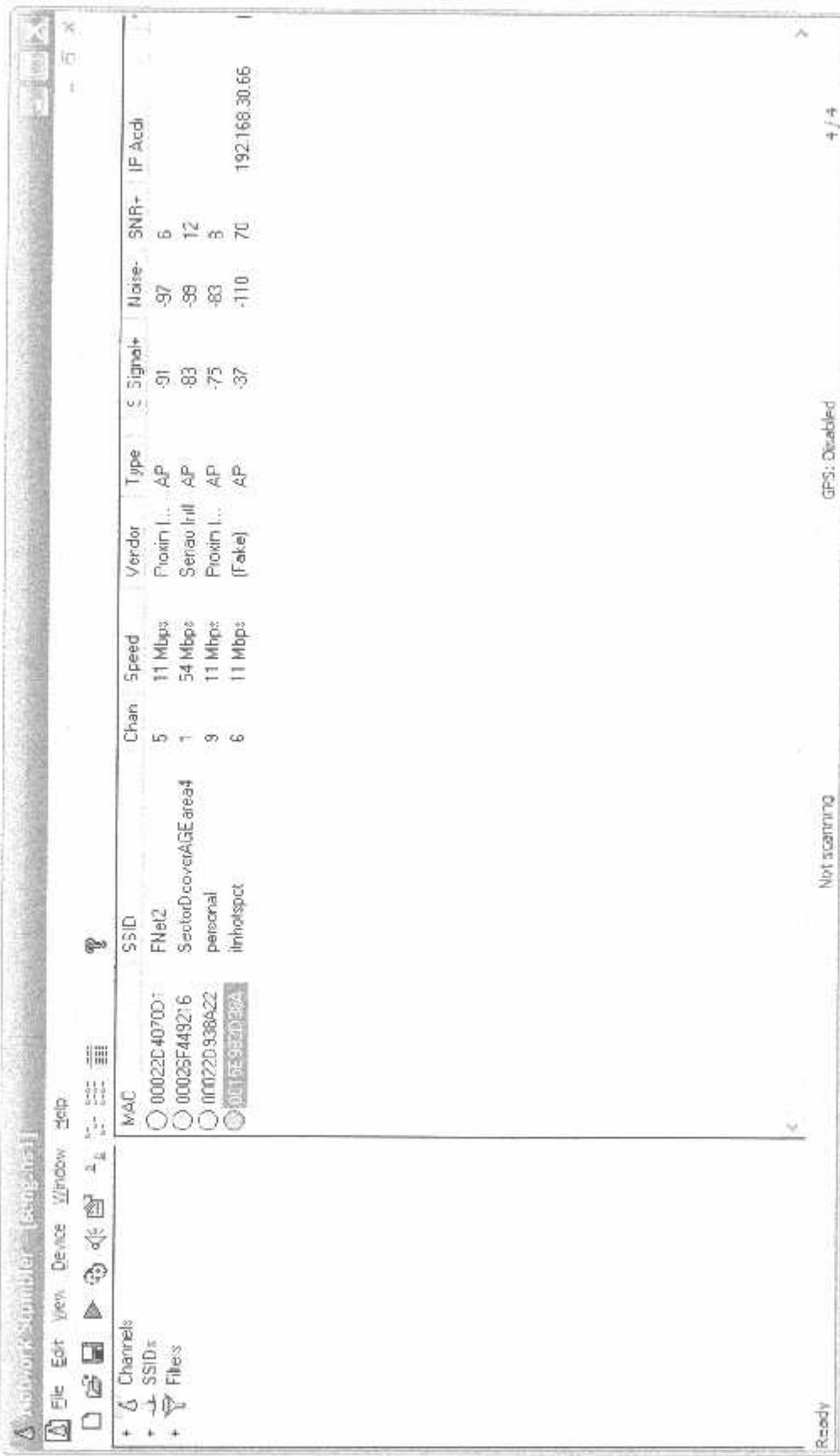
Pengukuran Pada Jarak 200 m



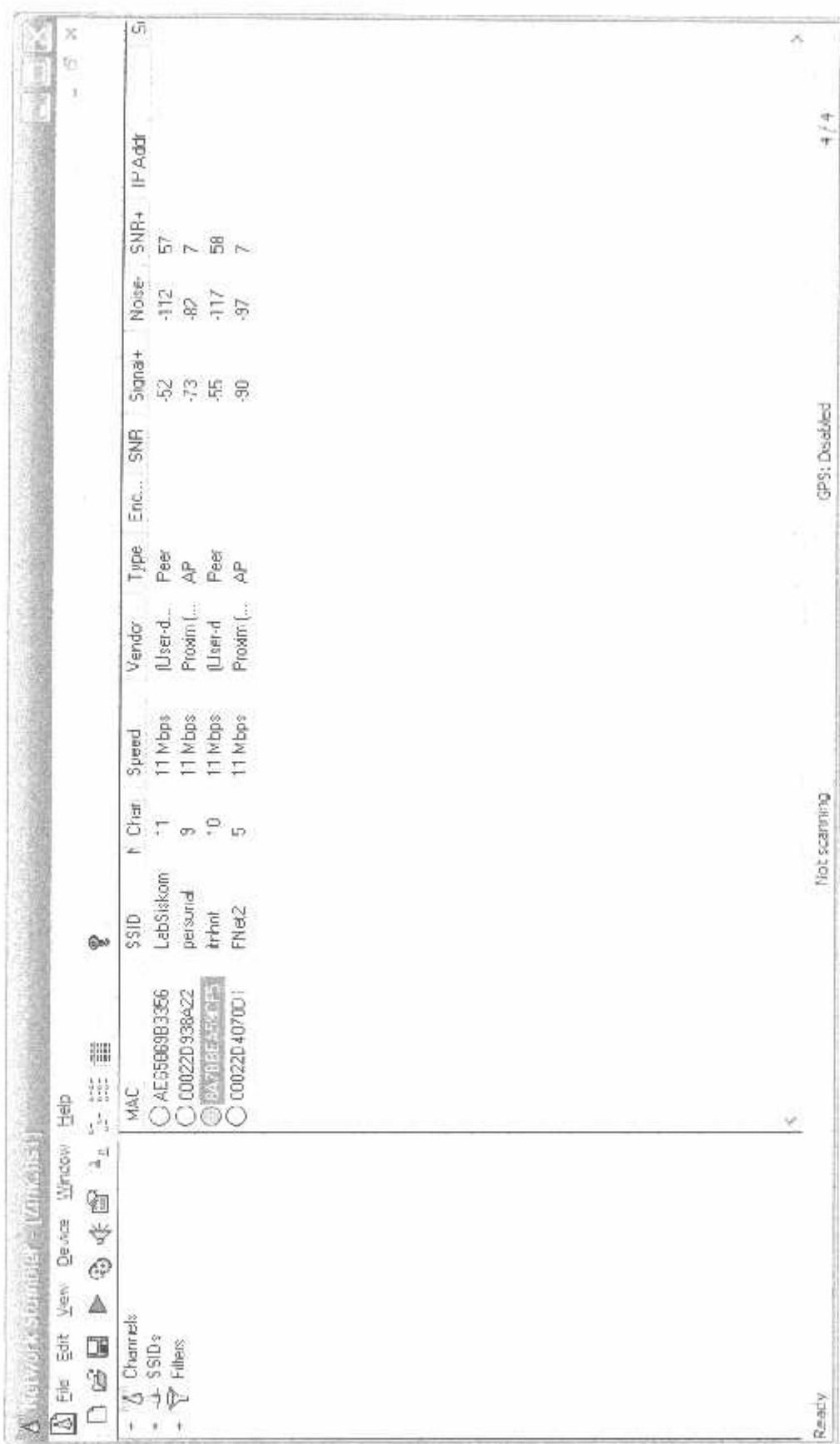
Pengukuran Pada Jarak 500 m



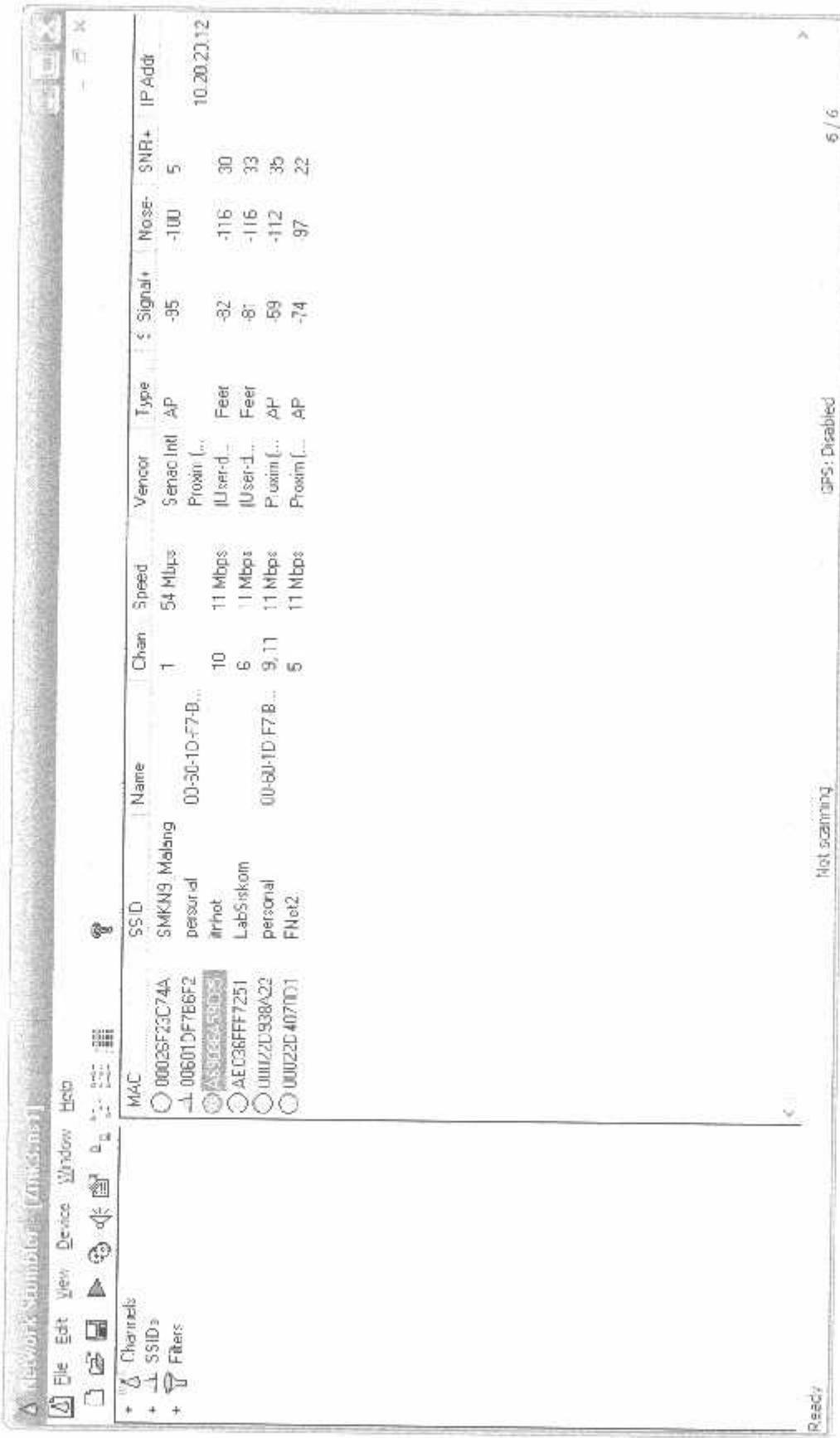
Pengukuran Pada Jarak 5 m



Pengukuran Pada Jarak 15 m



Pengukuran Pada Jarak 75 m



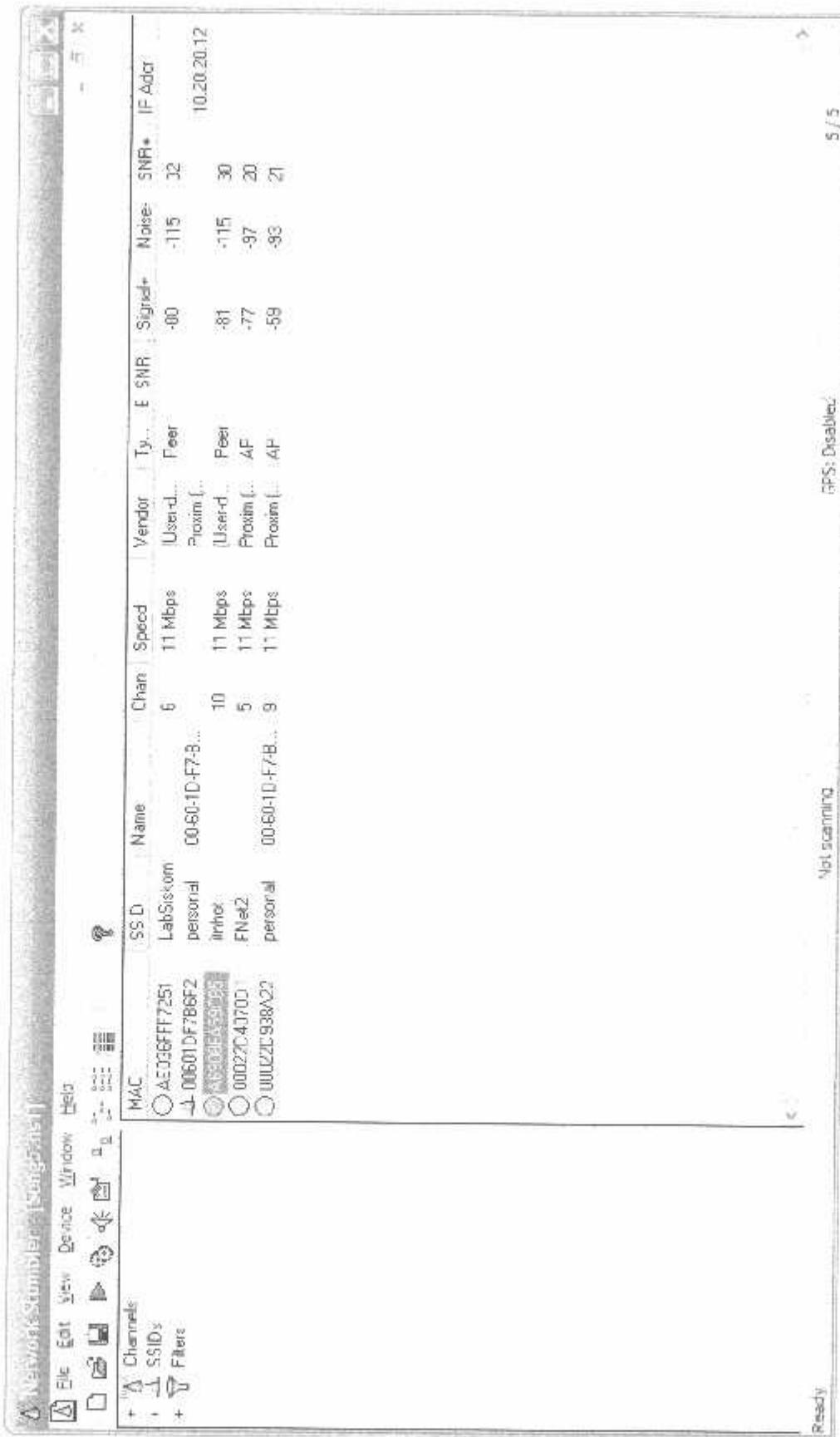
Ready

Not scanning

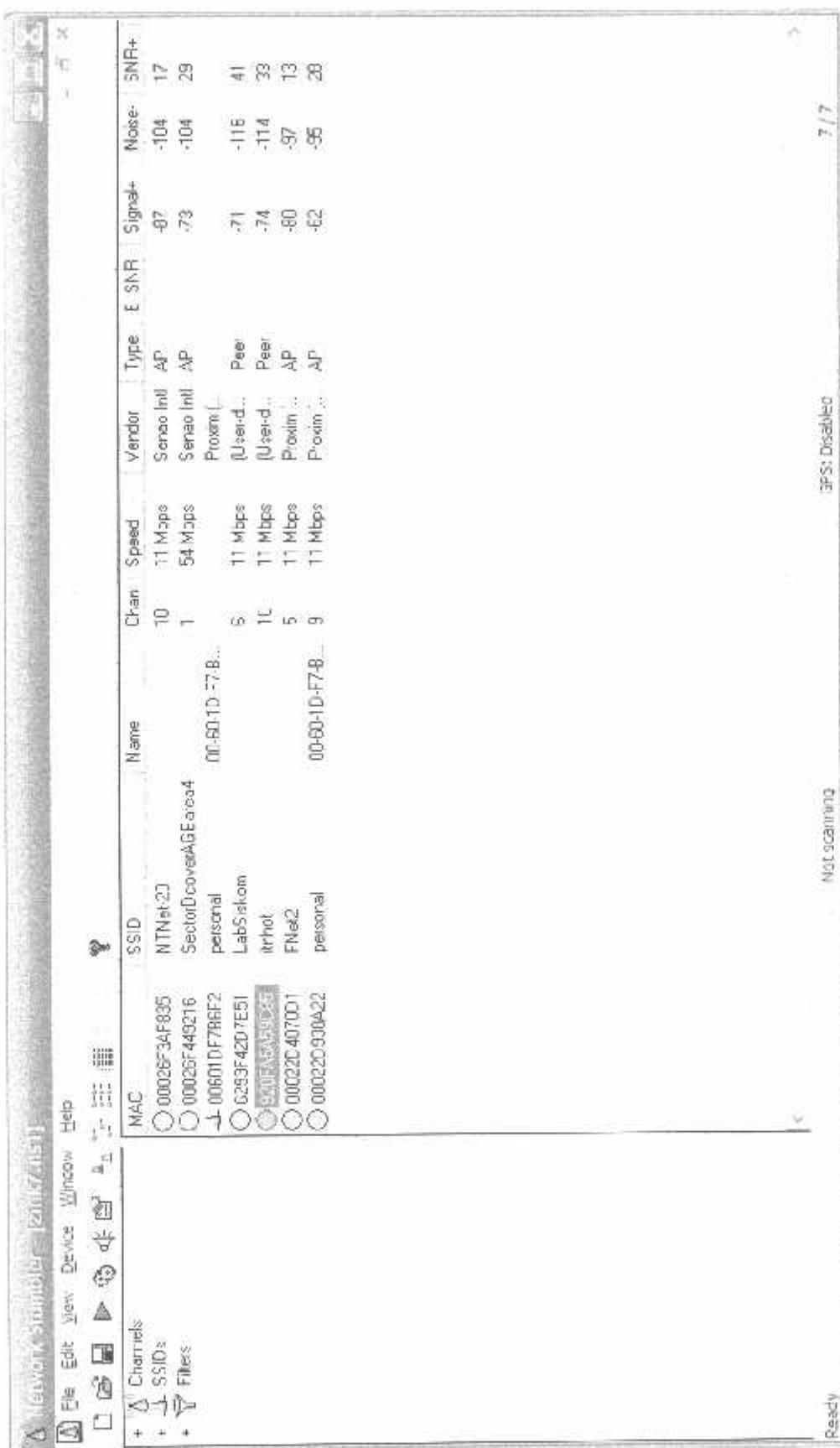
GPS: Disabled

5 / 6

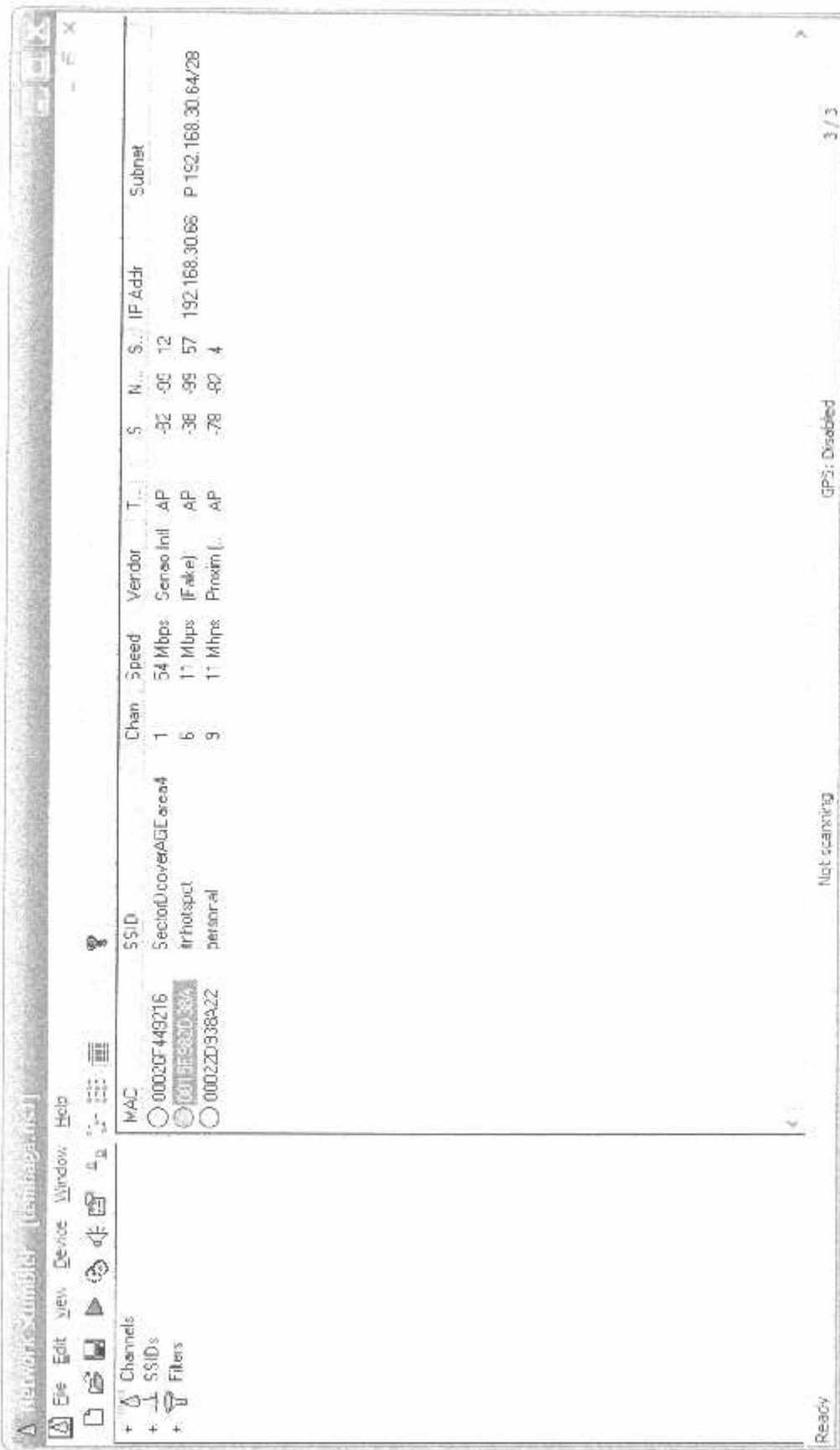
Pengukuran Pada Jarak 200 m



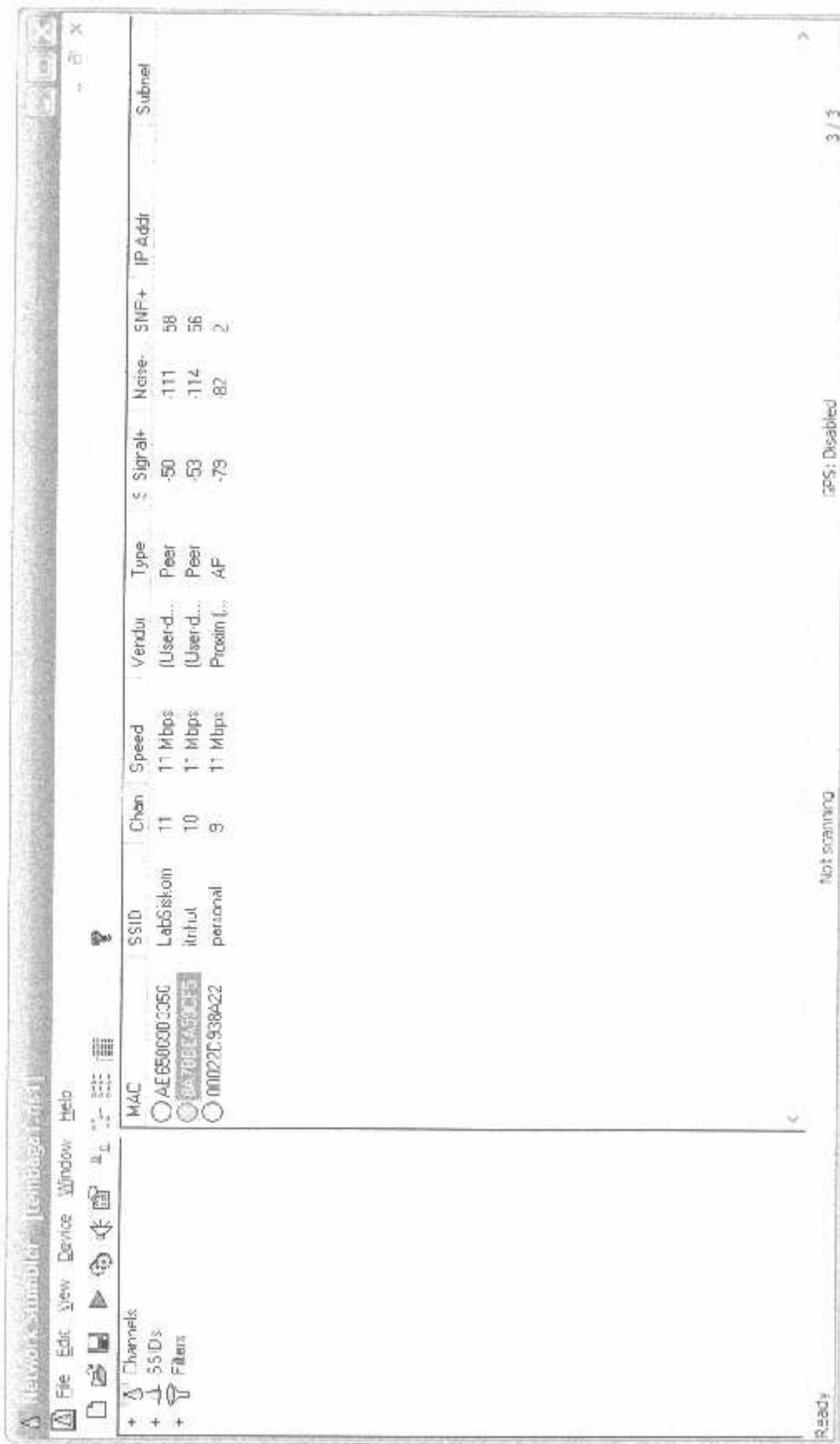
Pengukuran Pada Jarak 500 m



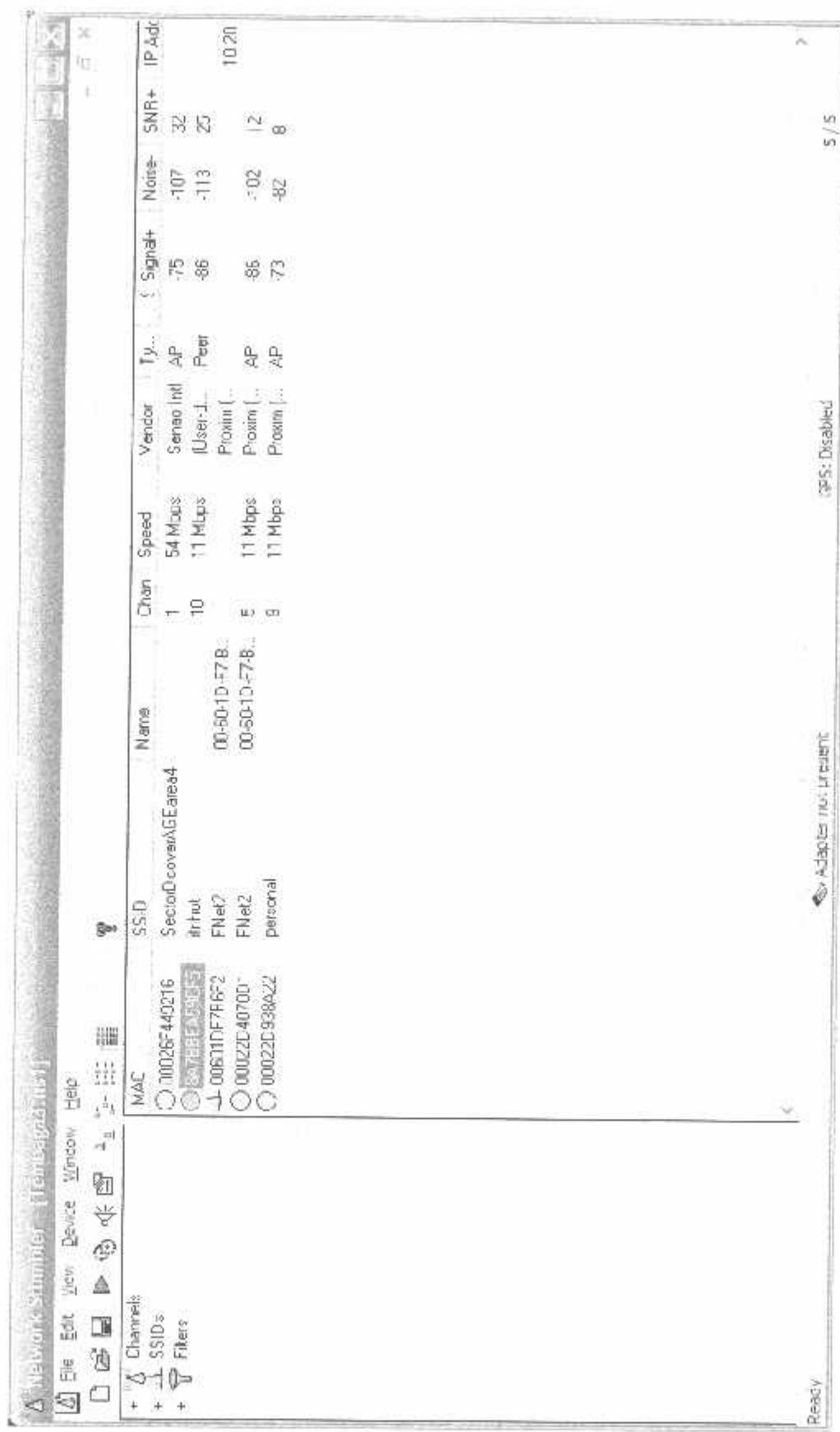
Pengukuran Pada Jarak 5 m



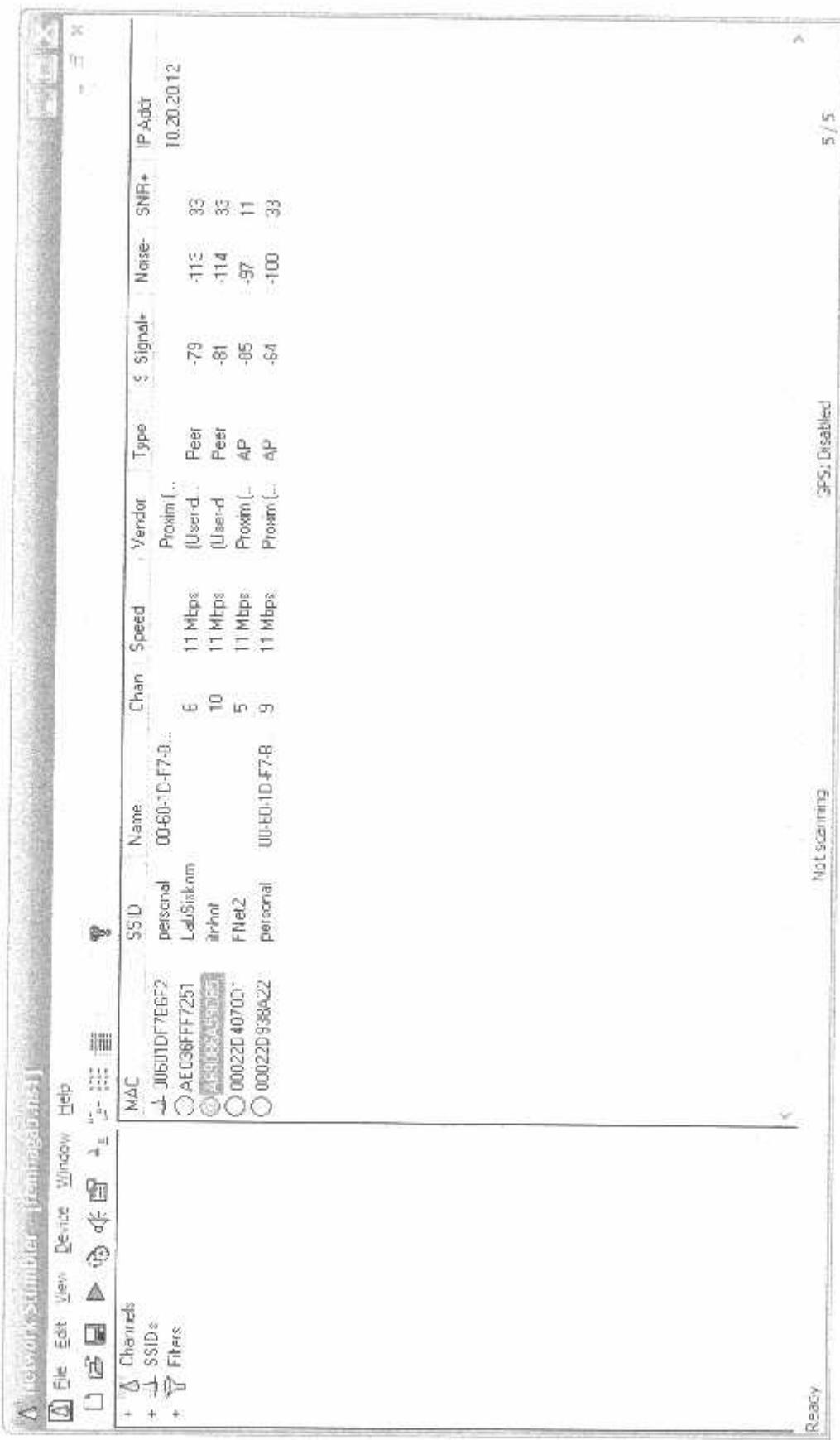
Pengukuran Pada Jarak 15 m



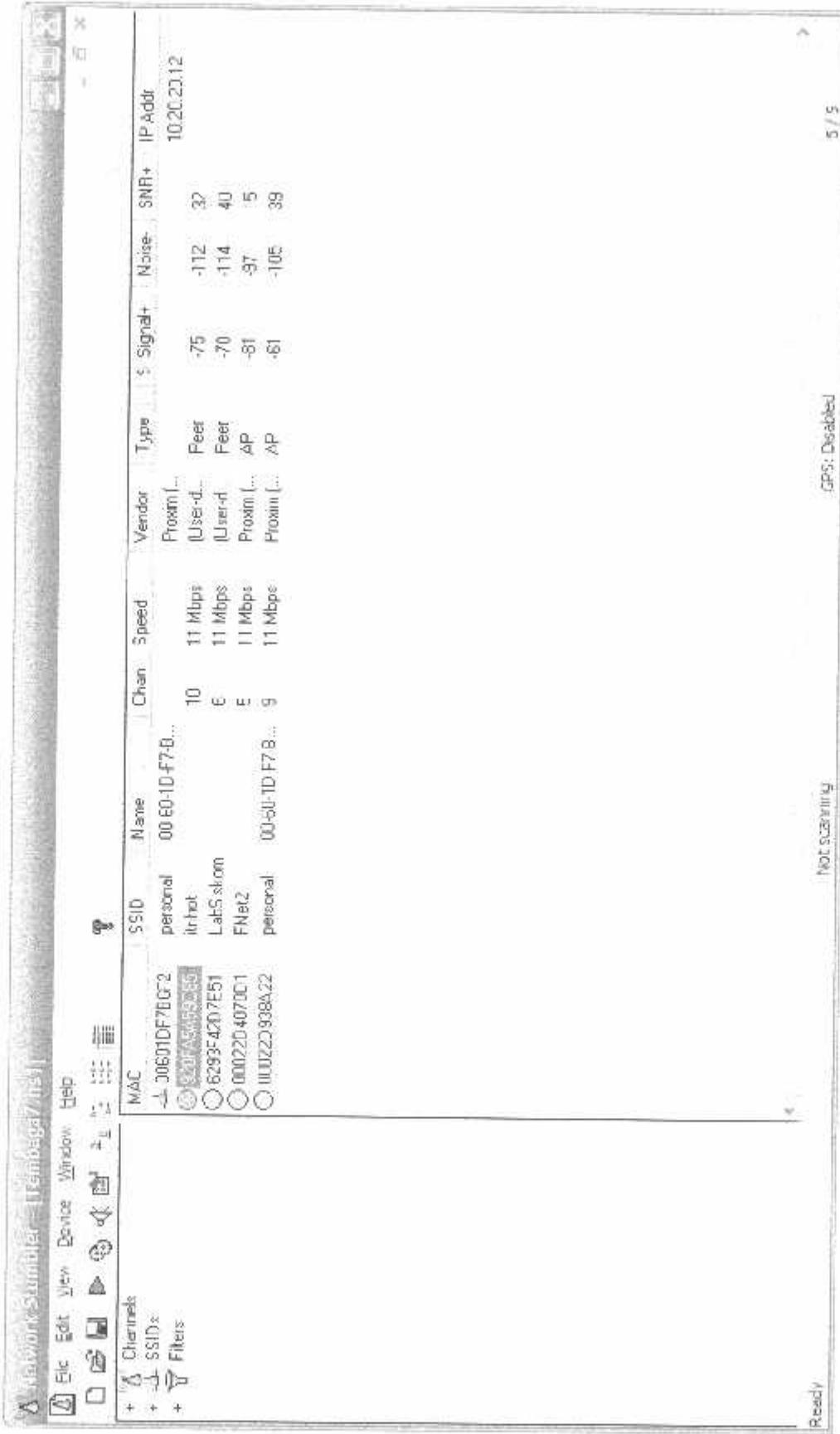
Pengukuran Pada Jarak 75 m



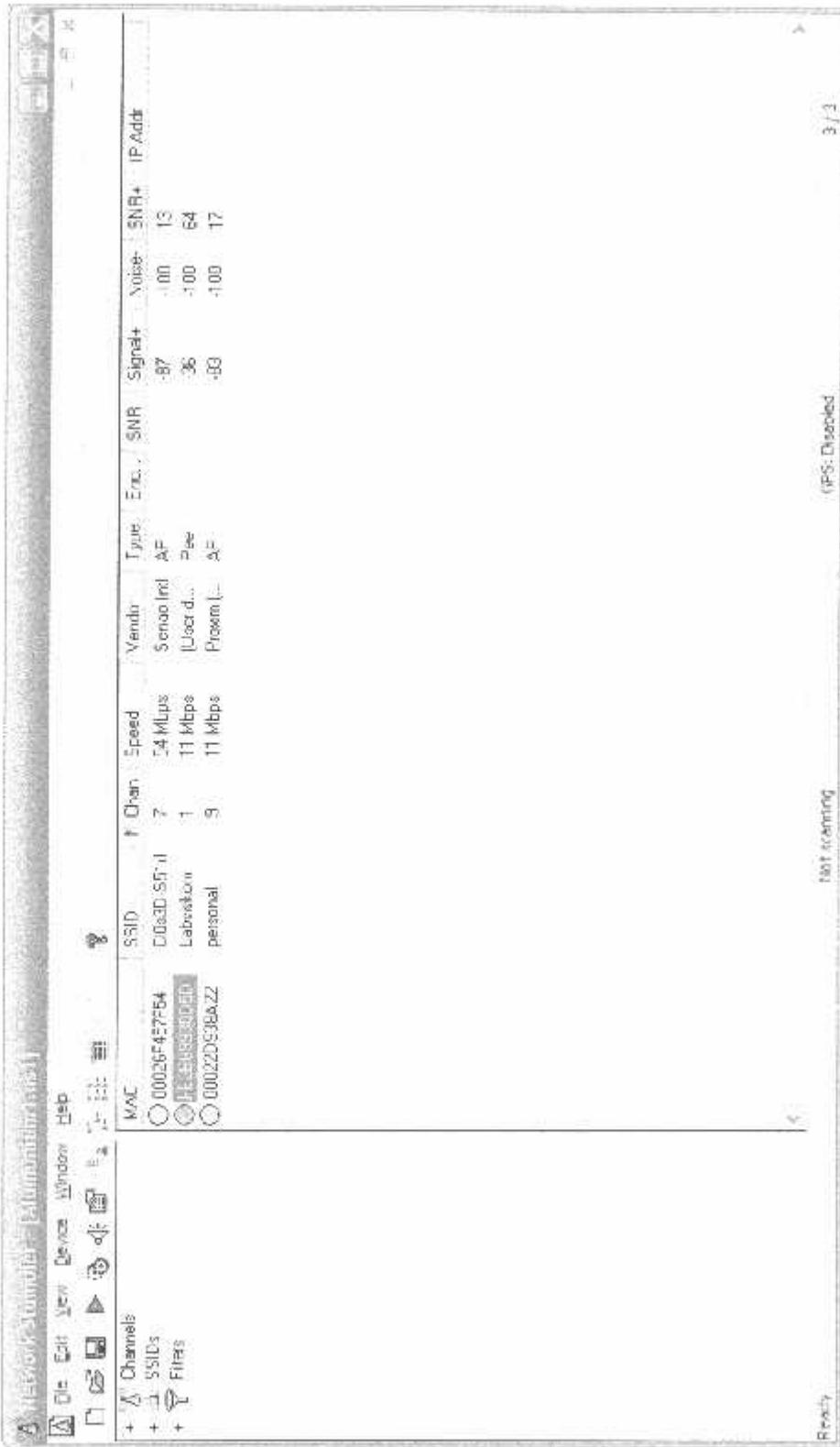
Pengukuran Pada Jarak 200 m



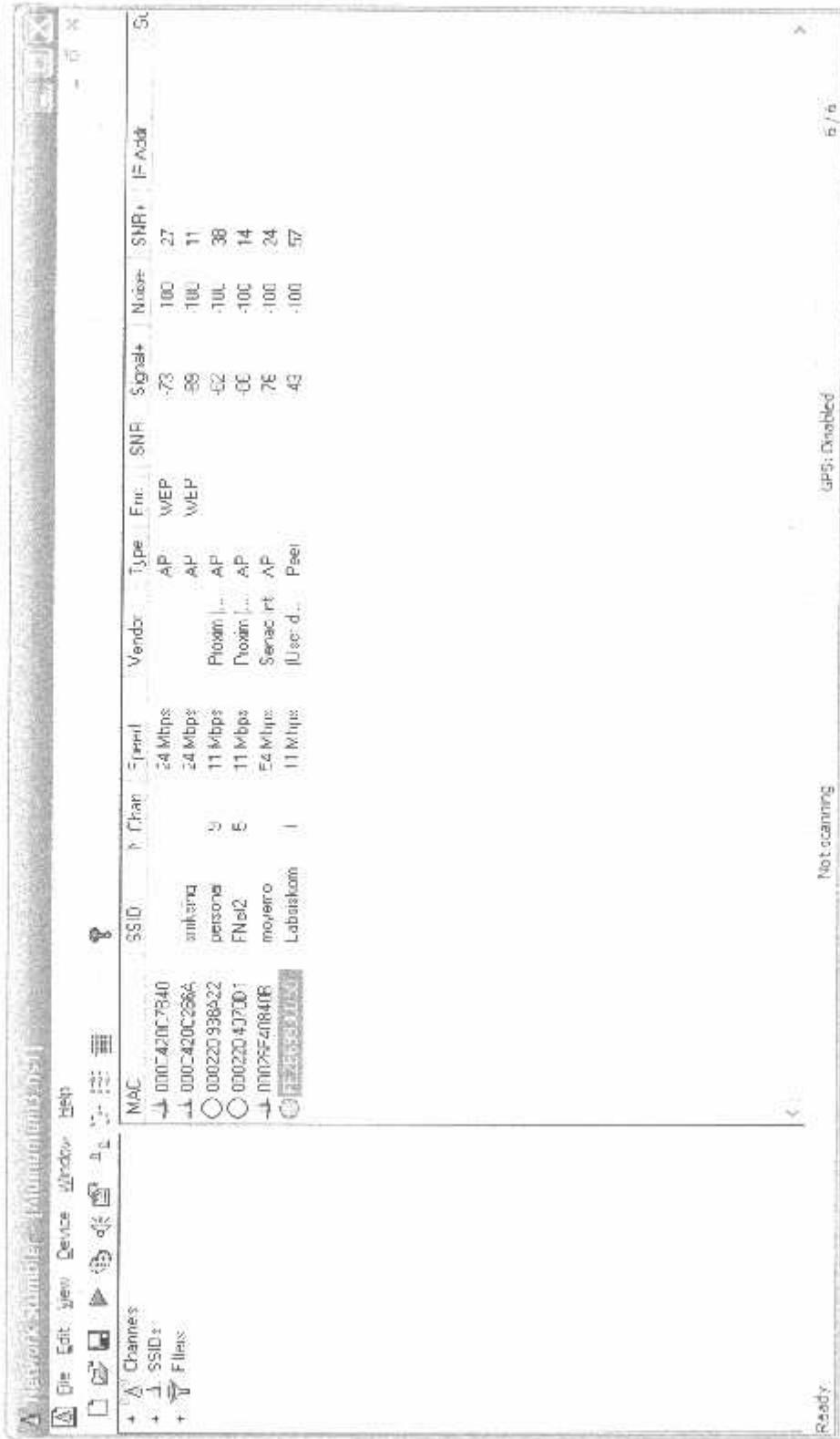
Pengukuran Pada Jarak 500 m



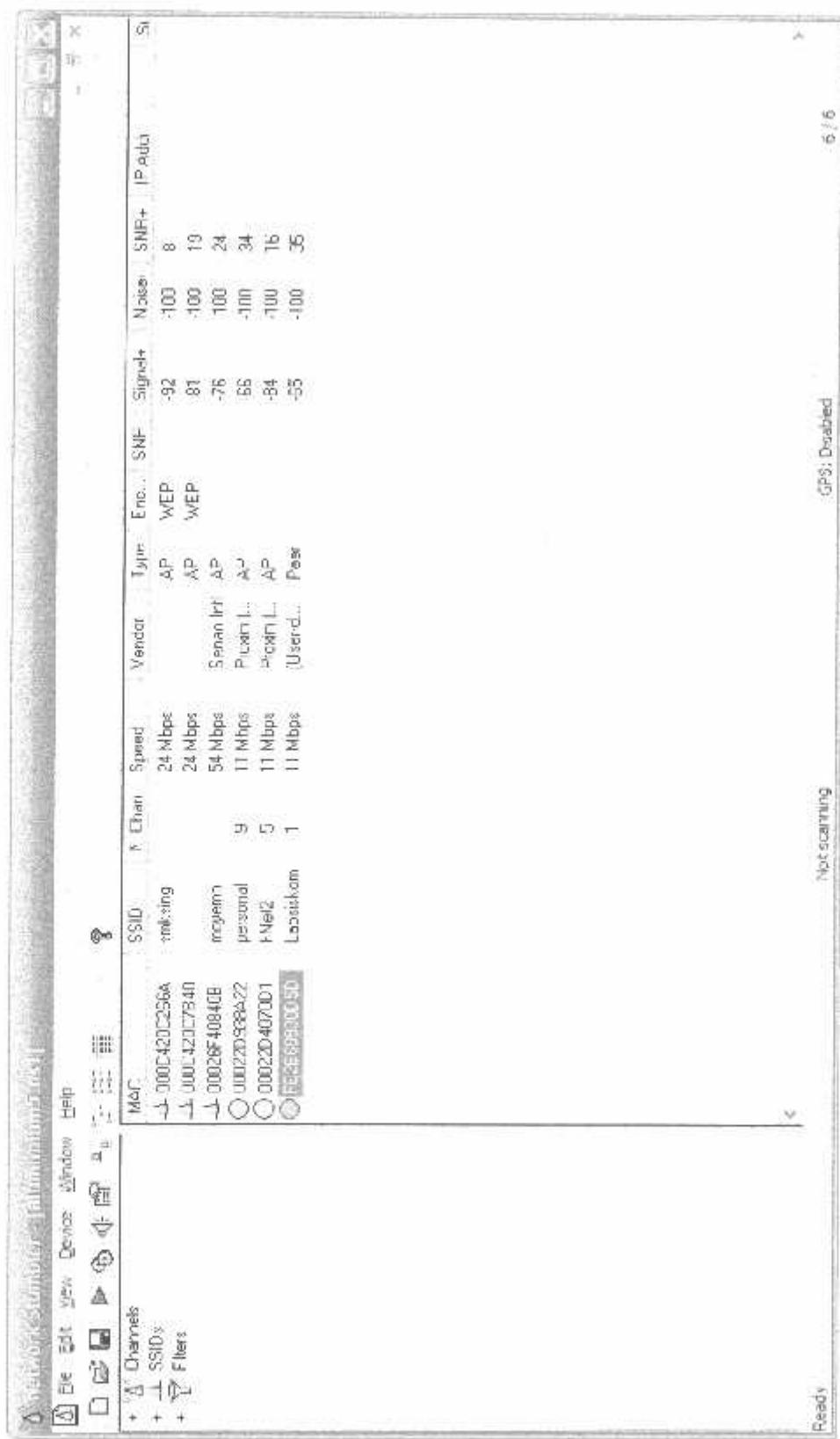
Pengukuran Pada Jarak 5 m



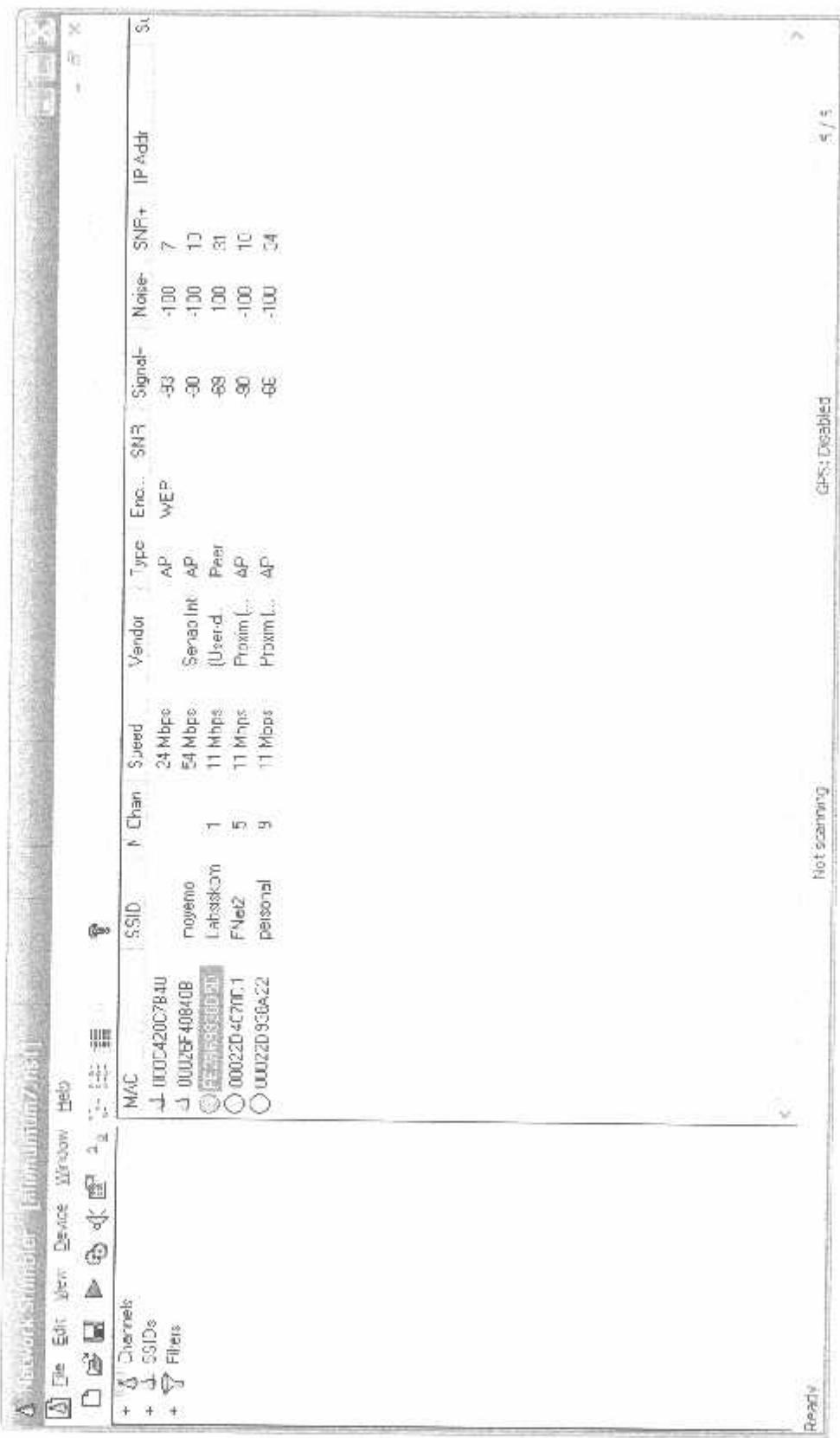
Pengukuran Pada Jarak 25 m



Pengukuran Pada Jarak 75 m



Pengukuran Pada Jarak 200 m



Pengukuran Pada Jarak 500 m

MAC	SSID	Chan	Speed	Vendor	Type	S.	Noise	SNR	IP Addr	Subnet
00:02:EF:37:82:00		11	11 Mbps	Senao Int'l	AP	-93	-100	7		
00:21:B5:00:00:50	laborkom	1	11 Mbps	Userd...	Peer	-95	-100	14		
00:02:2D:40:7C:01	FNet2	5	11 Mbps	Pointcom...	AP	-92	-100	19		
00:02:2F:40:04:D0	mogeno	52	52 Mbps	Userd Int	AP	-91	-100	19		
00:02:2D:33:84:22	personel	9	11 Mbps	Pointcom ...	AP	-93	-100	44		

Ready

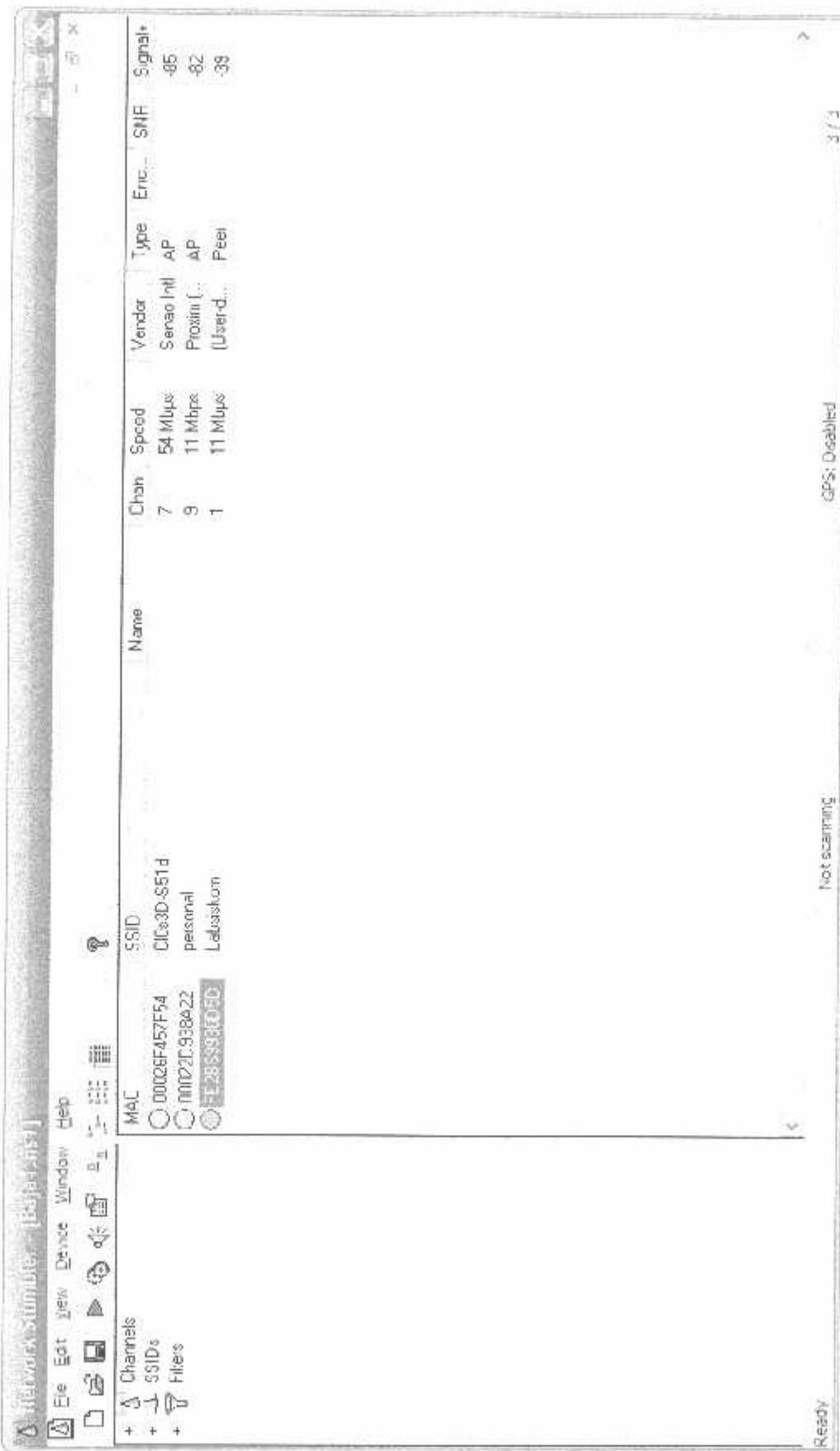
Not Scanning

GPS: Disabled

b

5 / 5

Pengukuran Pada Jarak 5 m



Pengukuran Pada Jarak 15 m

MAC	SSID	Chan	Speed	Vendor	Type	Enc.	SNR	Signal	Noise	SNR,	IP Addi	SL
↓ 000C420C840		24	Mbps	AP	WEP	-70	-100	30				
↓ 000C420C266A	sukang	24	Mbps	AP	WEP	-90	-100	10				
○ 00022D40X0D1	FMeLZ	5	Mbps	Proxim	AP	-85	-100	14				
○ 00022D39A422	personal	9	11 Mbps	Proxim	AP	-64	-100	36				
○ 00026F40E40E	Latsikor	1	11 Mbps	(User-d...)	Peer	-44	-100	56				
	moyomo	54	Mbps	Sendo Int	AP	-75	-100	25				

Ready

Not scanning

GPS: Disabled

6 / 6

Pengukuran Pada Jarak 75 m

Scanning Results												
	MAC	SSID	Chan	Speed	Vendor	Type	Enc.	Sig Str.	Noise	SNR+	IP Add.	Subnet
+ A	00C2B5408240B	monomo	54 Mbps	Sergio Inl	AP	-76	-100	24				
+ A	00CC0420CB40		24 Mbps		AP	WEP	88	-100	12			
O	00C220936422	pernara	9	11 Mbps	Prosmi C	AP	67	-100	33			
O	00C220437CD1	FNet2	5	11 Mbps	Prosmi C	AP	85	-100	15			
O	FE2B965AEB1b	Iphiskom	1	11 Mbps	IIizer-1	Rece	65	-100	36			

Ready

Not scanning

GPS: Disabled

5 / 5

Pengukuran Pada Jarak 200 m

Network Scanner (List AP)											
	MAC	SSID	Chan	Speed	Vendor	Type	R. Signal	Noise	SNR+	P. Addr	Subnet
+	A 0026F40840B	maje.m	52	54 Mbps	Sanshui &P	86	-100	14			
+	SS: D	Labsikom	11	11 Mbps	13erd...	Peer	-58	-100	32		
+	Filtres	FNel2	5	11 Mbps	Proxim...	AO	-68	-100	12		
○	00022D40701	personal	9	11 Mbps	Proxim...	42	-66	-100	34		
○	00022D930422										

Not Scanning
GPS: Disabled

4 / 4

Ready

Pengukuran Pada Jarak 500 m

MAC	SSID	Chan	Speed	Vendor	Type	Signal	Noise	SNR	IP Addr	Submit
○ W304F4138E7	RajaDewiRaTu	8	54 Mbps	○ JANE -	AP	96	-101	4		
○ 00020F457F54	CD3D-S31d	7	54 Mbps	Sensor	AP	94	-101	6		
○ E226558CCEB0	Labsaskom	1	1 Mbps	User	Peer	86	-100	14		
○ 00025F40F40B	moyen	5	54 Mbps	Sensor Int	AP	81	-101	19		
○ 00022D938422	Flirt2	5	11 Mbps	Proxim	AP	83	-102	17		
	personal	9	11 Mbps	Proxim	AP	58	-100	42		

Ready

Not scanning

GPS: Disabled

C / 6

Pengukuran Pada Jarak 5m

Atheros Wireless Network Scan [Panik 5m]												
	MAC	SSID	R Chan	Speed	Vendor	Type	Enc.	SNR	Signal	Noise	SNR+	IP Addr
+ <input checked="" type="checkbox"/>	0E2B959C5D	Labsikan	1	11 Mbps	(Used...)	Pack	WEP	-37	-100	63	12	
+ <input checked="" type="checkbox"/>	00026F5E7FF54	Chis3D-S514	7	54 Mbps	Sennar (In)	WF	WPA2PSK	-68	-100	12	17	
+ <input checked="" type="checkbox"/>	00022D938a22	personal	9	11 Mbps	Proxim (L...	AP	WPA2PSK	-83	-100	17		

Ready

Not scanning

[GPS: Disabled]

J/3

Pengukuran Pada Jarak 15 m

Network Scan Results - Personal													
	MAC	SSID	Ch	Speed	Vendor	Type	Enc.	SNR	Signal	Noise	SNR+	IP Addr	S.
+	↓ 000C40C7B40	sikspd	6	24 Mbps	AP	WEP	WEP	-32	-100	8	-70	100	30
+	↓ 00022E207001	RNet2	5	11 Mbps	Prokinet...	AP	WEP	-37	-100	15	-77	100	15
+	↓ 00022E938A22	personal	9	11 Mbps	Prokinet...	AP	WEP	-53	-100	37	-90	100	24
+	↓ 0002EF4084CB	moximo	54	11 Mbps	Scorop Inf...	AP	WEP	-76	-100	24	-100	100	55
+	↓ E28888888888	Labslalom	1	11 Mbps	(User)	Perf	WEP	-45	-100	75	-100	100	55

Ready

Not Scanning

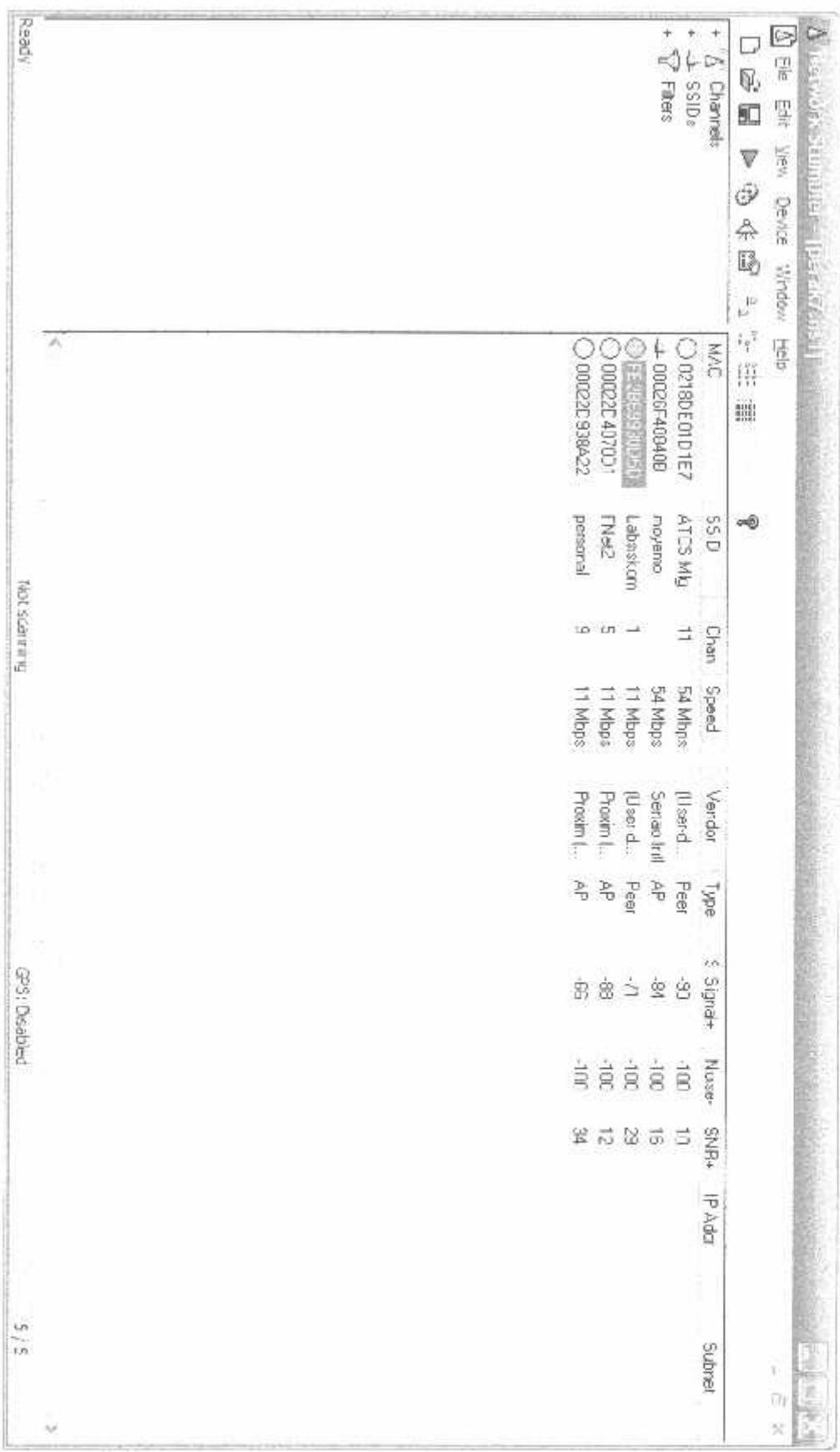
(Pkt. Received)

6 / 6

Pengukuran Pada Jarak 75 m

Network Monitor - Scan Results												
	MAC	SSID	Chan	Speed	Vendor	Type	Enc.	Signal	Noise	SNR+	IP Addr	Subnet
+ Channels	+ 550:	+ Filters	1 0000420C7B40	24 Mbps	AP	WEP	-84	-100	16	16		
+ MAC	+ 0026F008A0B	+ movenet	2 54 Mbps	Sensu Int'l	AP		-75	-100	25			
+ SSID	+ 0022C47UJ1	+ FNet2	3 11 Mbps	Proteam...	AP		-94	100	16			
+ Vendor	+ 0022C938A22	+ Labsikom	4 11 Mbps	Used...	Peer		-66	-100	34			
+ Enc.	+ personal	+ Phosim...	5 11 Mbps	Phosim...	AP		-67	-100	35			

Pengukuran Pada Jarak 200 m



Pengukuran Pada Jarak 500 m

MAC	SSID	Chan	Speed	Vendor	Type	Signal+	Noise	SNR+	IP Addr	Subnet
00026F37626B		11	11 Mbps	Senao Intel	AP	-92	-101	8		
00026F40840B	moveino	54	54 Mbps	Senao Intel	AP	-79	-101	21		
FE:28:69:30:05:0D	Labsikom	1	11 Mbps	(Userd... Fee	AP	-86	-100	14		
0090CCDF7687		5	54 Mbps	Planet ...	AP	-91	-100	6		
00022D4070D1	FNet2	5	11 Mbps	Prosim [..	AP	-83	-100	17		
00022D938A22	personal	9	11 Mbps	Prosim [..	AP	-58	-100	42		

Pengukuran Pada Jarak 5 m

Wi-Fi Scan Results - Sampled

File Edit View Device Window Help

+ Channels
+ SSIDs
+ Filters

MAC SSID Chan Speed Vendor Type Signal+ Noise SNR+ IP Addr Subnet

0002EF42D39F	AP2Brawijaya	10	11 Mbps	Sensao Int	AF	-92	-100	6		
00022D933842	personal	9	11 Mbps	Proxim (..)	AF	-82	-100	18		
0002EF457F54	C0s3D-S51d	7	54 Mbps	Sensao Int	AF	-86	-100	14		
FE2B68933D5D	Lakasikom	1	11 Mbps	(Userd..)	Peer	-39	-100	61		

Not Scanning GPS: Disabled

Ready

Pengukuran Pada Jarak 15 m

Aircrack-STA Monitor Scan Results											
MAC	SSID	Chan	Speed	Vendor	Type	Enc...	Signal	Noise	SNR+	IP Addr.	Submit
000C420C7B40		24	24Mbps	(User-...	AP	WEP	-69	-100	31		
E286380050	Labslink	1	11Mbps	Fern	AP	-44	-100	56			
00022D4070C1	RNet2	5	11Mbps	Proxim (...	AP	-06	-100	14			
000226540840B	neycano	5	54Mbps	Sierra Int'l	AP	75	100	25			
00022D300A22	personal	9	11Mbps	Proxim (...	AP	-63	-100	37			

Ready

Not scanning

GPS: Disabled

5 / 5

Pengukuran Pada Jarak 75 m

SurveyorStumbler - LongRange											
MAC	SSID	Chan	Speed	Vendor	Type	Enc...	Signal	Noise	SNR	IP Addr	Submit
000C42077F40		6	24 Mbps	AP	WEP	64	-100	16			
FE:86:93:00:52	Labaskm	11	11 Mbps	Userd.	Peer	67	-130	33			
00022D407001	RNet2	5	11 Mbps	Proxim	AP	86	-120	14			
00026F40B406	moveomo	54	54 Mbps	Sangarm	AP	76	-100	24			
00022D933A22	personal	9	11 Mbps	Proxi	AP	67	-100	33			

Ready

Not scanning

GPS: Disabled

5 / 5

Pengukuran Pada Jarak 200 m

Netwrix Wireless Scan Results										
Actions		MAC	SSID	RSSI	Rate	Speed	Vendor	Type	Signal	Noise
+	Δ	Channels	SSIDs							
+	Δ	1	00:26:40:84:E1	-54	54 Mbps	54 Mbps	Stereo In	AP	-84	-100
+	Δ	2	EE:EE:93:D5	-54	11 Mbps	11 Mbps	User-3	Peer	-84	-100
+	Δ	3	00:22:04:07:01	-57	11 Mbps	11 Mbps	Pream (1)	AP	-67	-100
+	Δ	4	00:22:00:0A:22	-59	11 Mbps	11 Mbps	Pream (1)	AP	-67	-100

Ready

Not scanning

GPS: Disabled

4 / 4

Pengukuran Pada Jarak 500 m

MAC	SSID	Chnl	Speed	Vendor	Type	Enc.	SNR	Signal	Noise	SNR+	IP Add	St
0002637523		11	11 Mbps	Sergio Inf	AP		-95	-100	-7			
FF288350D5	Labsikan	*	11 Mbps	Ussend	Peer		-97	-100	-13			
0002204070C1	FNetZ	5	11 Mbps	Proen L...	AP		-82	-100	18			
00026540840B	moyerro	54	54 Mbps	Senac Inf	AP		-83	-100	17			
000220938A22	personal	9	11 Mbps	Prokin L...	AP		-59	-100	41			

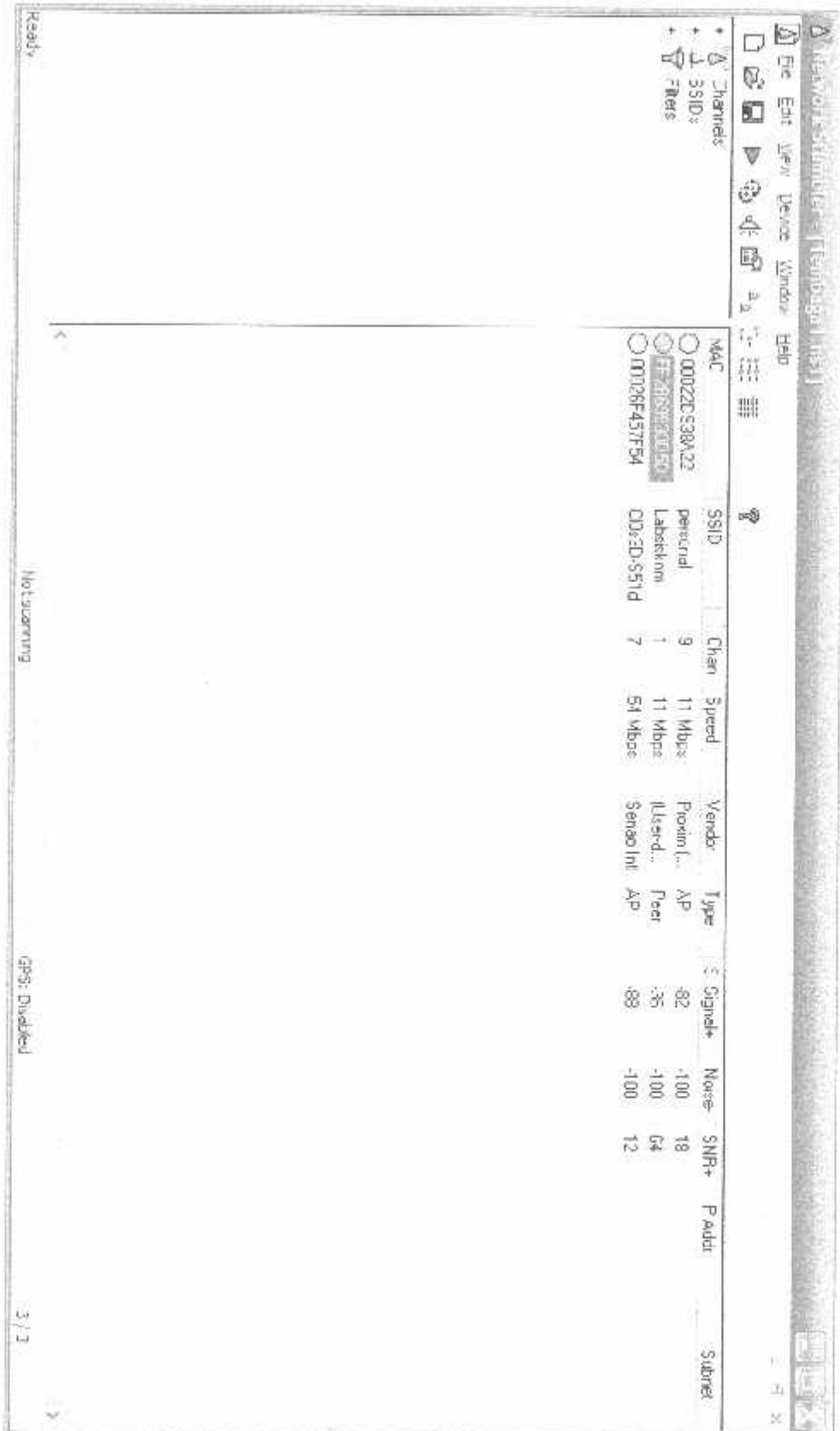
Ready

Not Scanning

CPSI: Disabled

5 / 5

Pengukuran Pada Jarak 5 m



Pengukuran Pada Jarak 15 m

Scan Results - Wireless Network												
	MAC	SSID	Chan	Speed	Vendor	Type	Enc.	Signal	Noise	SNR	IP Addr	Subnet
+	000C40C7B40		2	20 Mbps	Alfa	A2	WEP	-68	-100	32		
+	000000000000	5510s	10	11 Mbps	Cisco	A2	WEP	-57	-100	3		
+	000000000000	Flite2	1	11 Mbps	User-d...	A2	WEP	-43	-100	57		
+	000022407001	Labs.com	5	11 Mbps	Proxim	A2	WEP	-64	-100	16		
+	000000408400	mojomo	54	54 Mbps	Senac Int'l	A2	WEP	-75	-100	24		
○	000022338622	personal	9	11 Mbps	Proxim	A2	WEP	-63	-100	27		

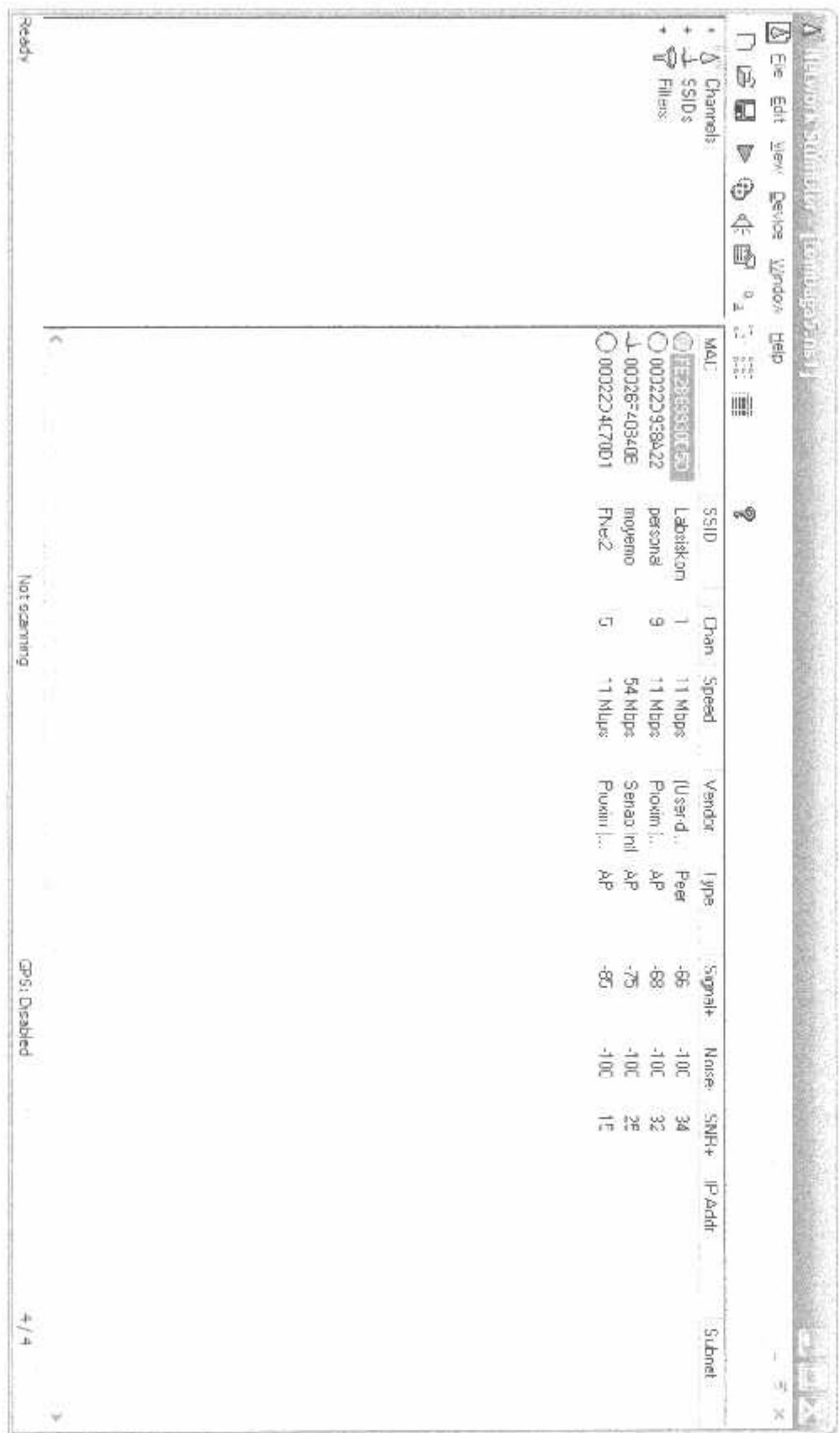
Ready

Not scanning

025: Unscanned

9 / 9

Pengukuran Pada Jarak 75 m



Pengukuran Pada Jarak 200 m

Network Scan Report - 200m										
	MAC	SSID	Chan	Speed	Vendor	Type	Noise	SNR+	IP Addr	Subnet
+	0022D4070D1	PNAD	5	11 Mbps	Proxim	AP	-89	-100	1	
+	002643B4E	m05-m0	54 Mbps	Seria: r11	AP	86	100	14		
+	EE8E930D0	Laliskom	1	11 Mbps	{Laliskom}	Point-to-Point	-68	100	32	
○	00022C938A22	personal	9	11 Mbps	Proxim	AP	-67	100	33	

Ready

Net Scanning

GPS: Disabled

4 / 4

Pengukuran Pada Jarak 500 m

MAC	SSID	Chan	Speed	Vendor	Type	Signal+	Noise	SNR+	IP Addr	Subnet
0090CC00F7987		5	54 Mbps	Planet...	AP	-92	-100	8		
0090CC00F78C5		5	54 Mbps	Planet...	AP	-96	-100	4		
00326240840E	moyemo	5	54 Mbps	Serao Int'l	AP	-02	-100	16		
003223407001	RNet2	5	1 Mbps	Proxim...	AP	-03	-100	17		
00223930a22	Labskull	1	1 Mbps	[User d...	Point	87	100	13		
00223930a22	personal	9	1 Mbps	Phoenix I...	AP	-57	-100	43		

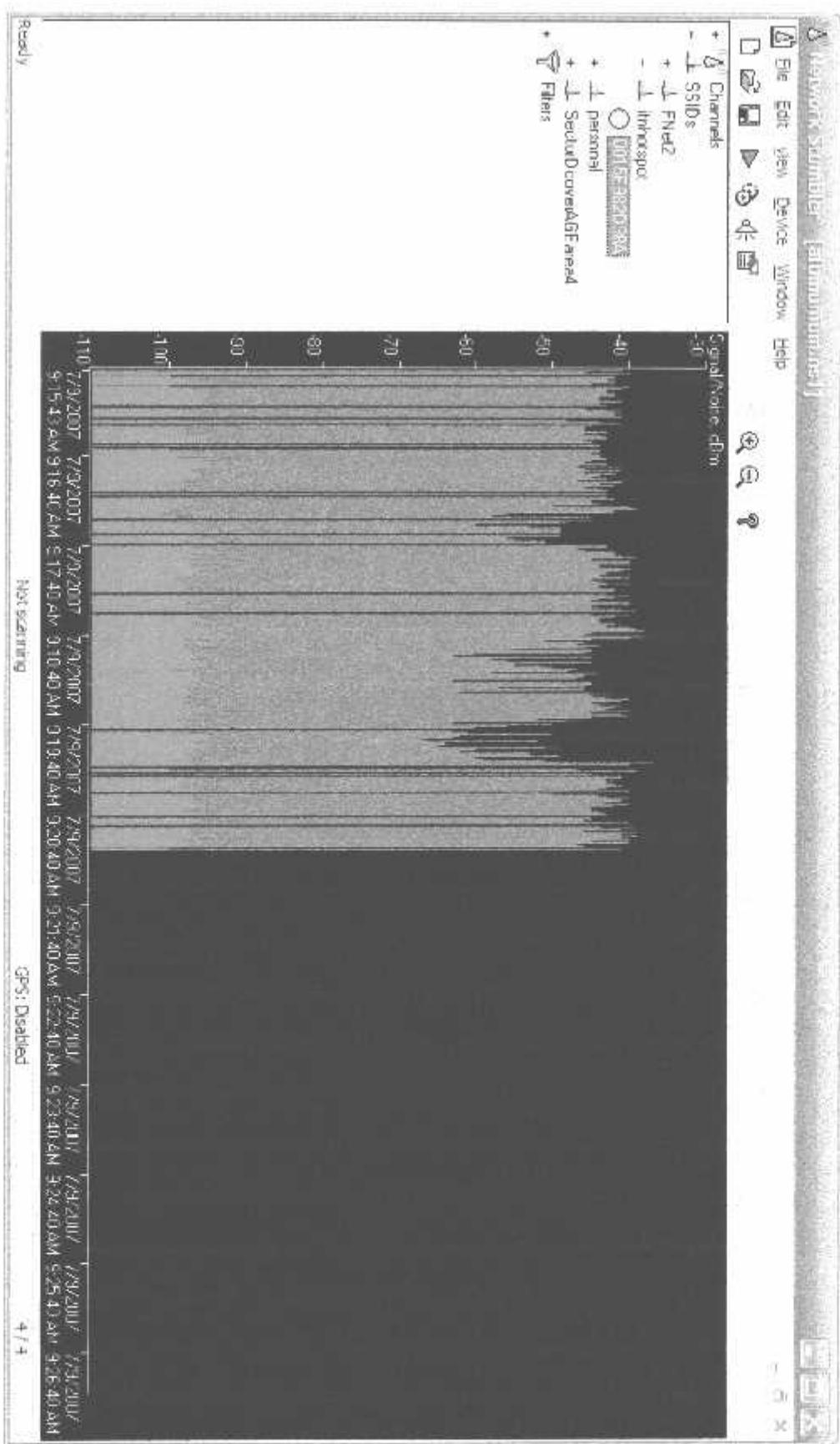
Ready

Not scanning

GPS: Disabled

6 / 6

Pengukuran Pada Jarak 5 m



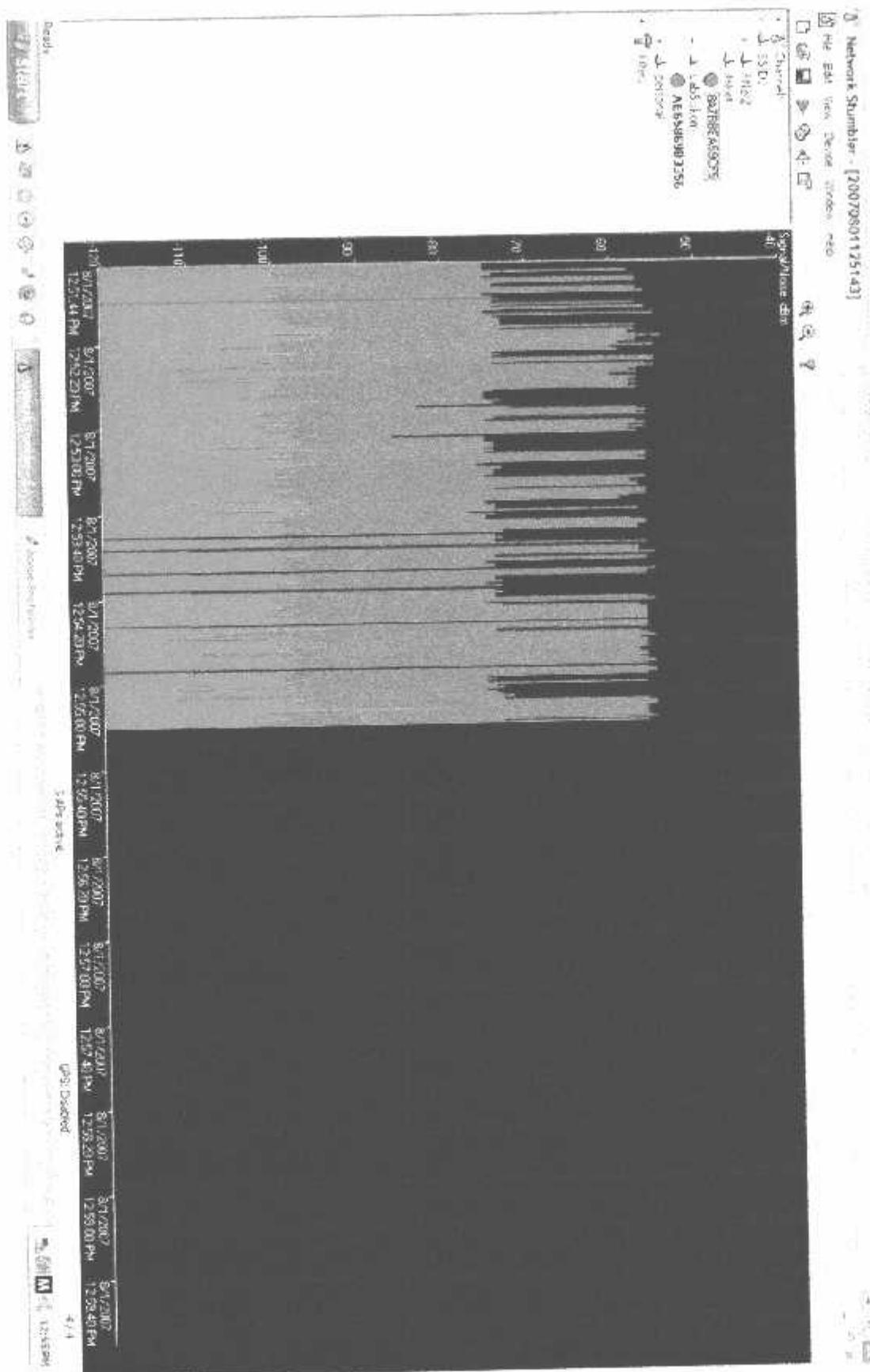
Ready

Not scanning

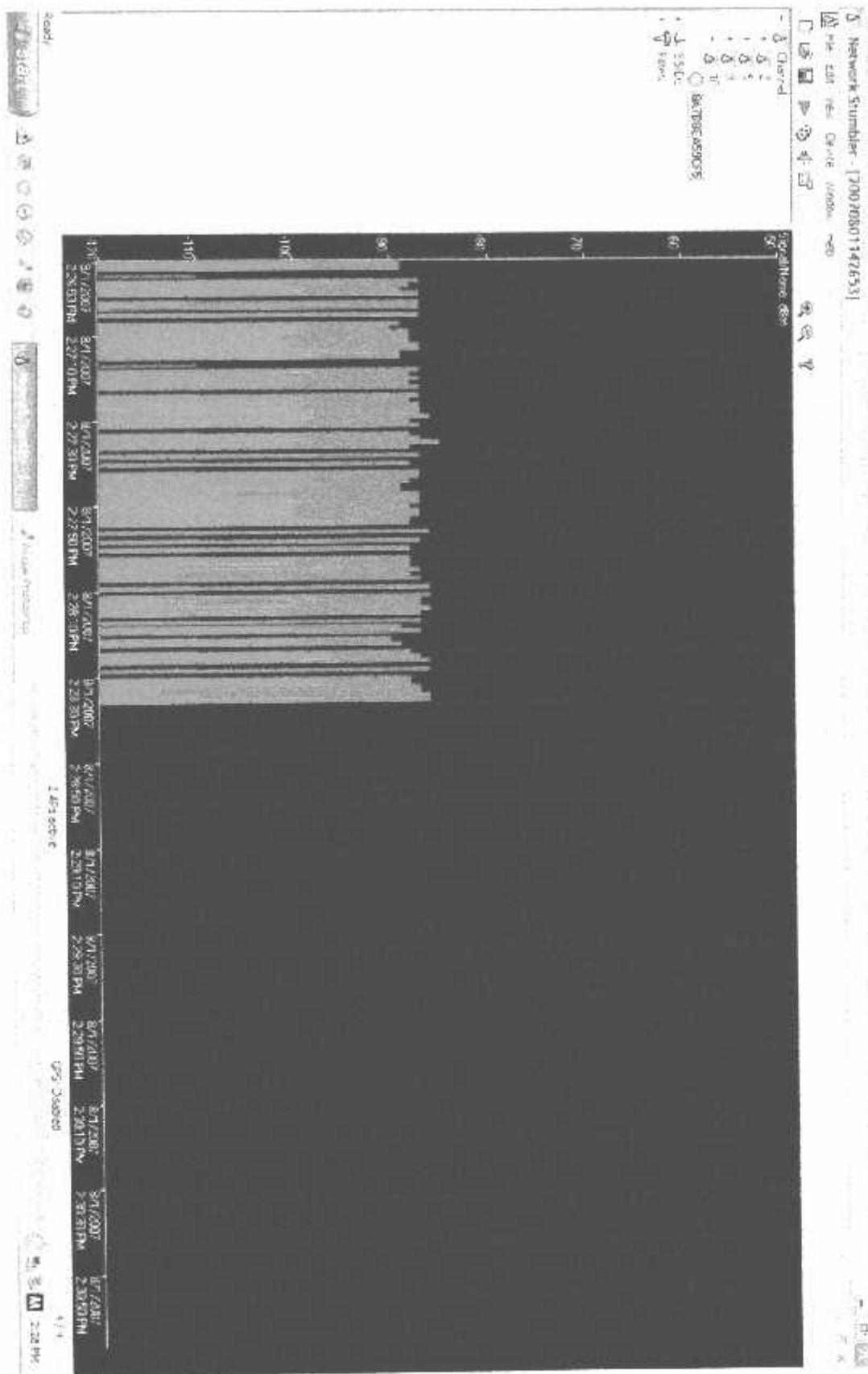
GPS: Disabled

4 / 4

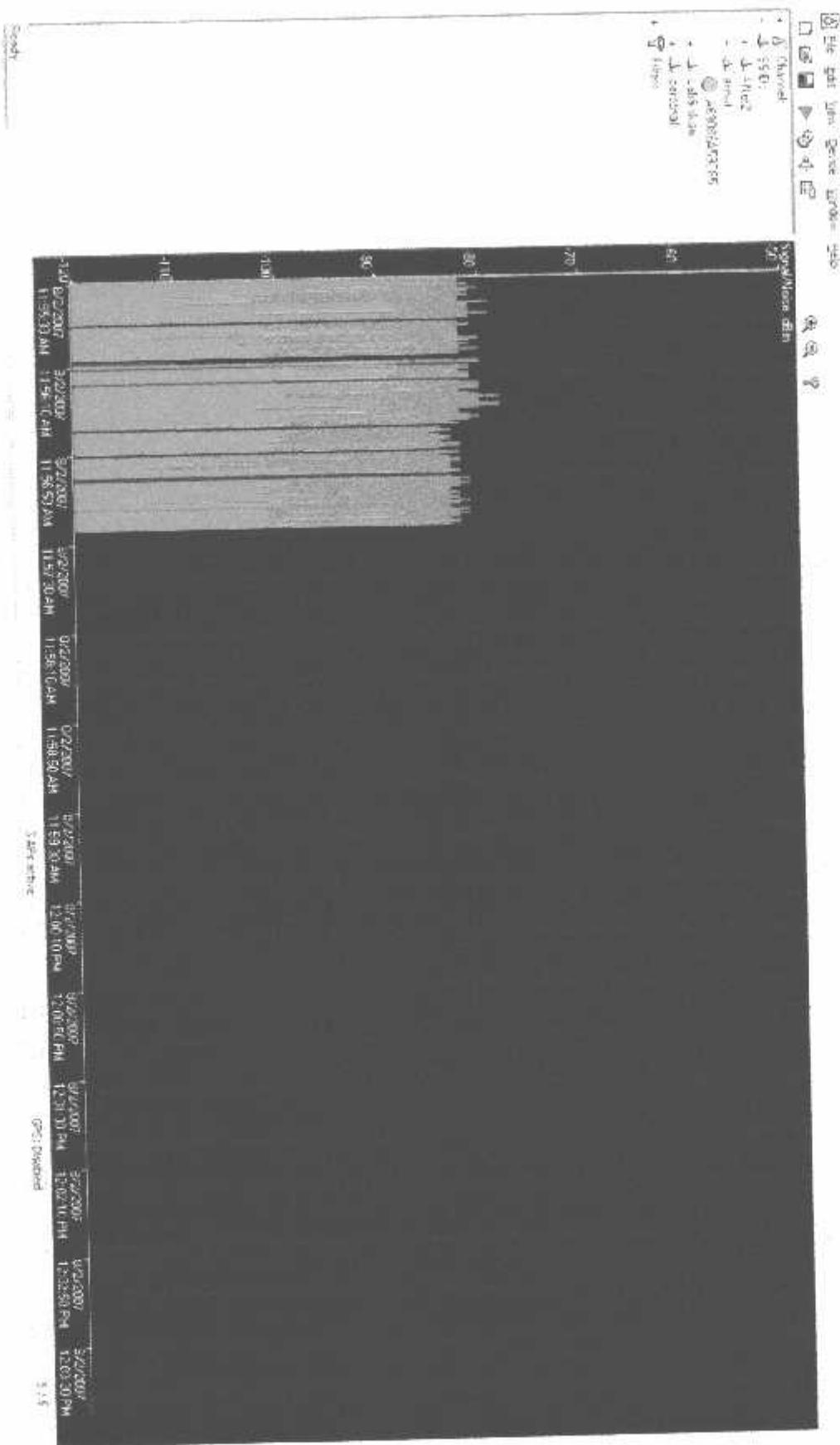
Pengukuran Pada Jarak 25 m



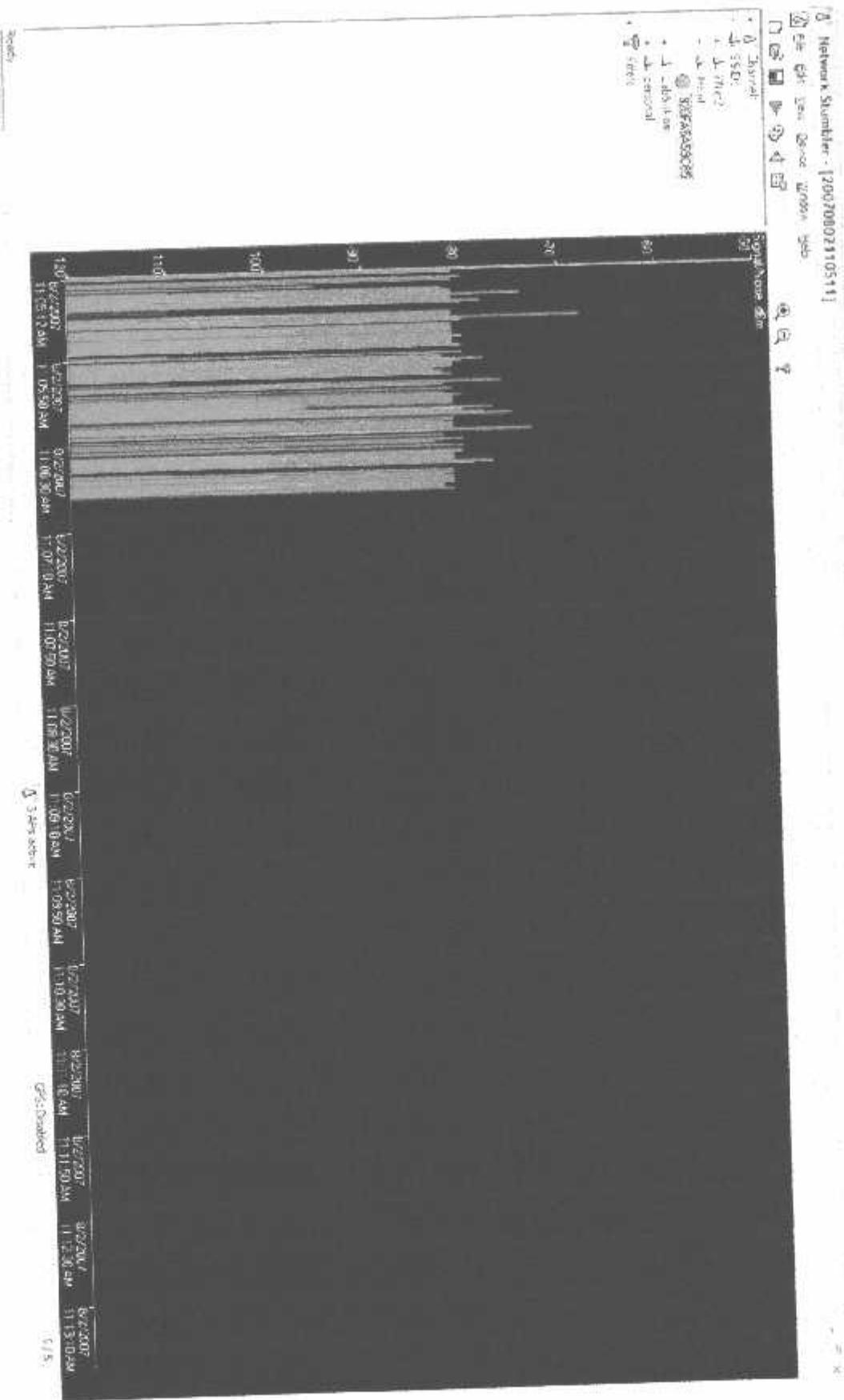
Pengukuran Pada Jarak 75 m



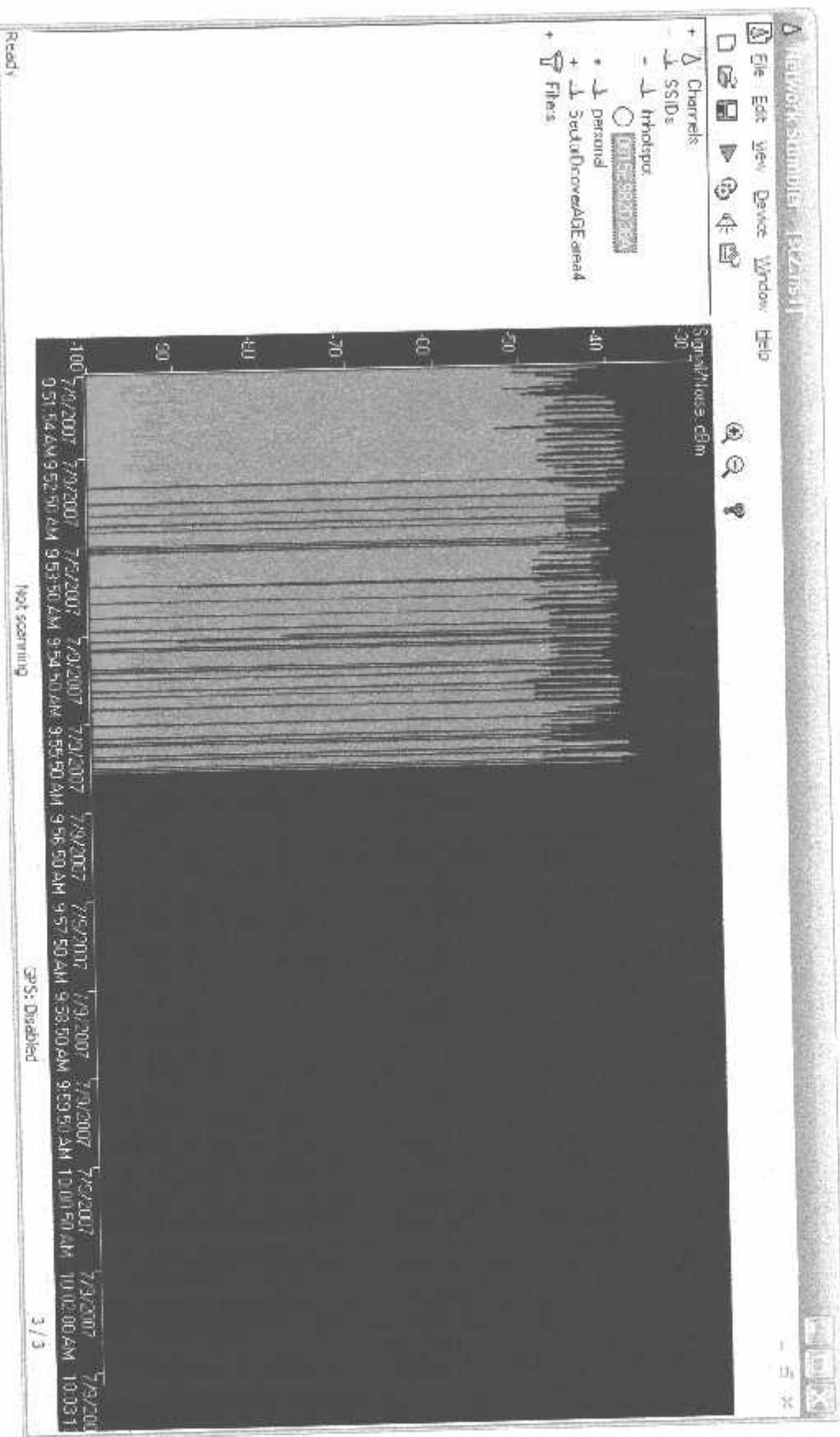
Pengukuran Pada Jarak 200 m



Pengukuran Pada Jarak 500 m



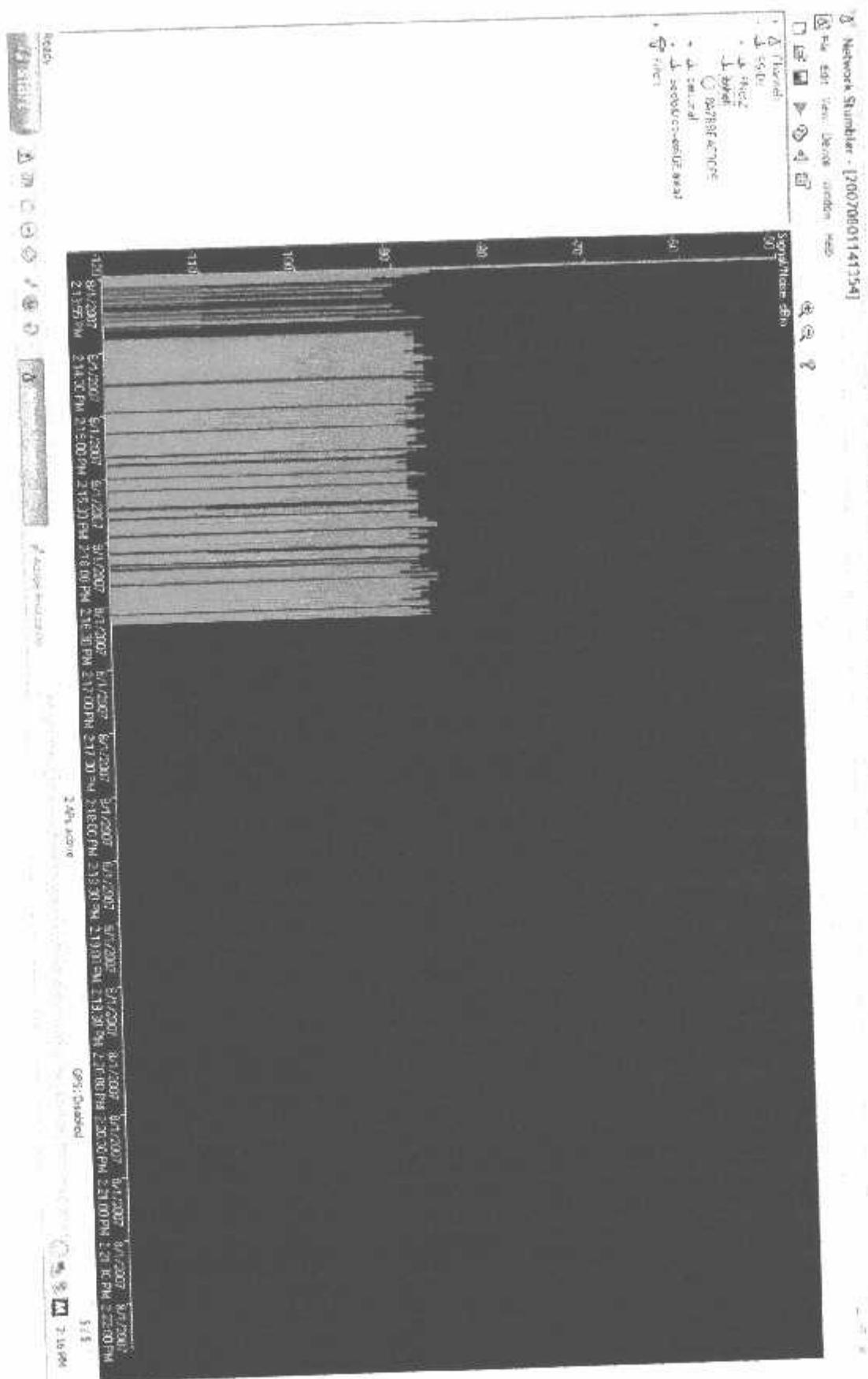
Pengukuran Pada Jarak 5 m



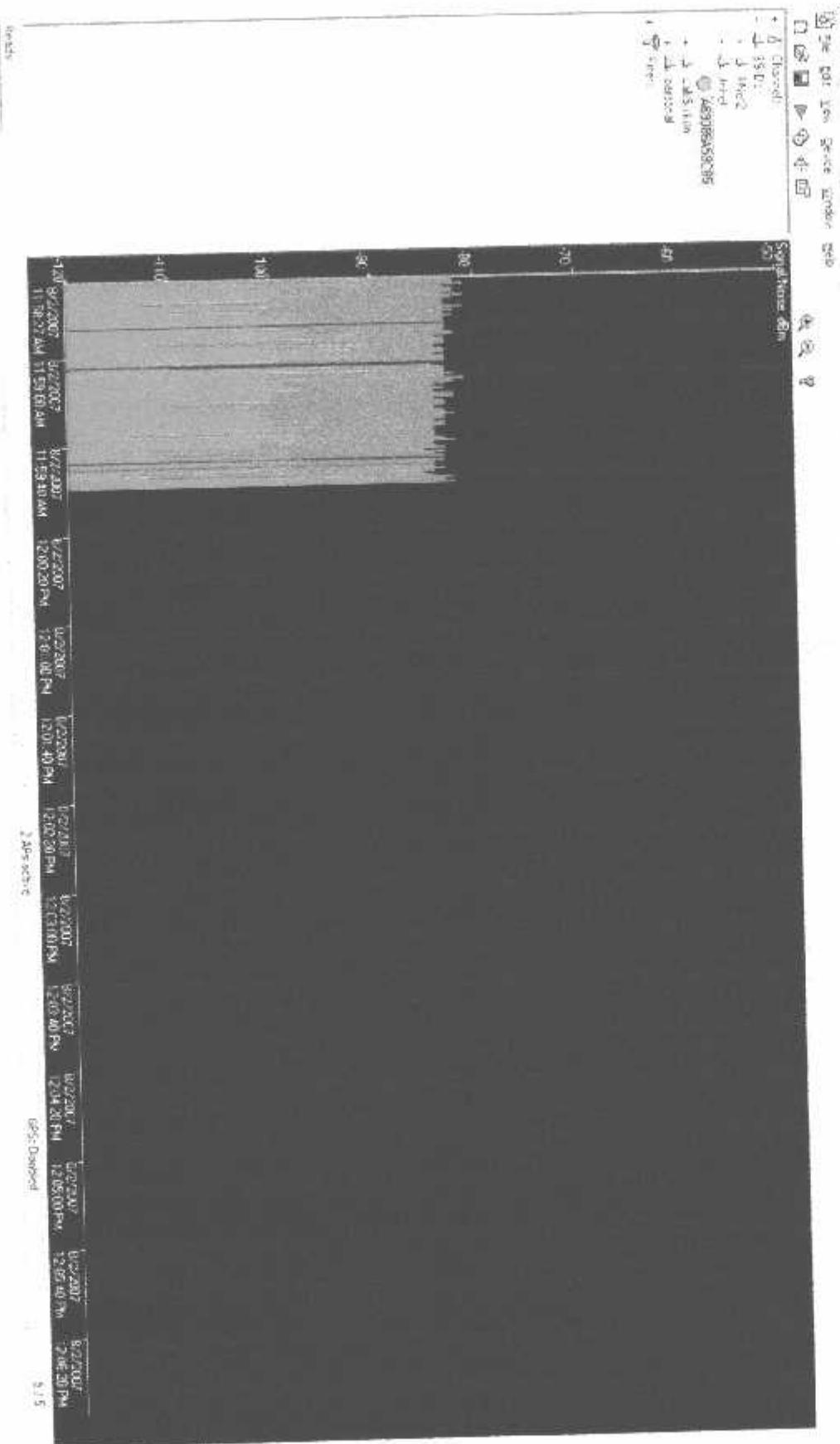
Pengukuran Pada Jarak 15 m



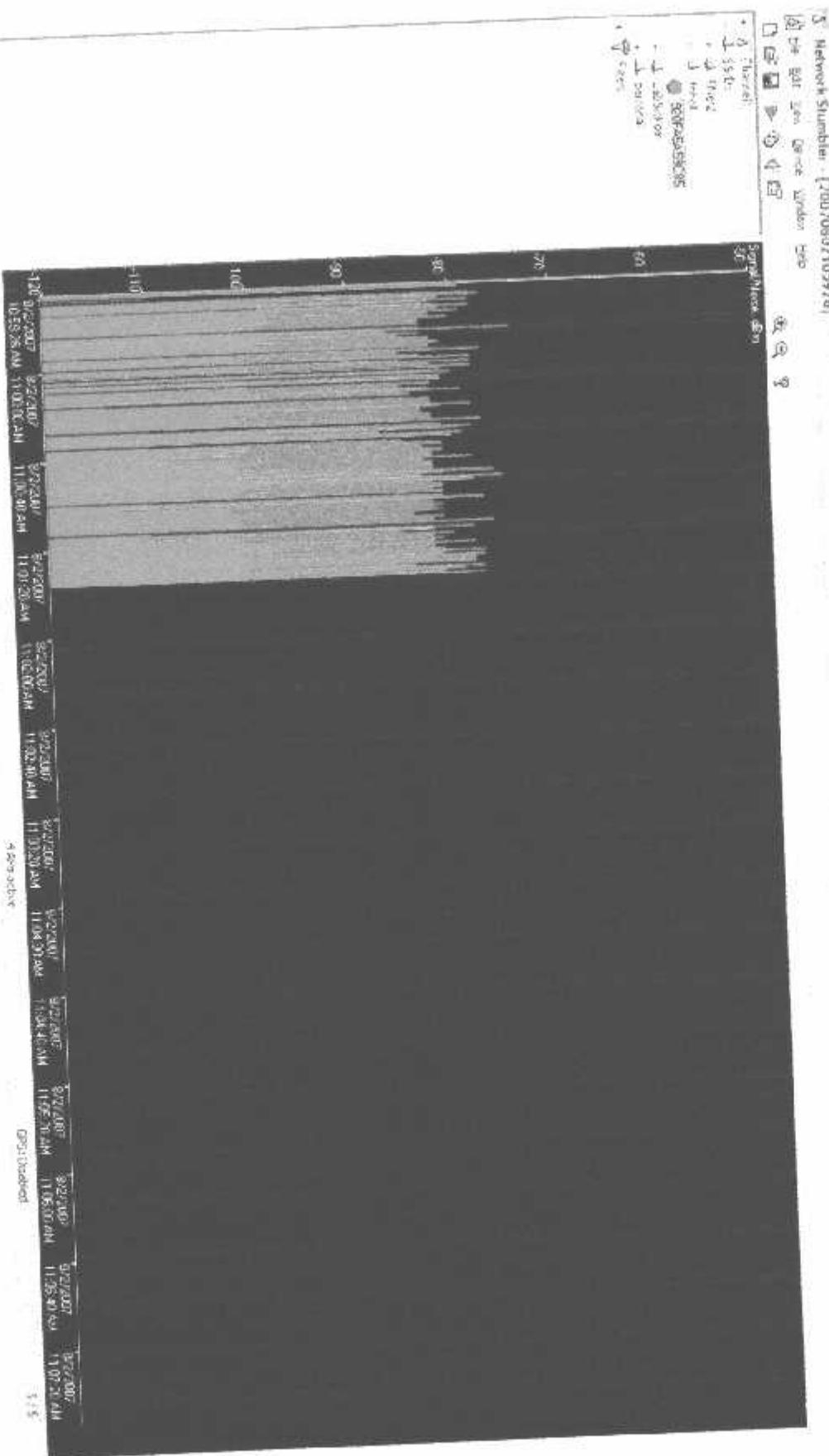
Pengukuran Pada Jarak 75 m



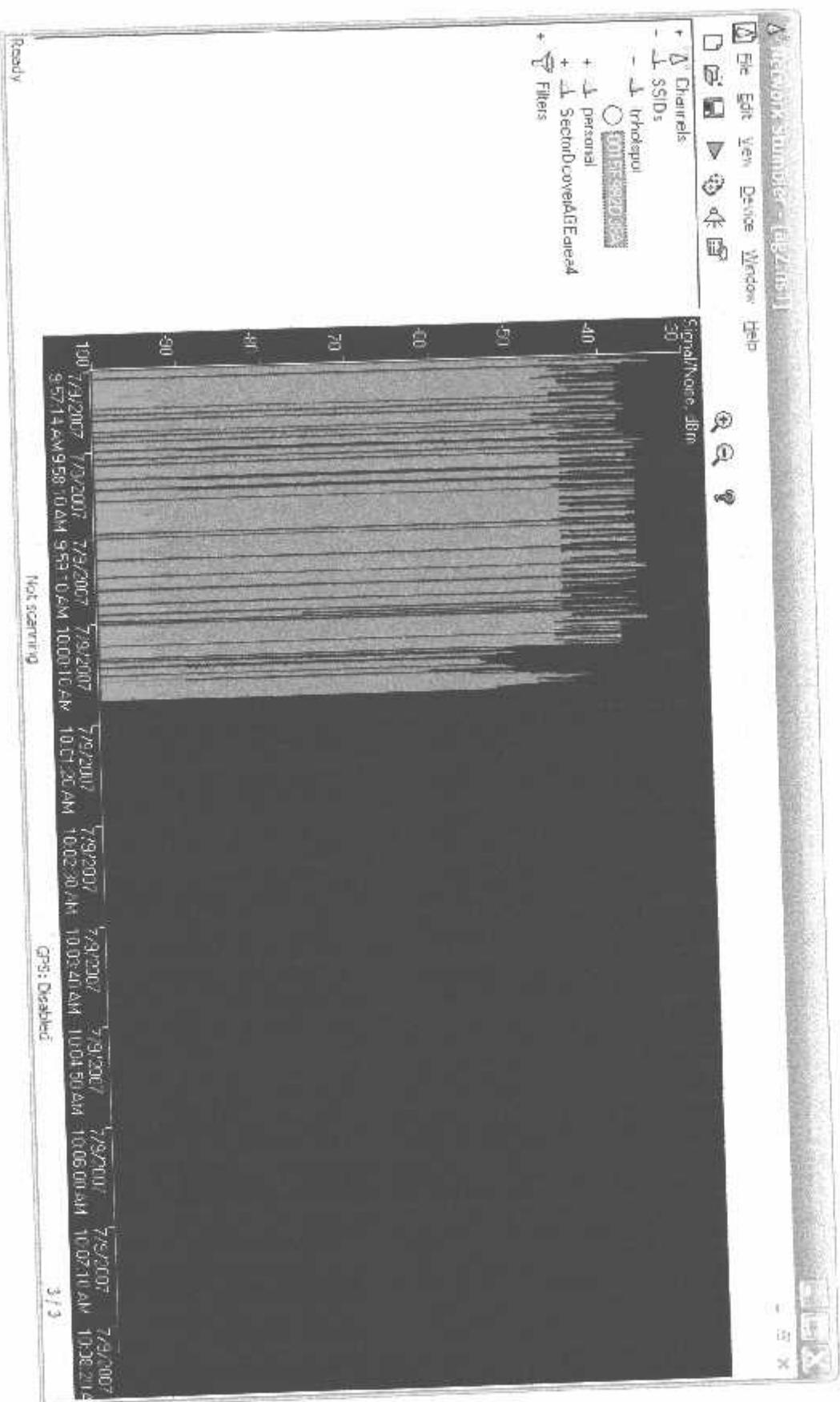
Pengukuran Pada Jarak 200 m



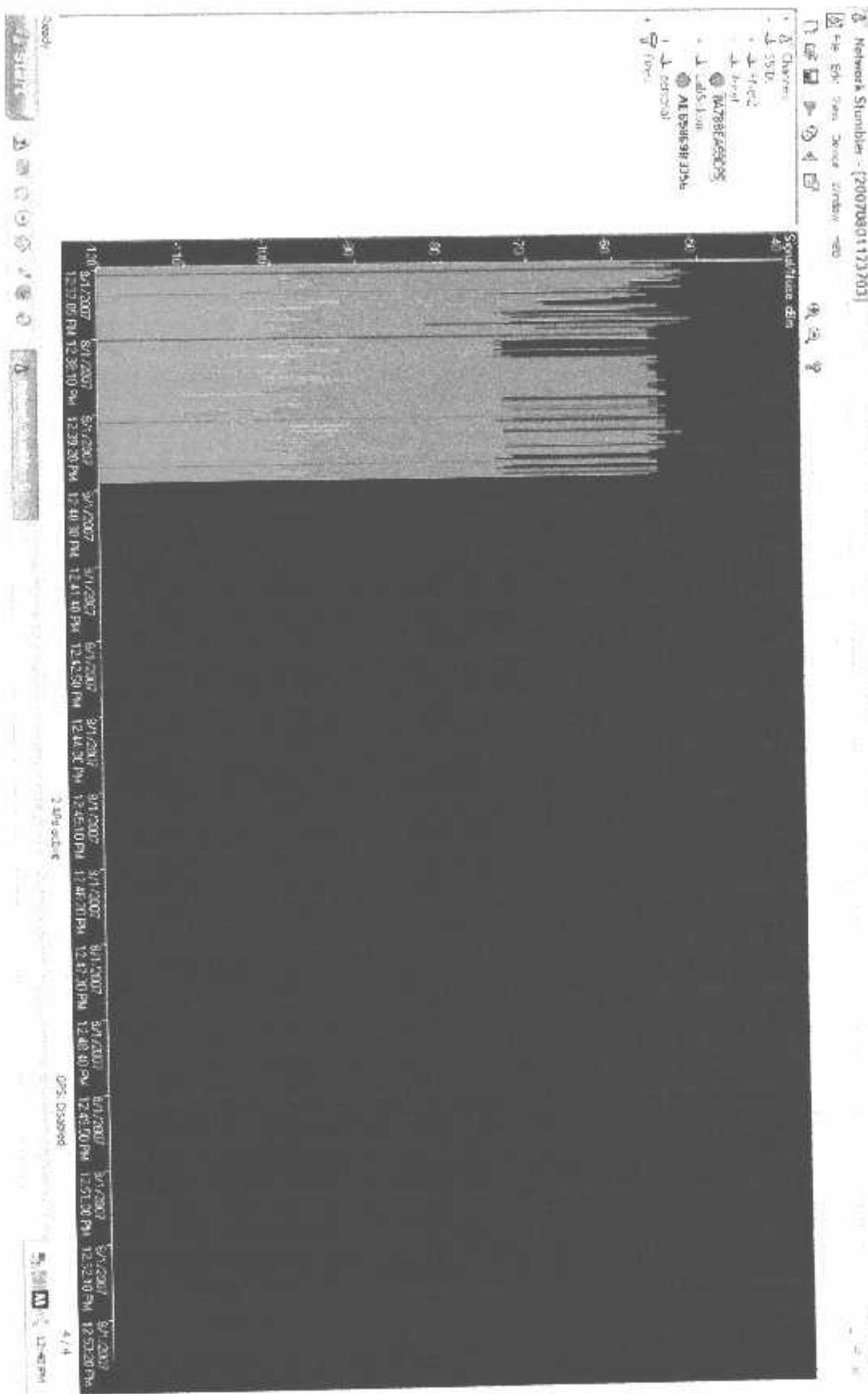
Pengukuran Pada Jarak 500 m



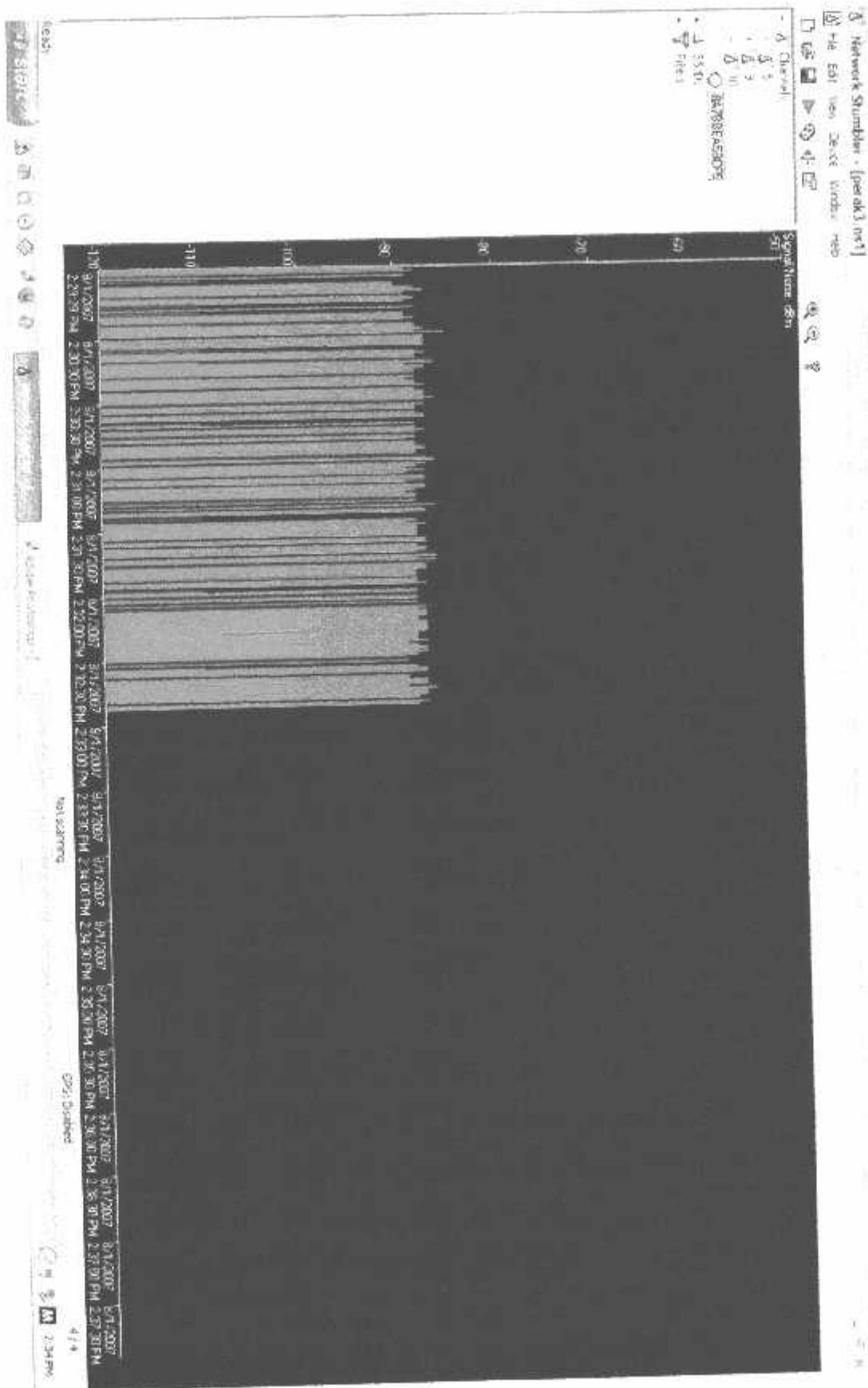
Pengukuran Pada Jarak 5m



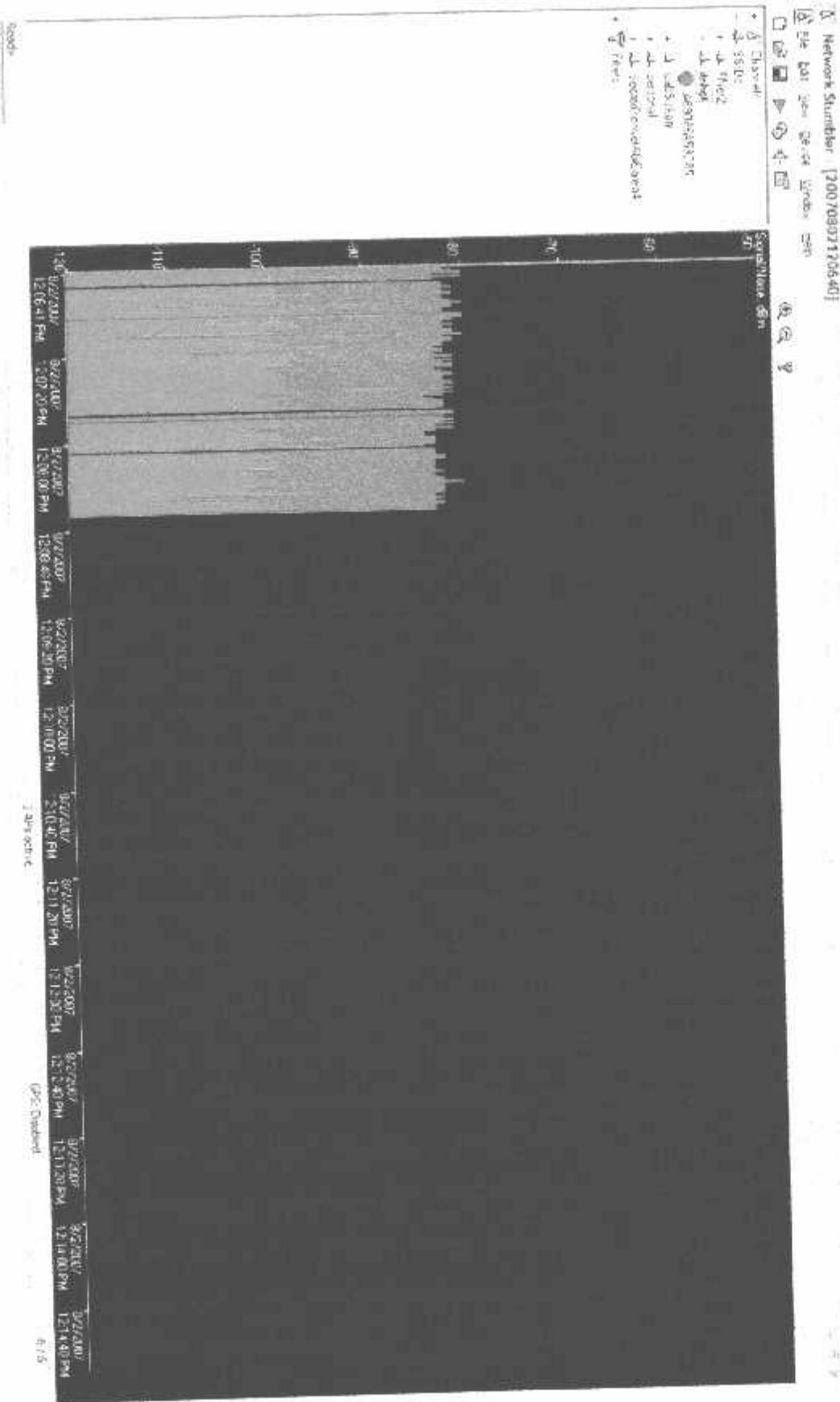
Pengukuran Pada Jarak 15 m



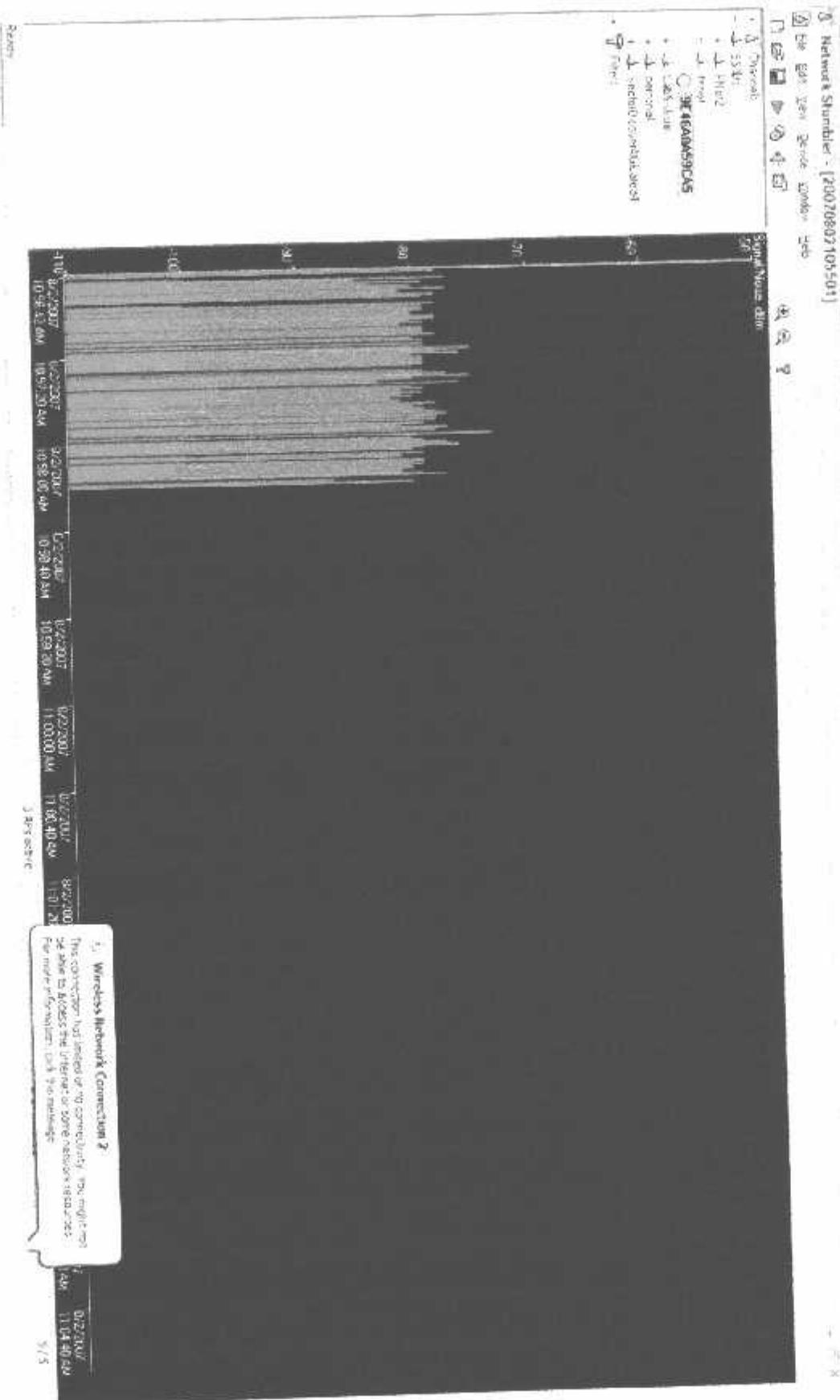
Pengukuran Pada Jarak 75 m



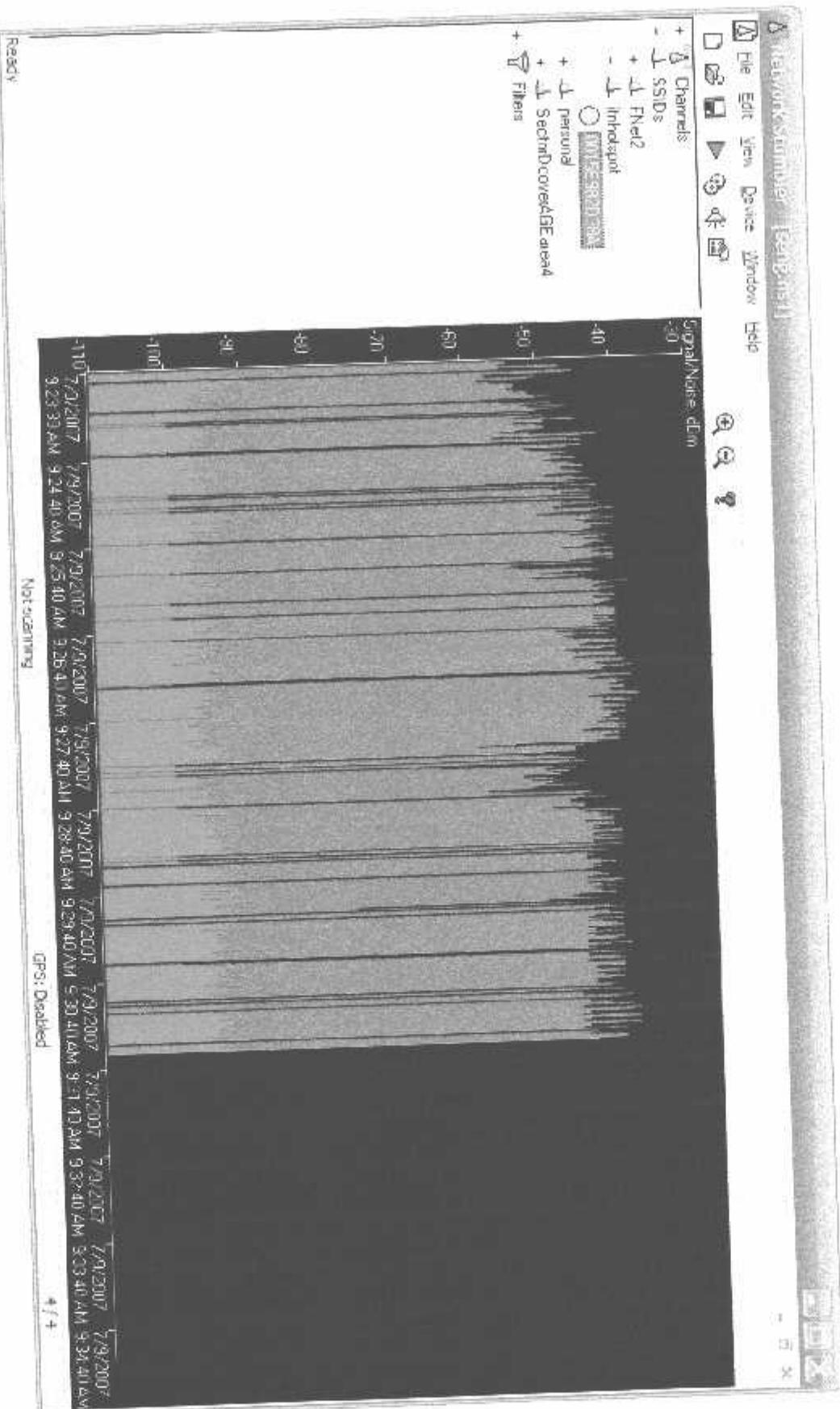
Pengukuran Pada Jarak 200 m



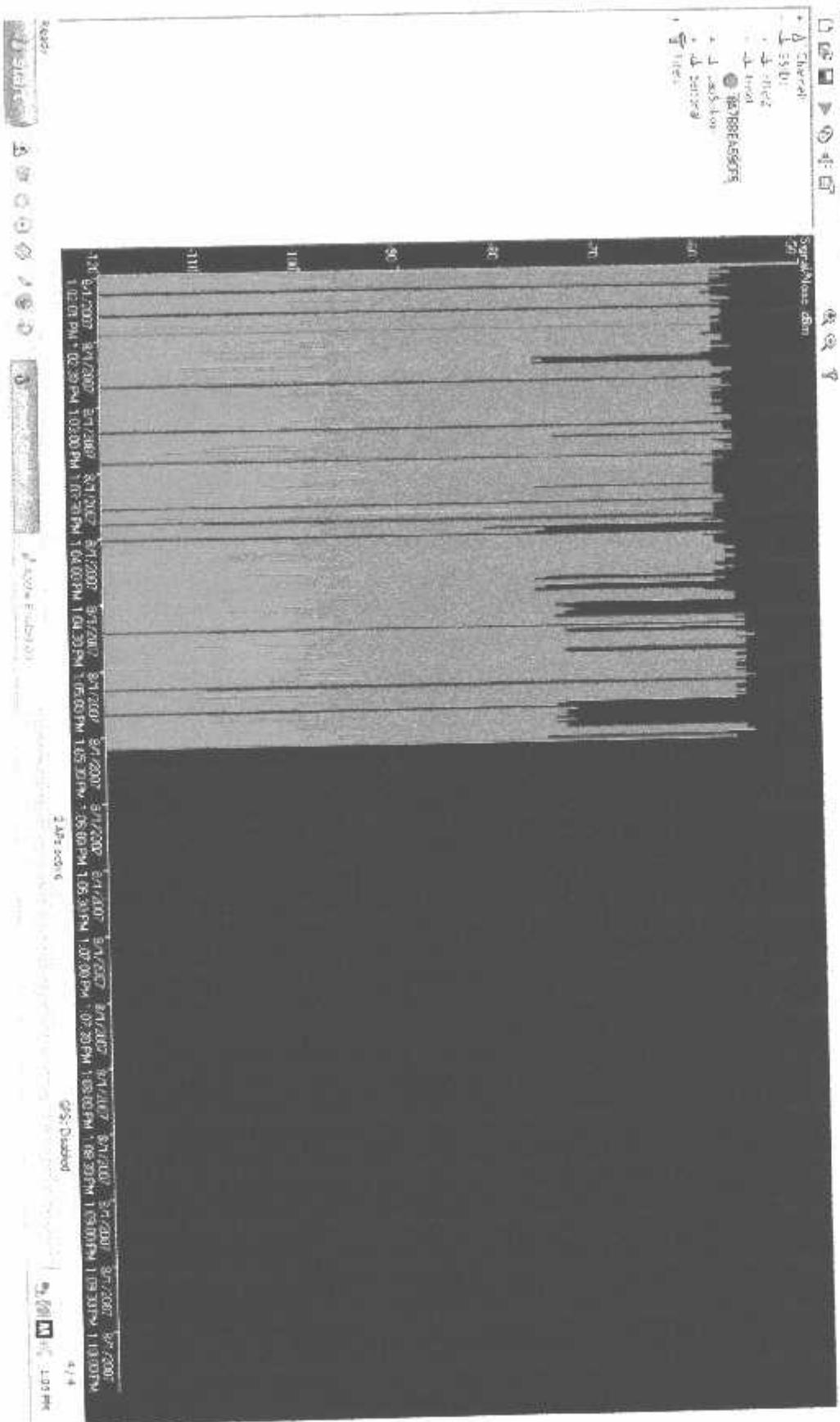
Pengukuran Pada Jarak 500 m



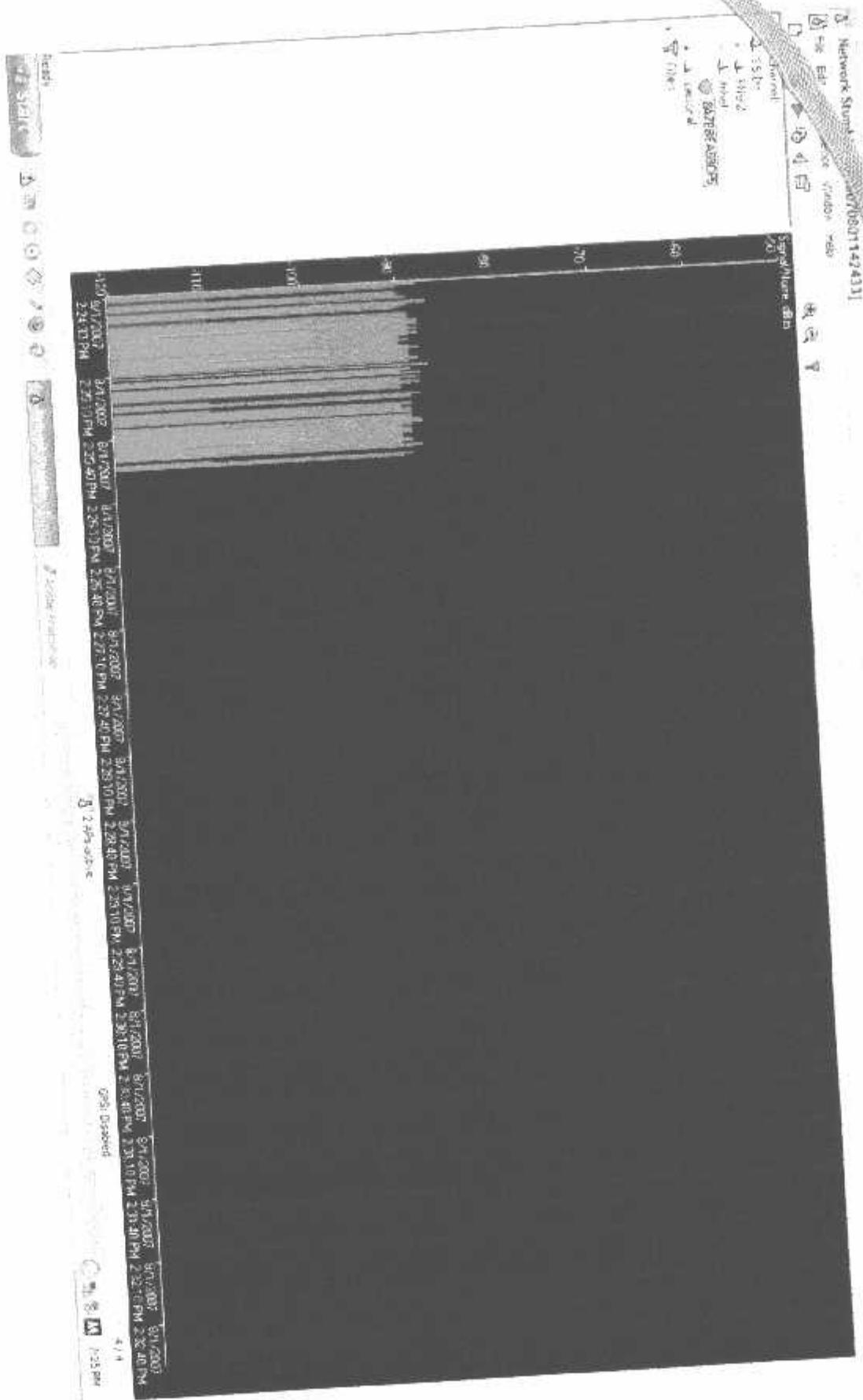
Pengukuran Pada Jarak 5 m



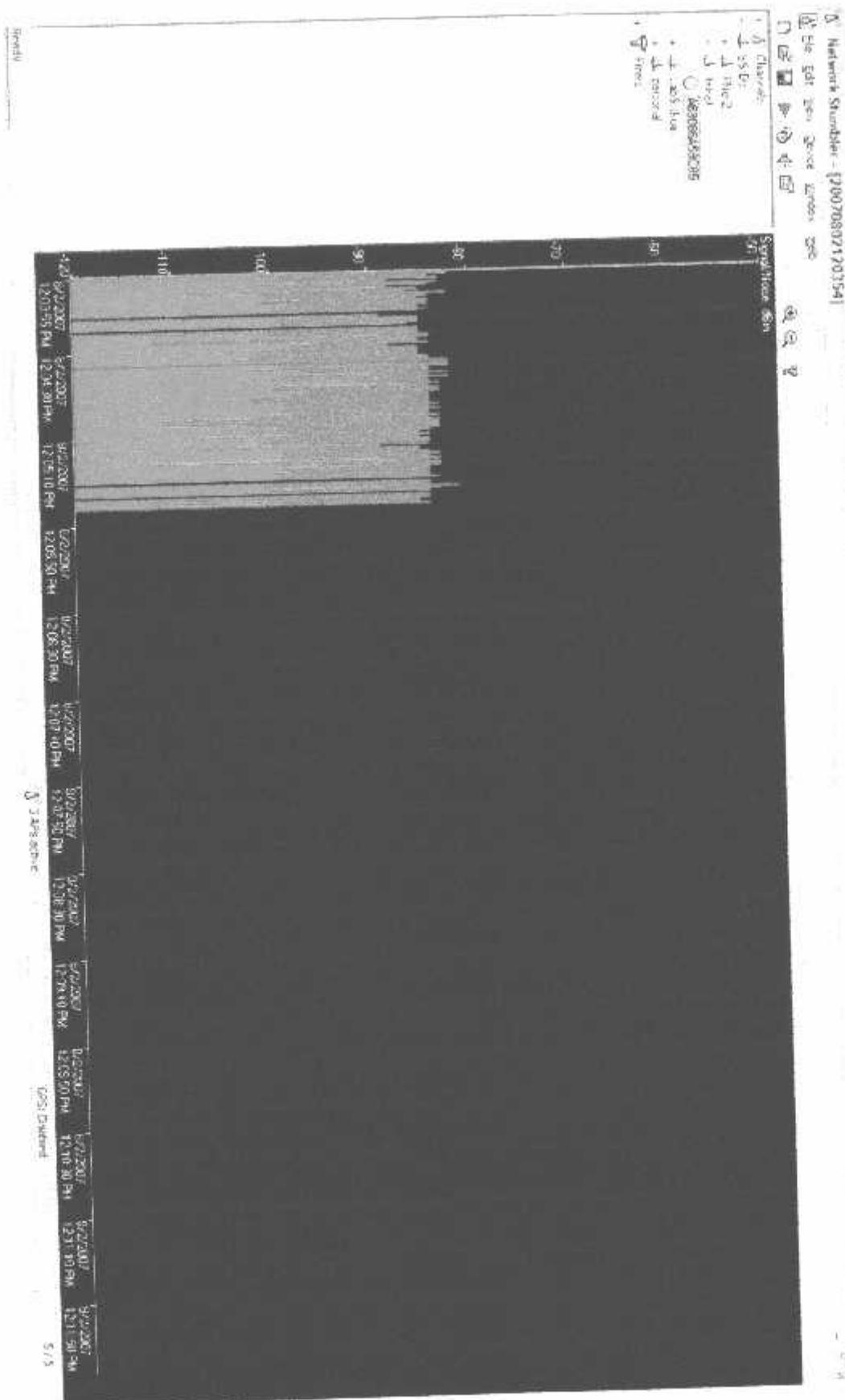
Pengukuran Pada Jarak 15 m



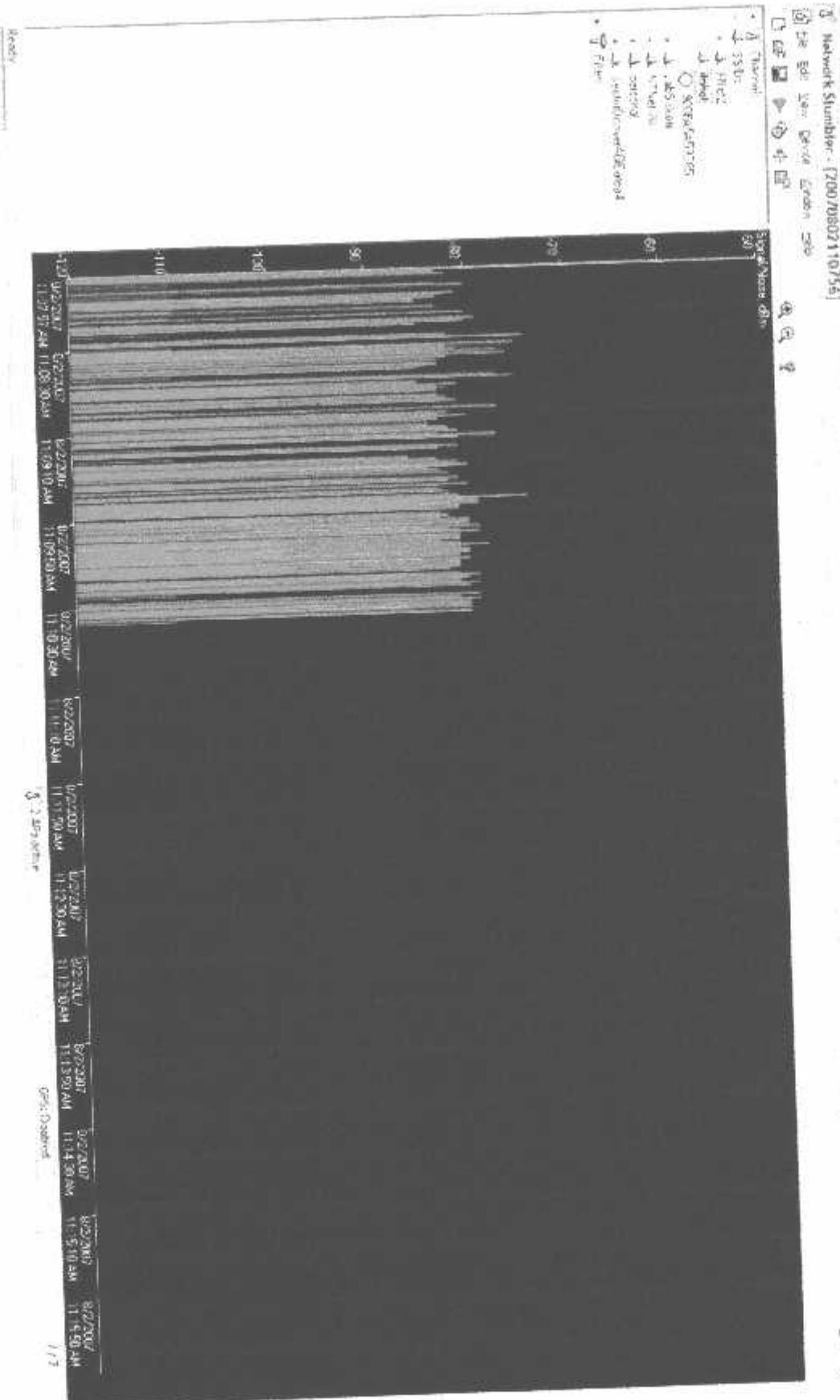
Pengukuran Pada Jarak 75 m



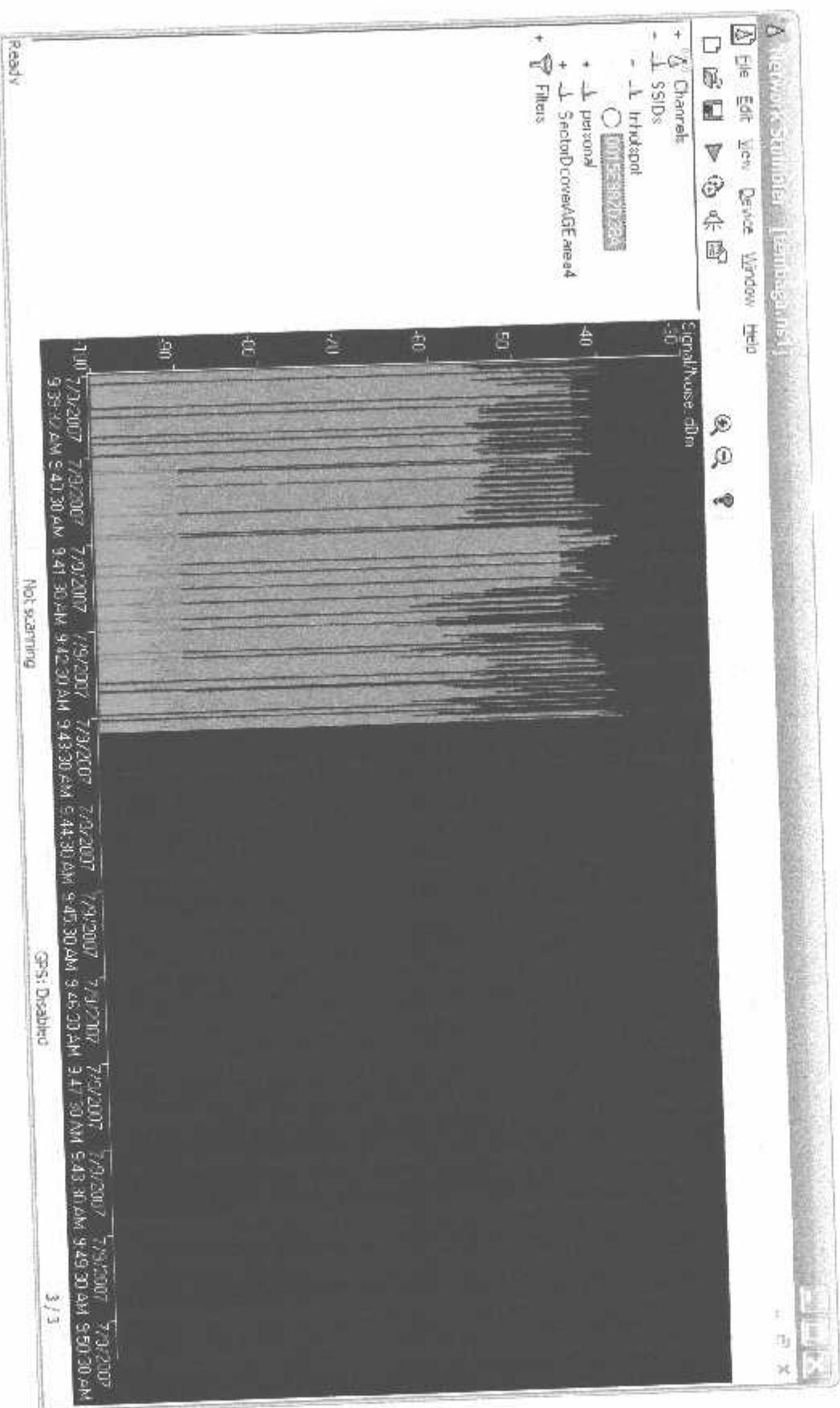
Pengukuran Pada Jarak 200 m



Pengukuran Pada Jarak 500 m



Pengukuran Pada Jarak 5 m

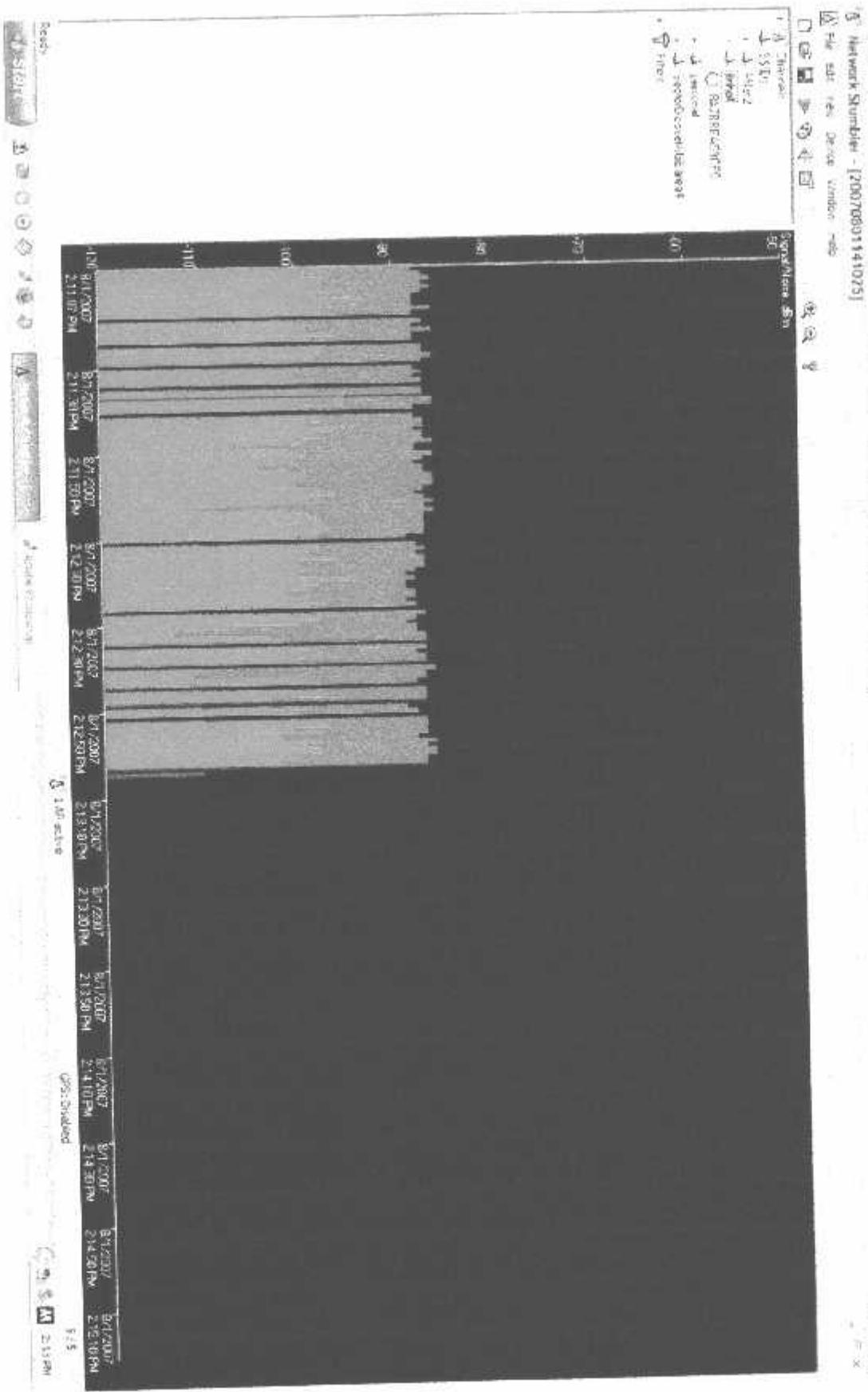


Ready

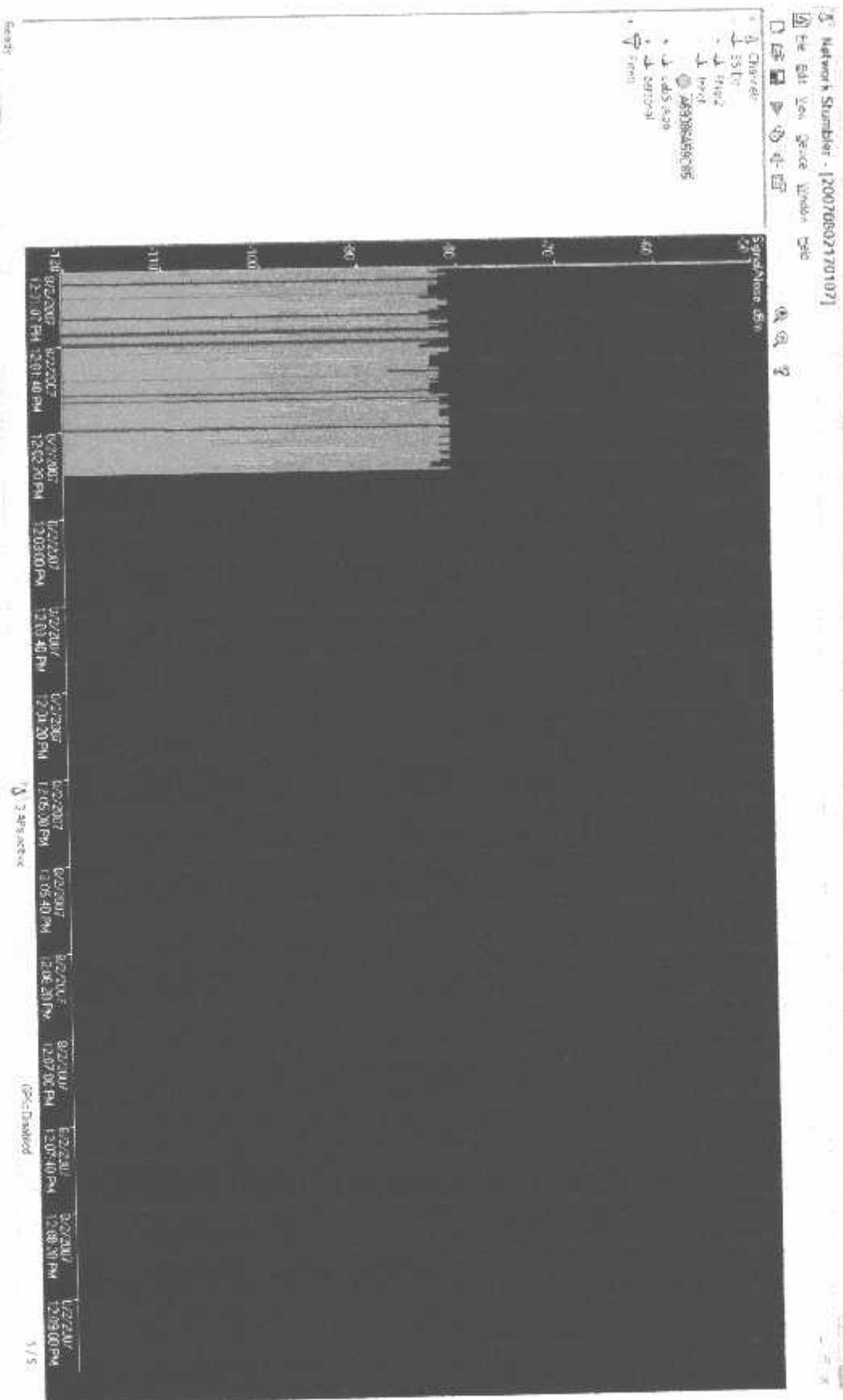
Pengukuran Pada Jarak 15 m



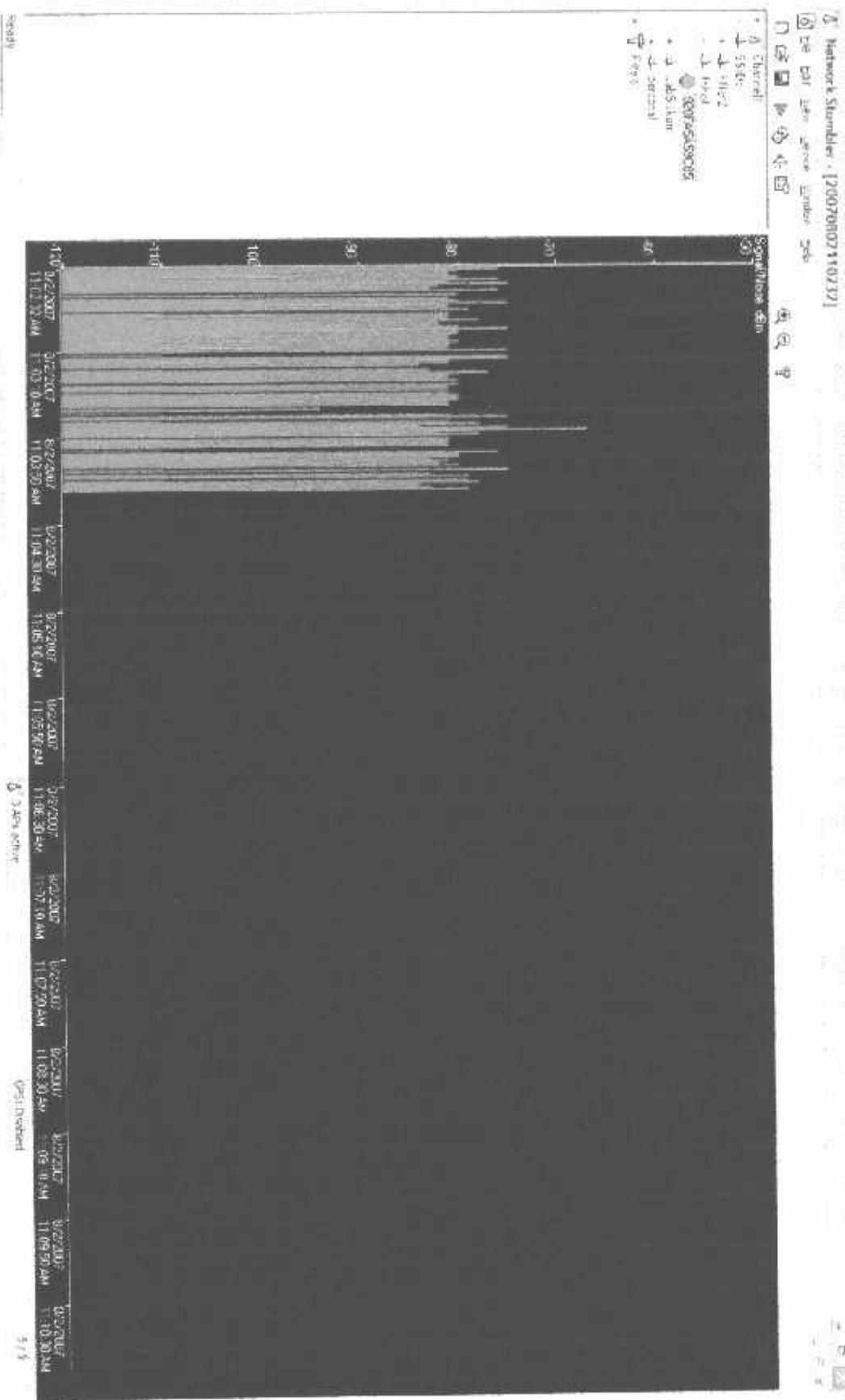
Pengukuran Pada Jarak 75 m



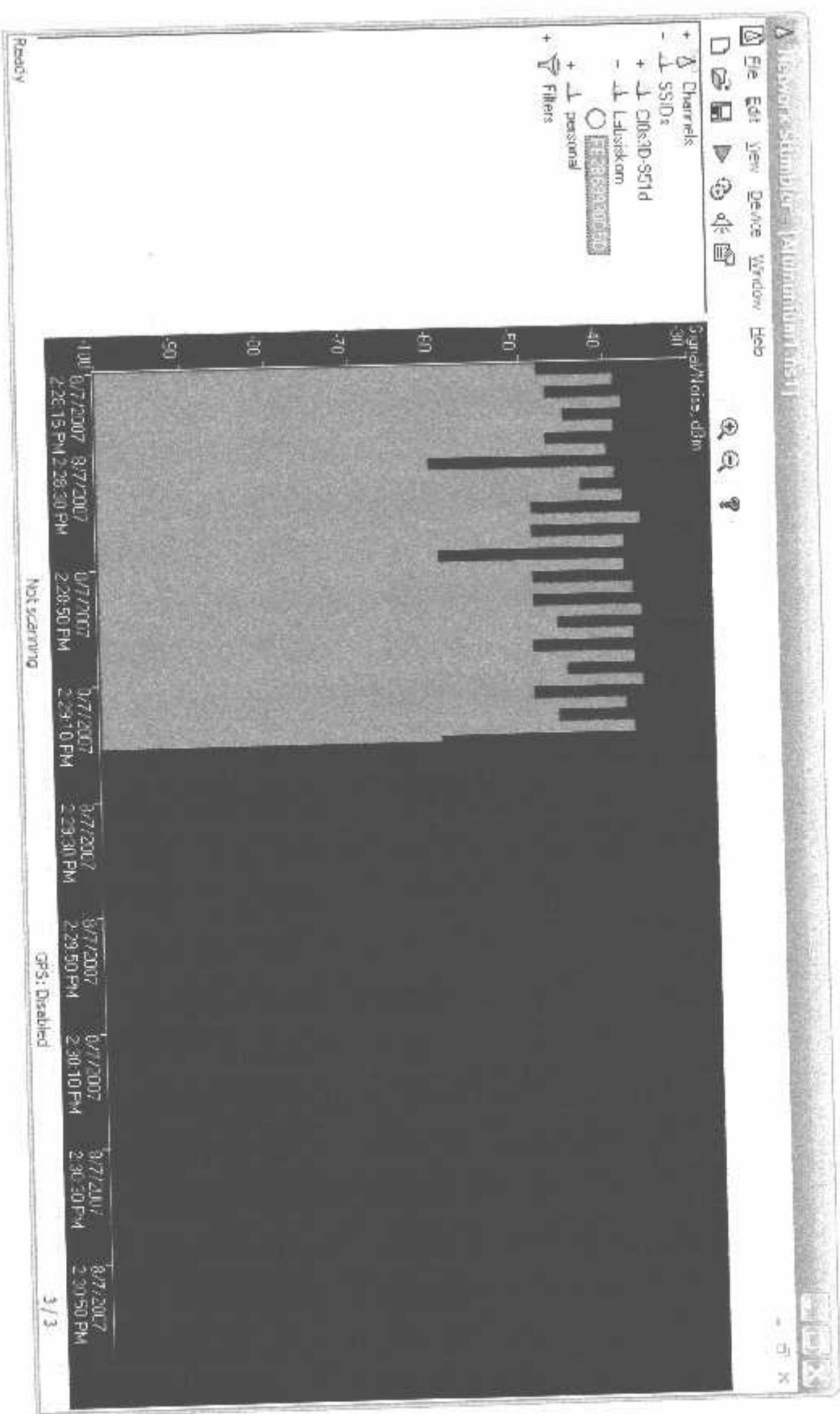
Pengukuran Pada Jarak 200 m



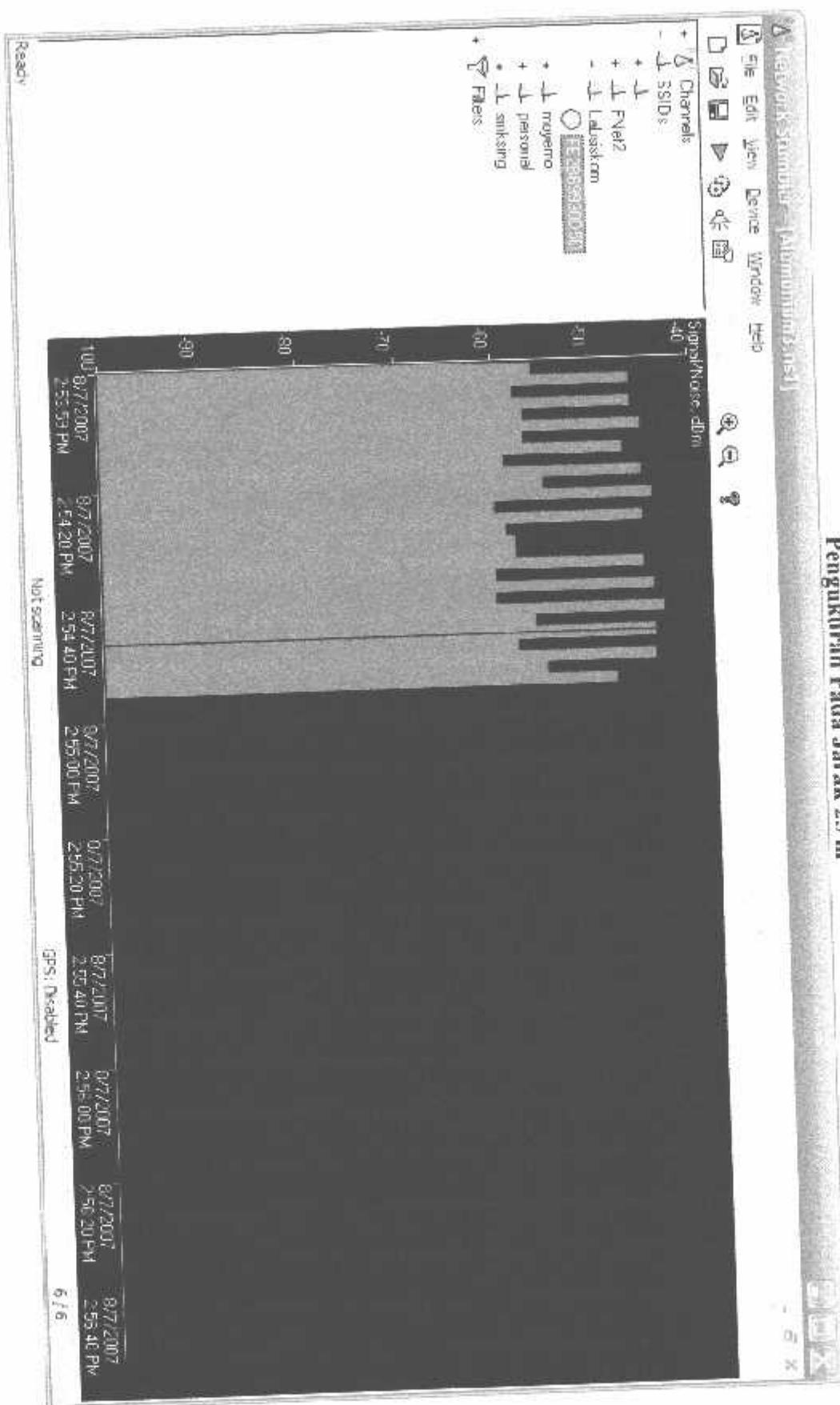
Pengukuran Pada Jarak 500 m



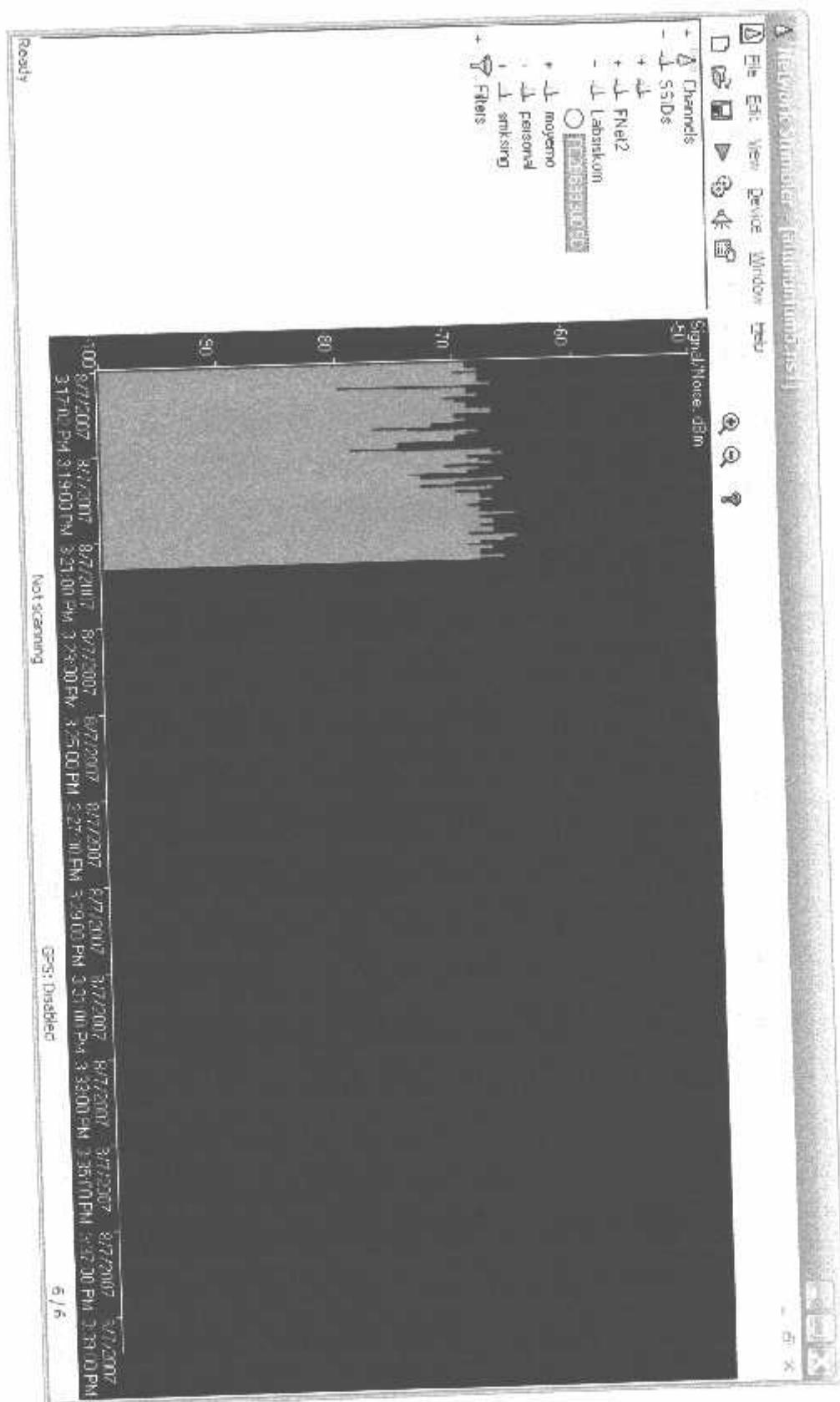
Pengukuran Pada Jarak 5 m



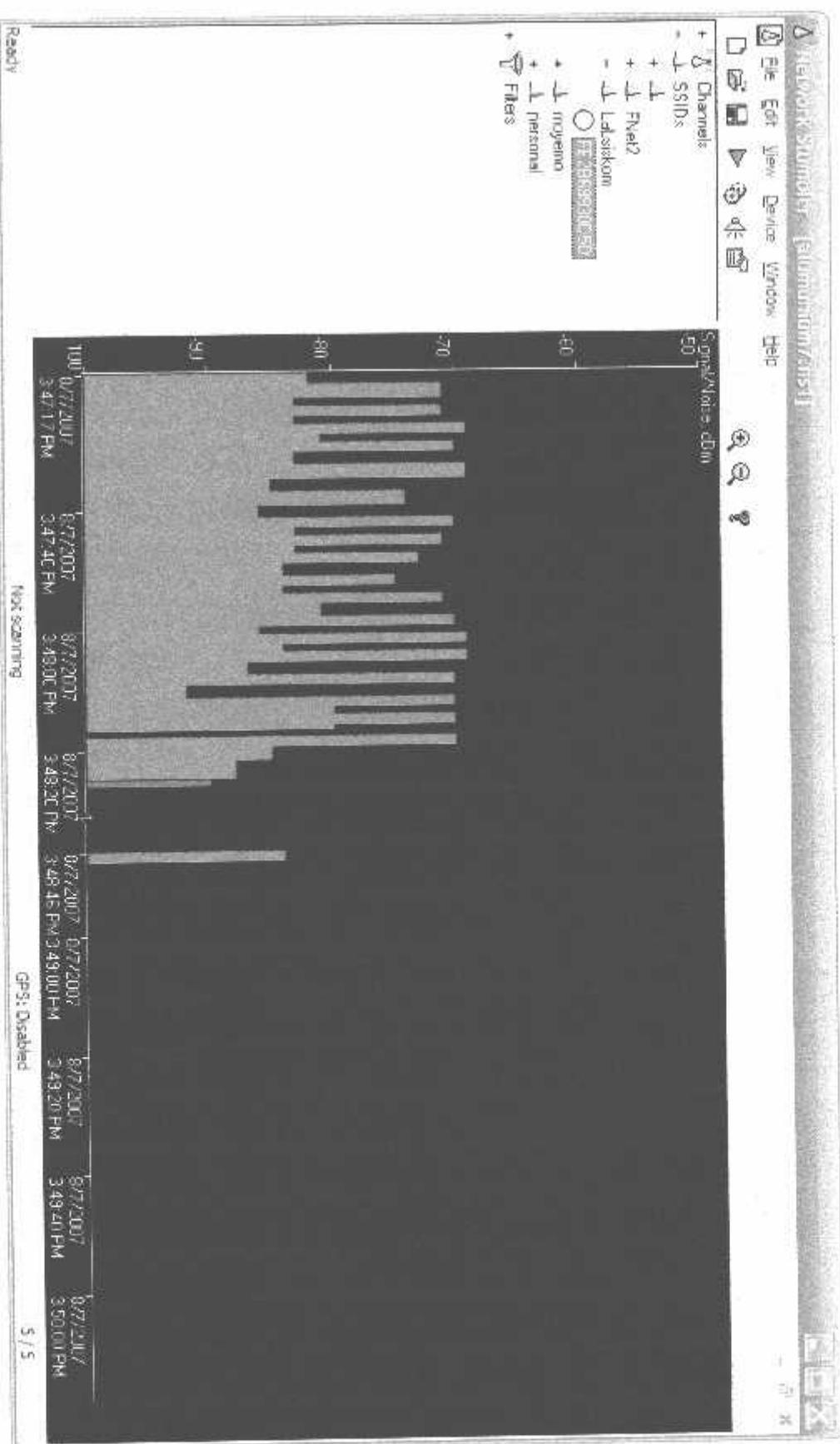
Pengukuran Pada Jarak 25 m



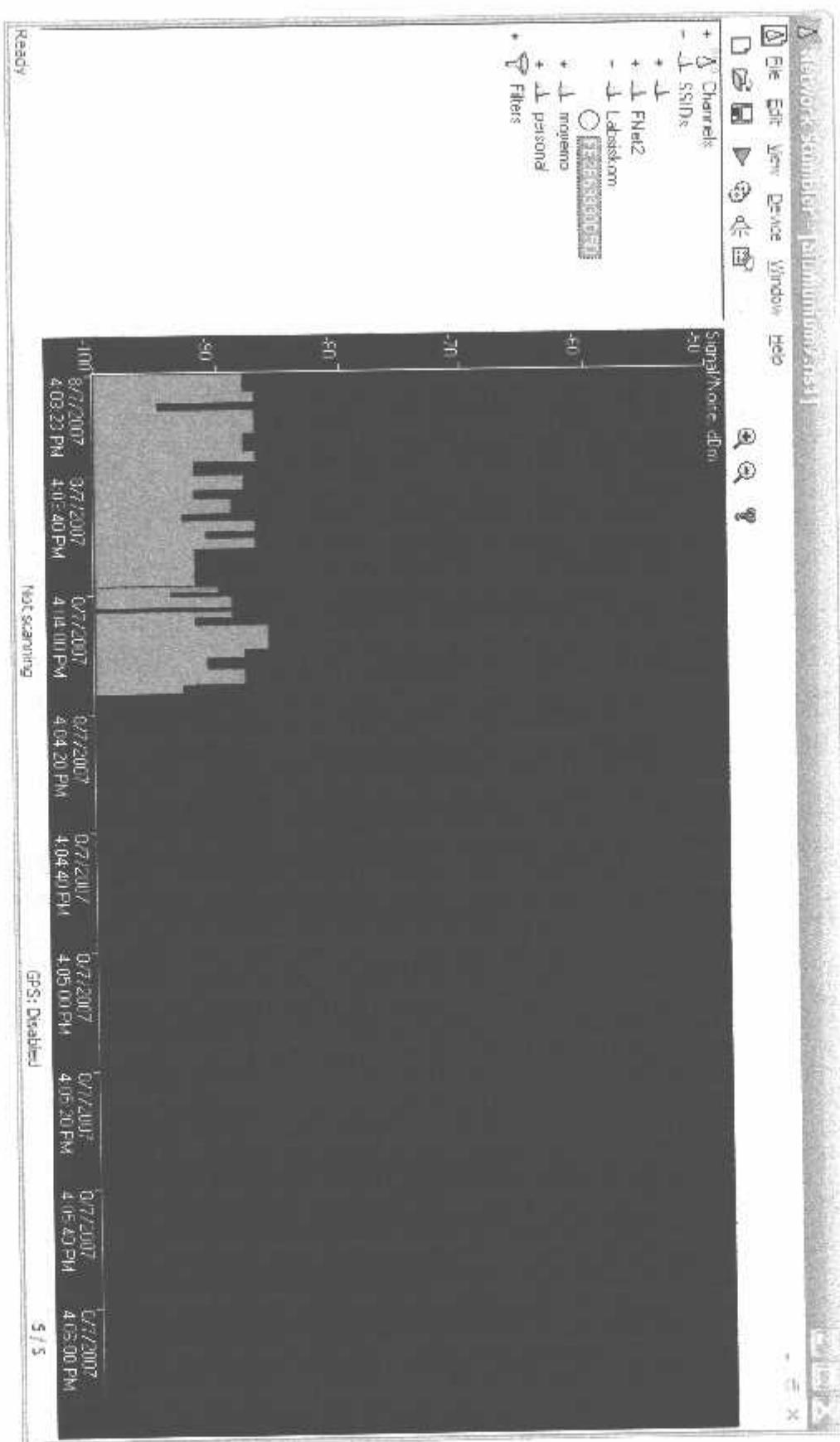
Pengukuran Pada Jarak 75 m



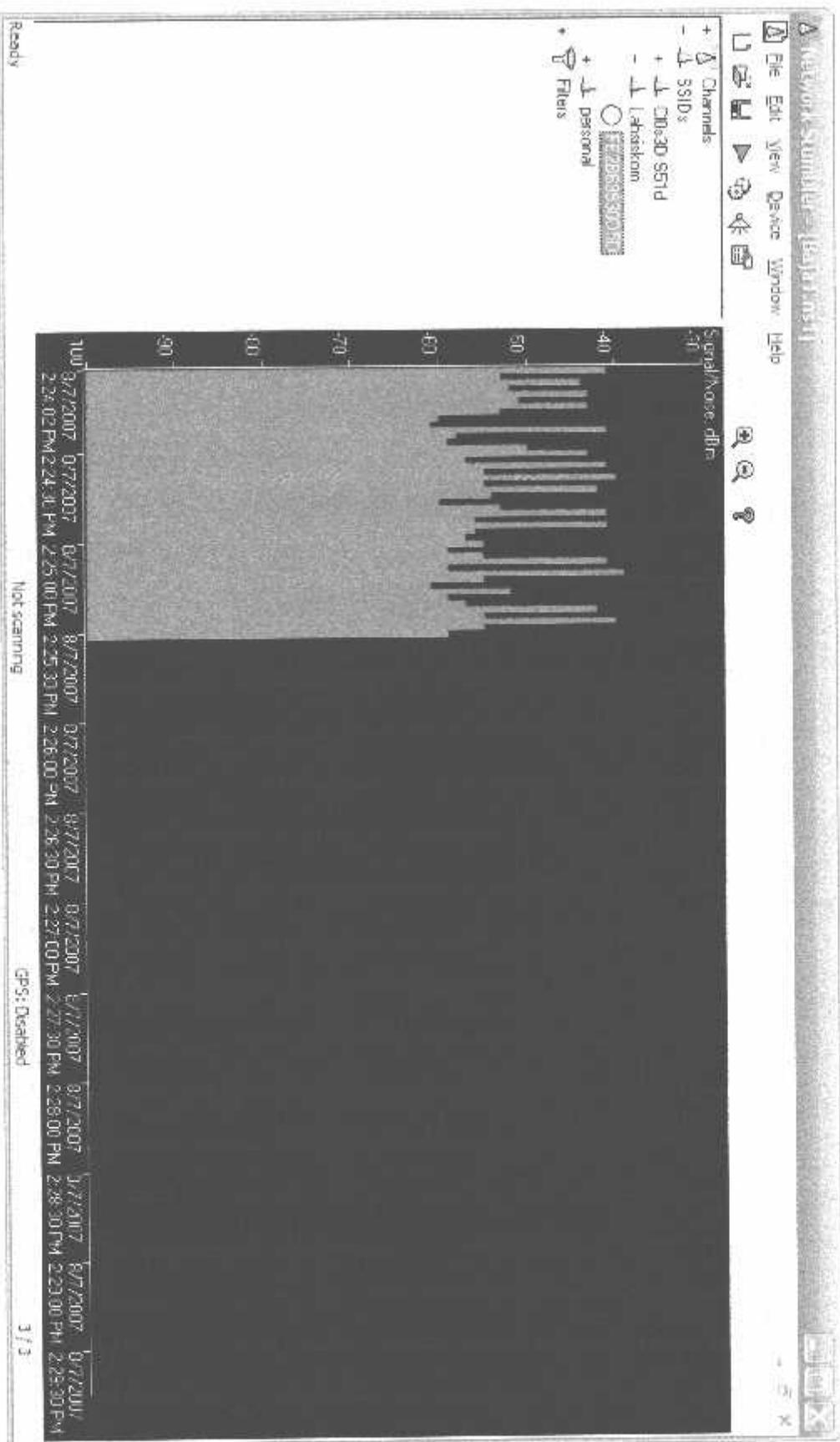
Pengukuran Pada Jarak 200 m



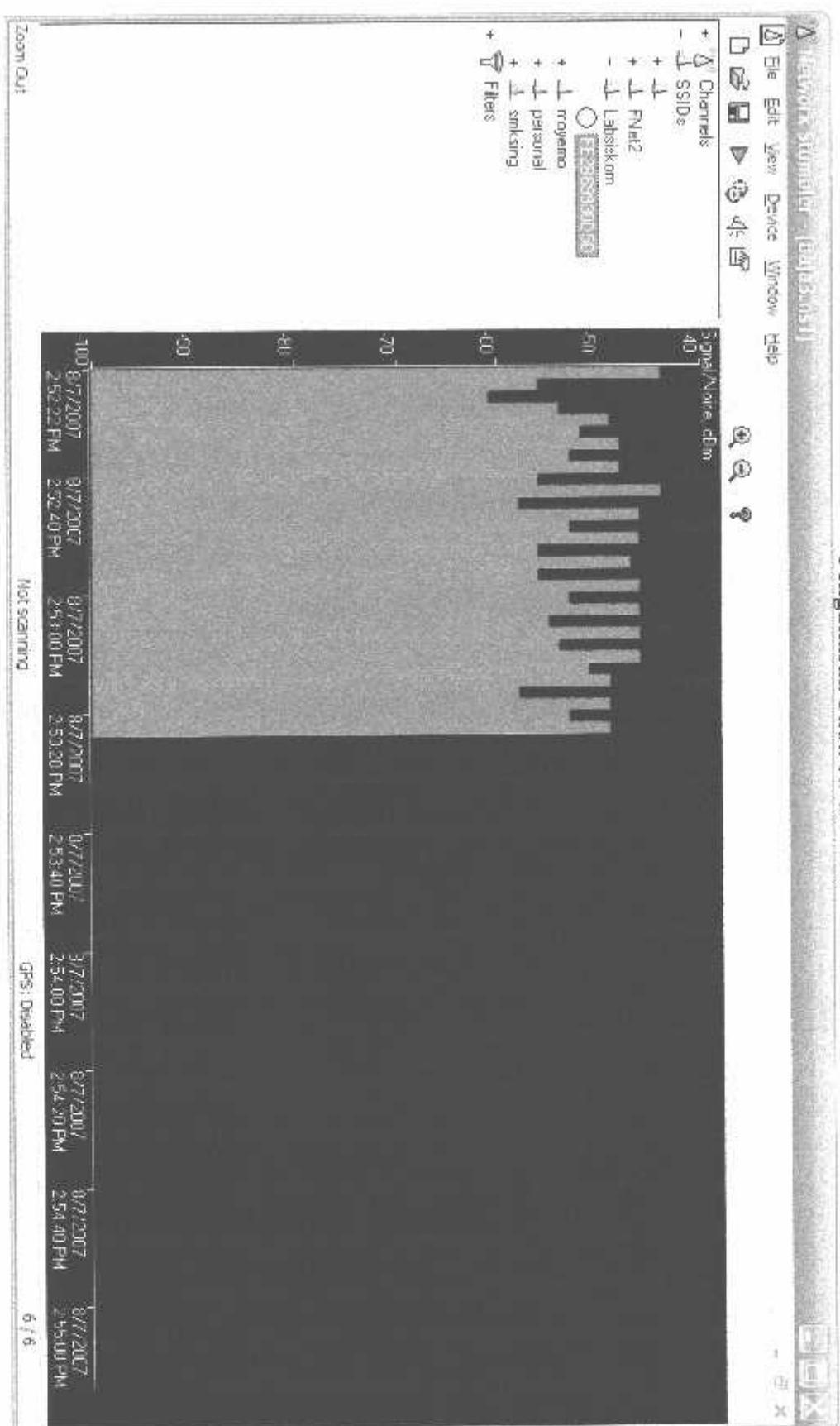
Pengukuran Pada Jarak 500 m



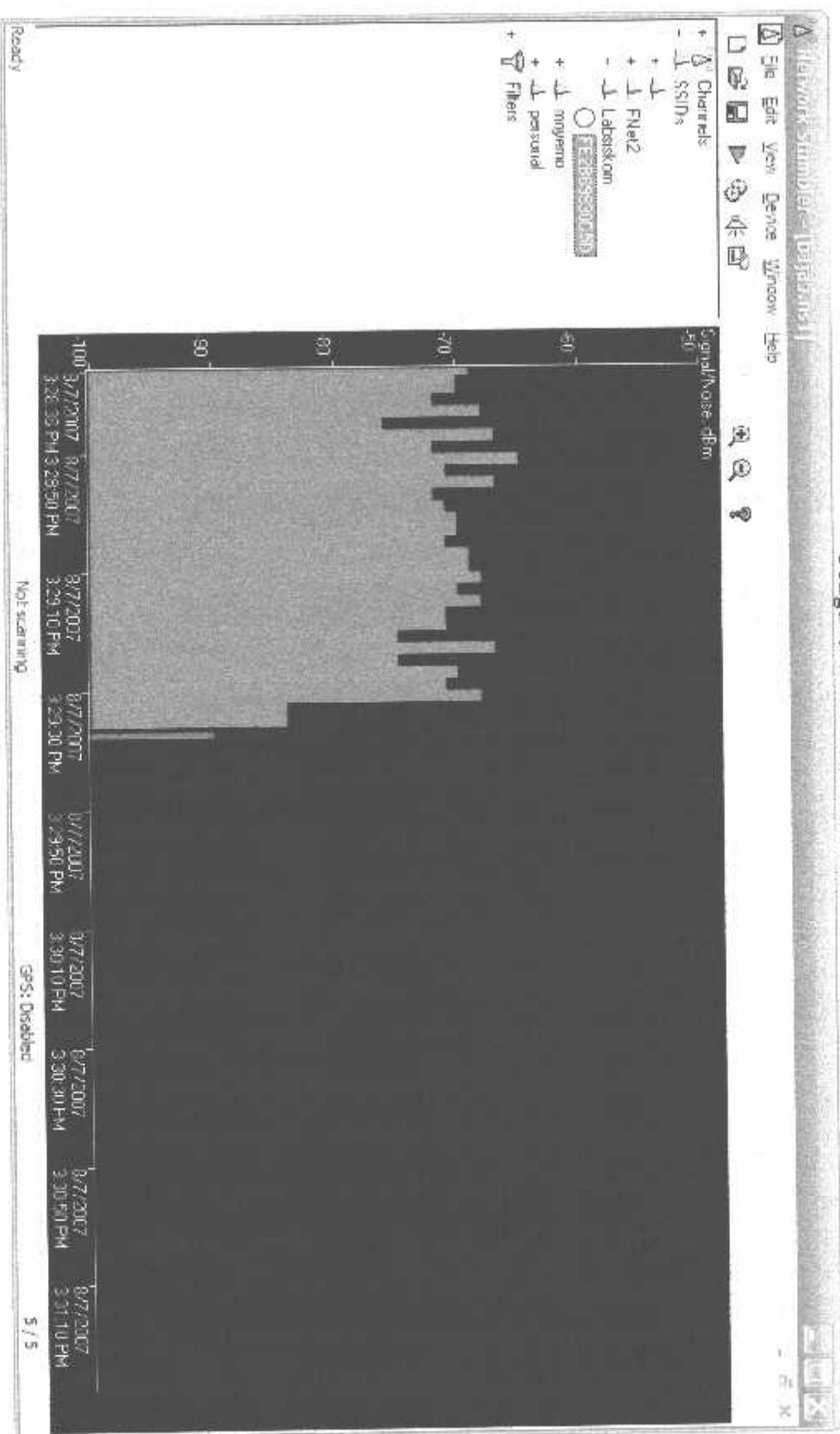
Pengukuran Pada Jarak 5 m



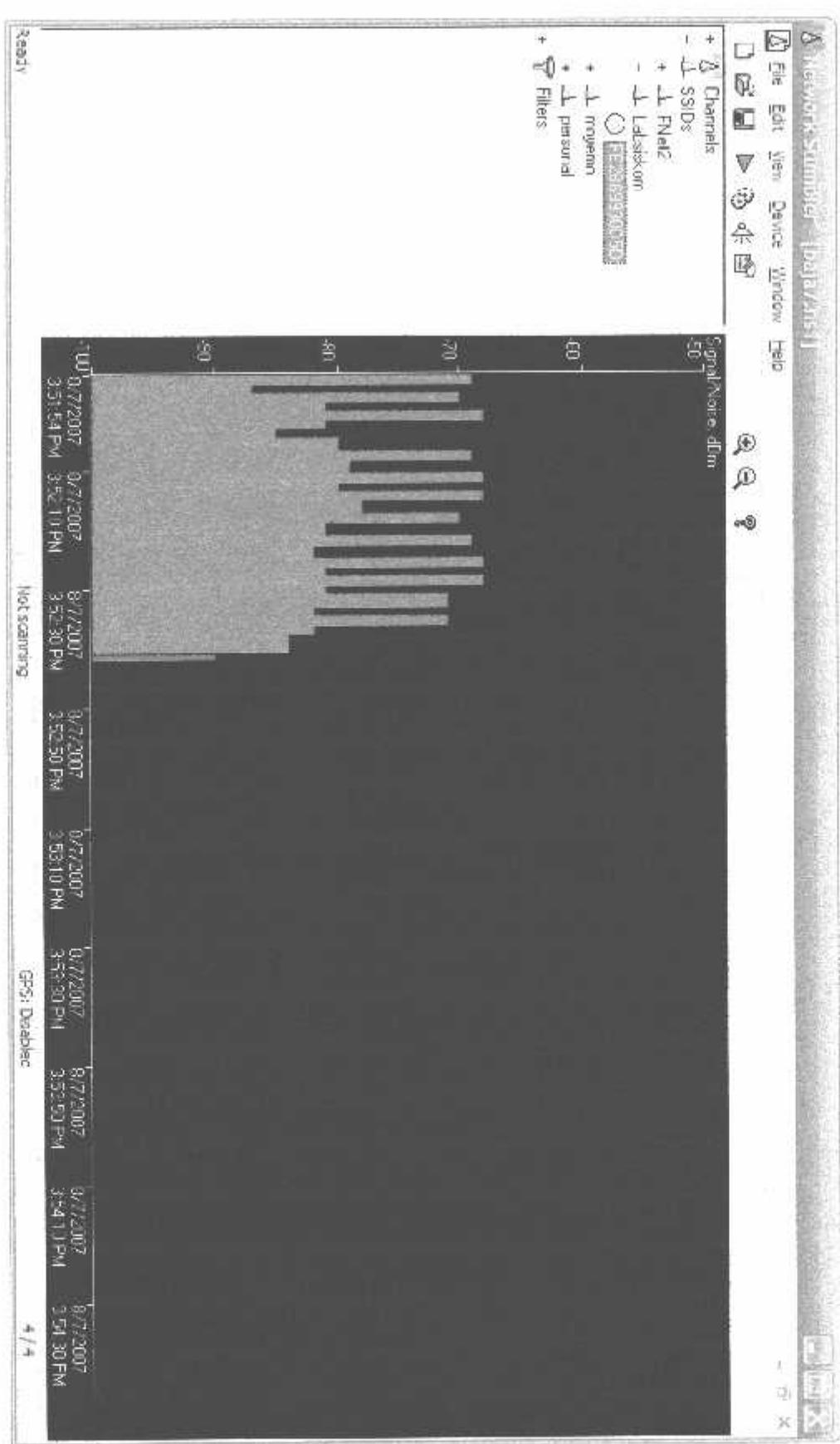
Pengukuran Pada Jarak 15 m



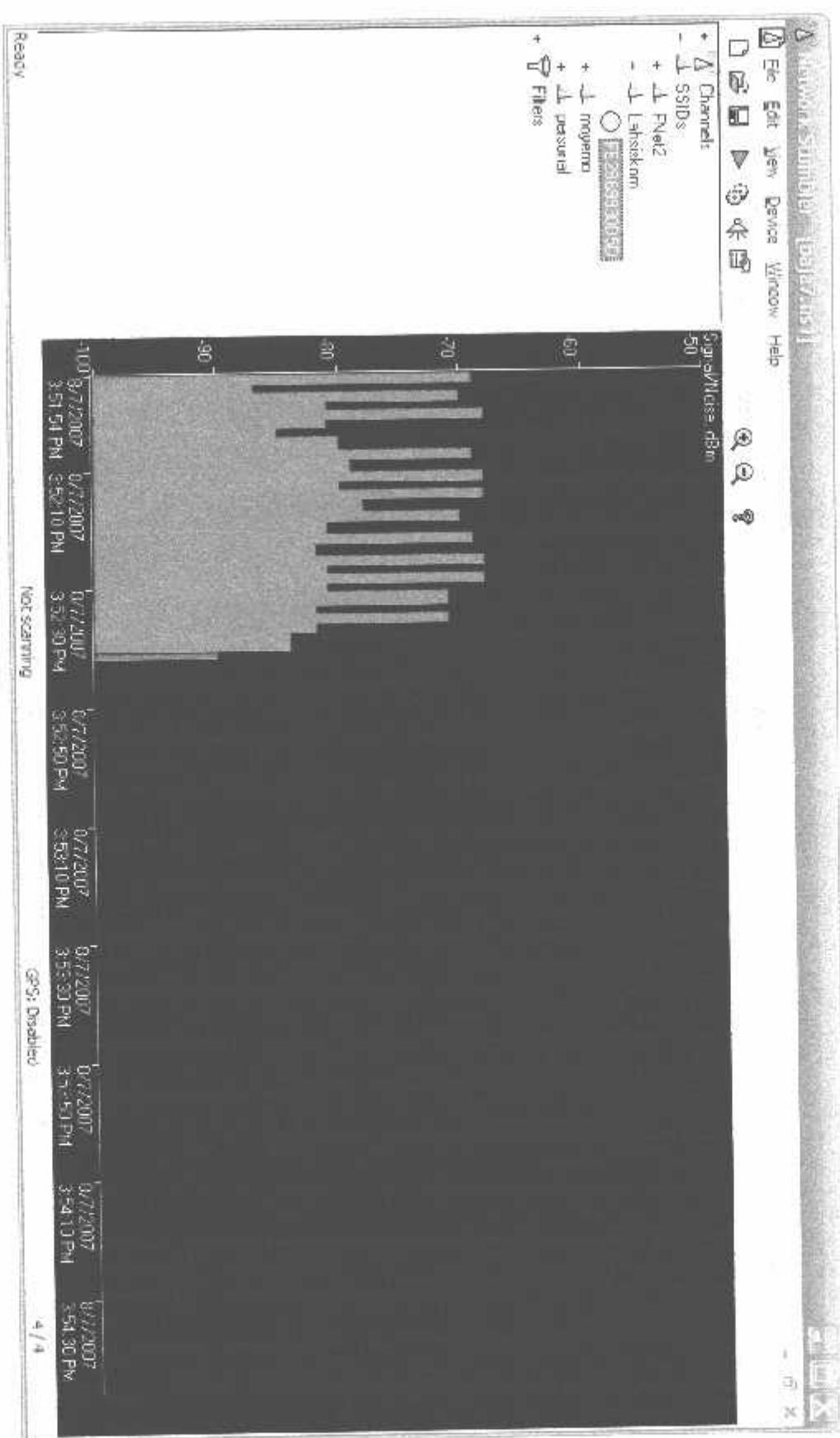
Pengukuran Pada Jarak 75 m



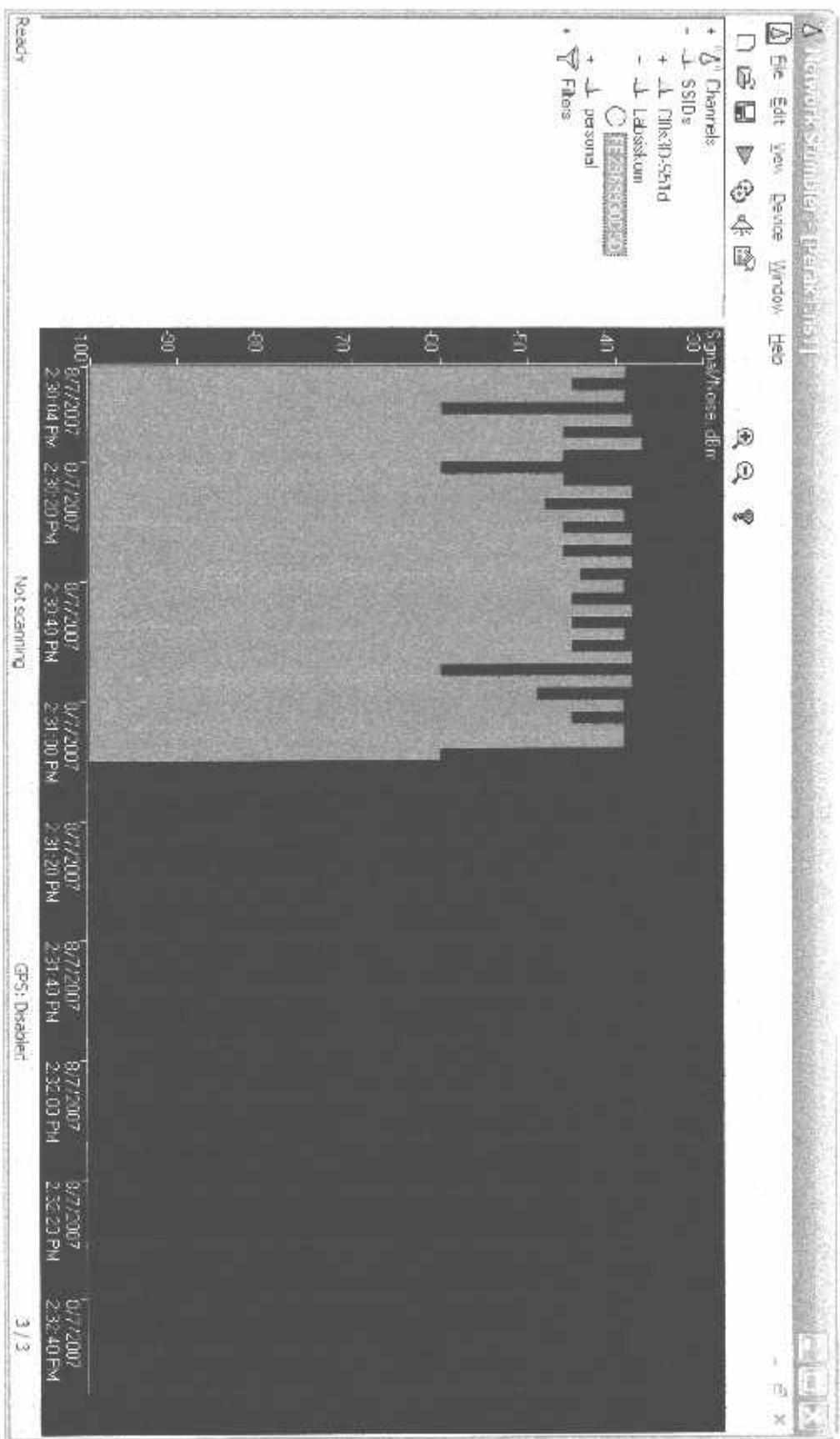
Pengukuran Pada Jarak 200 m



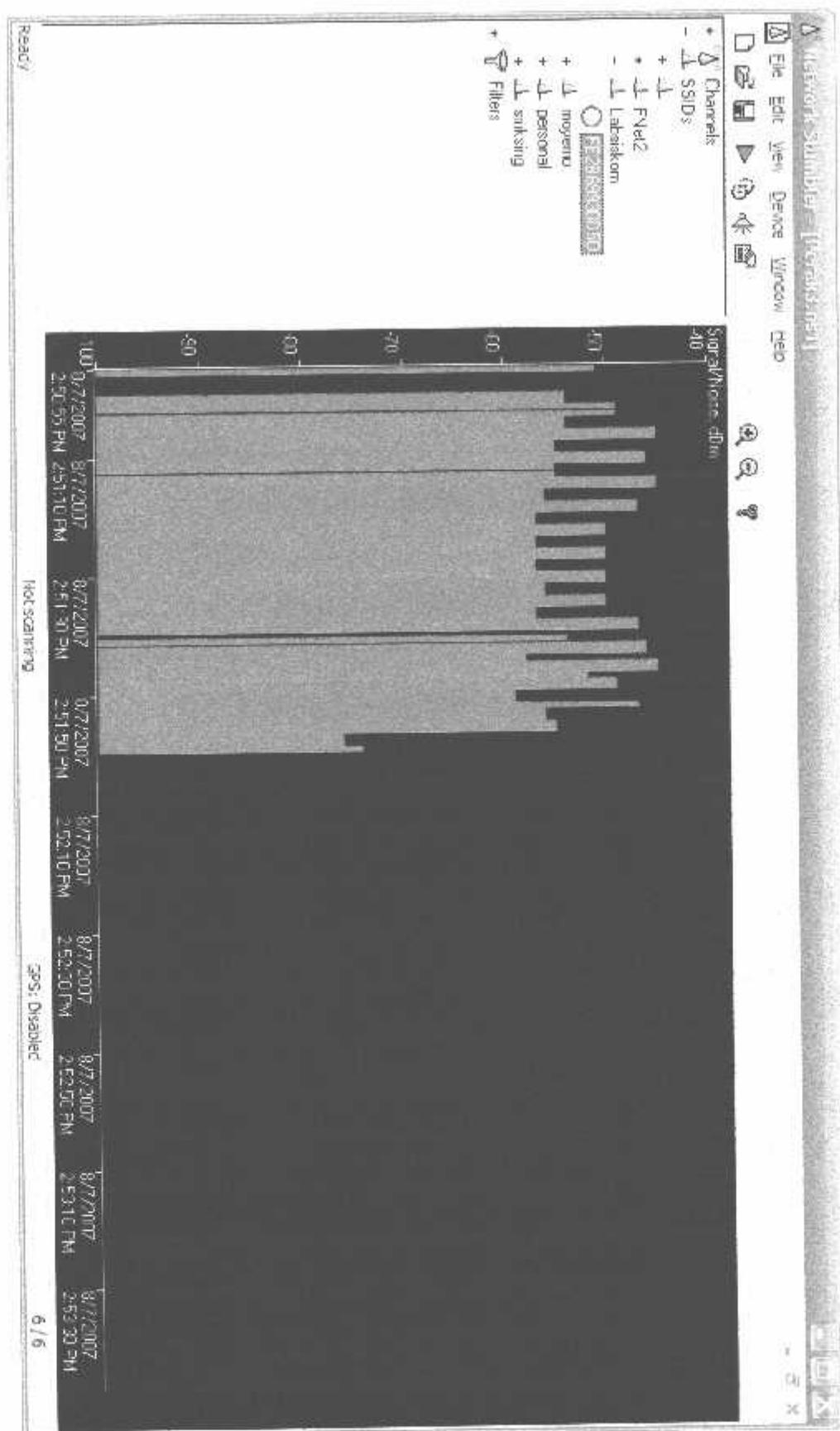
Pengukuran Pada Jarak 500 m



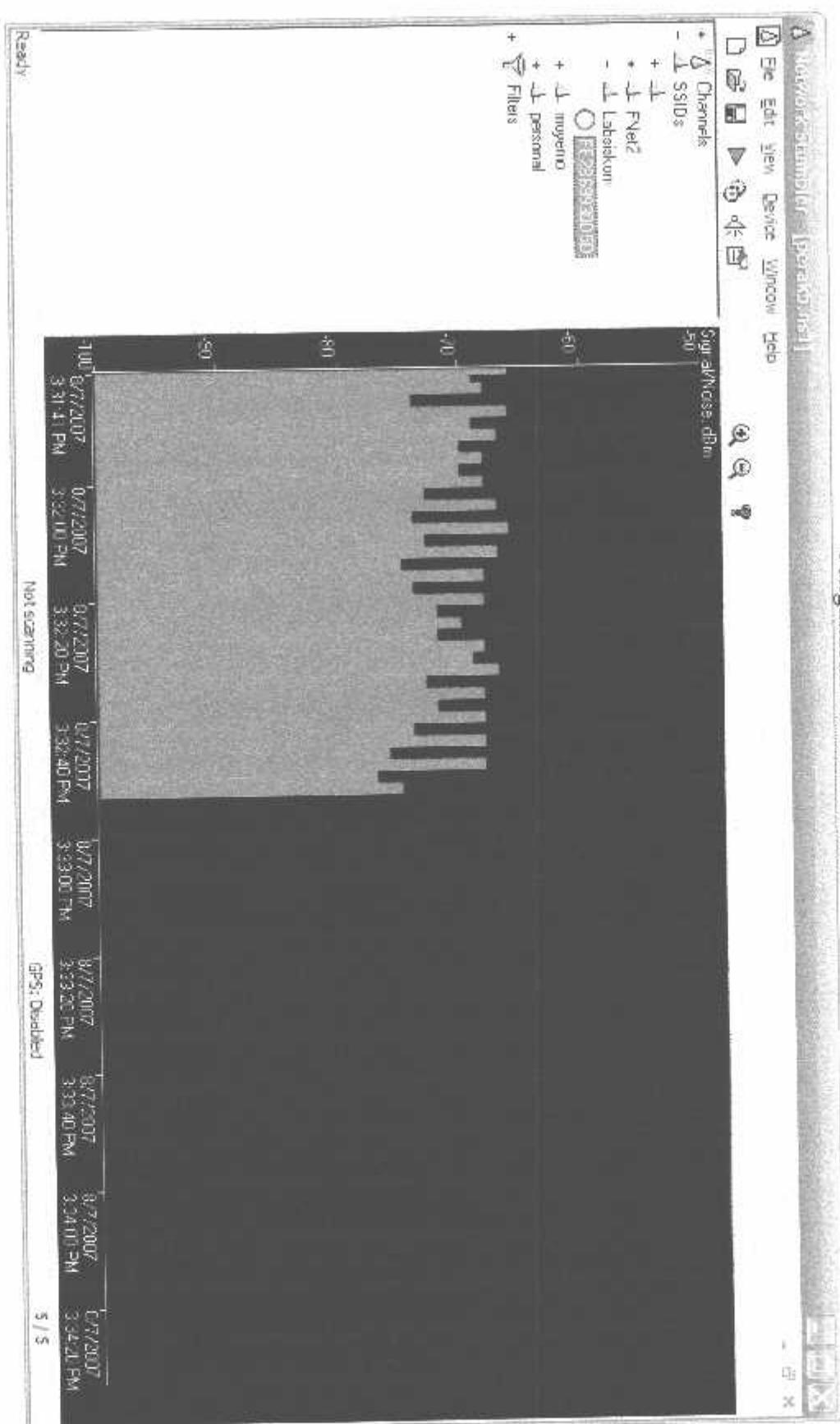
Pengukuran Pada Jarak 5m



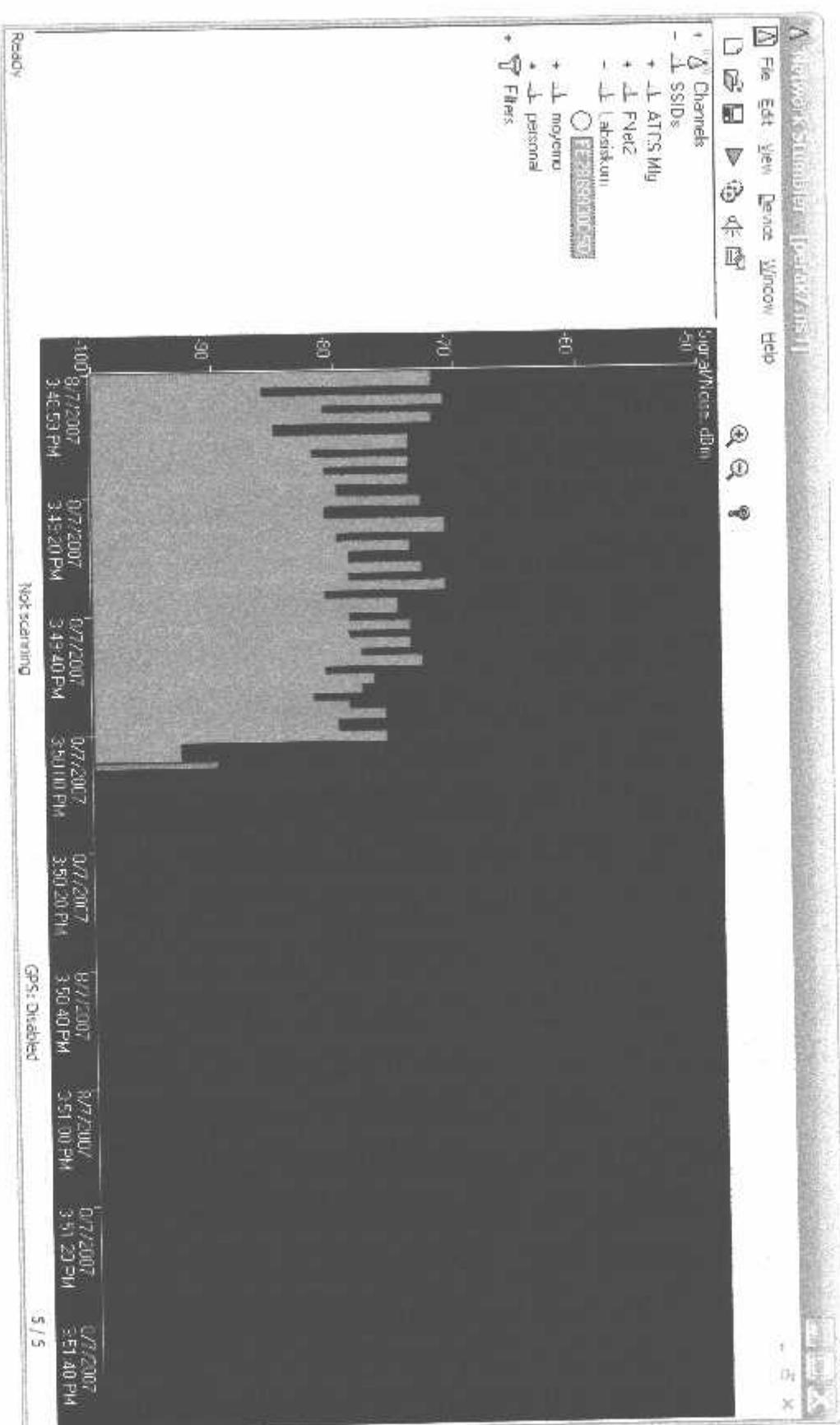
Pengukuran Pada Jarak 15 m



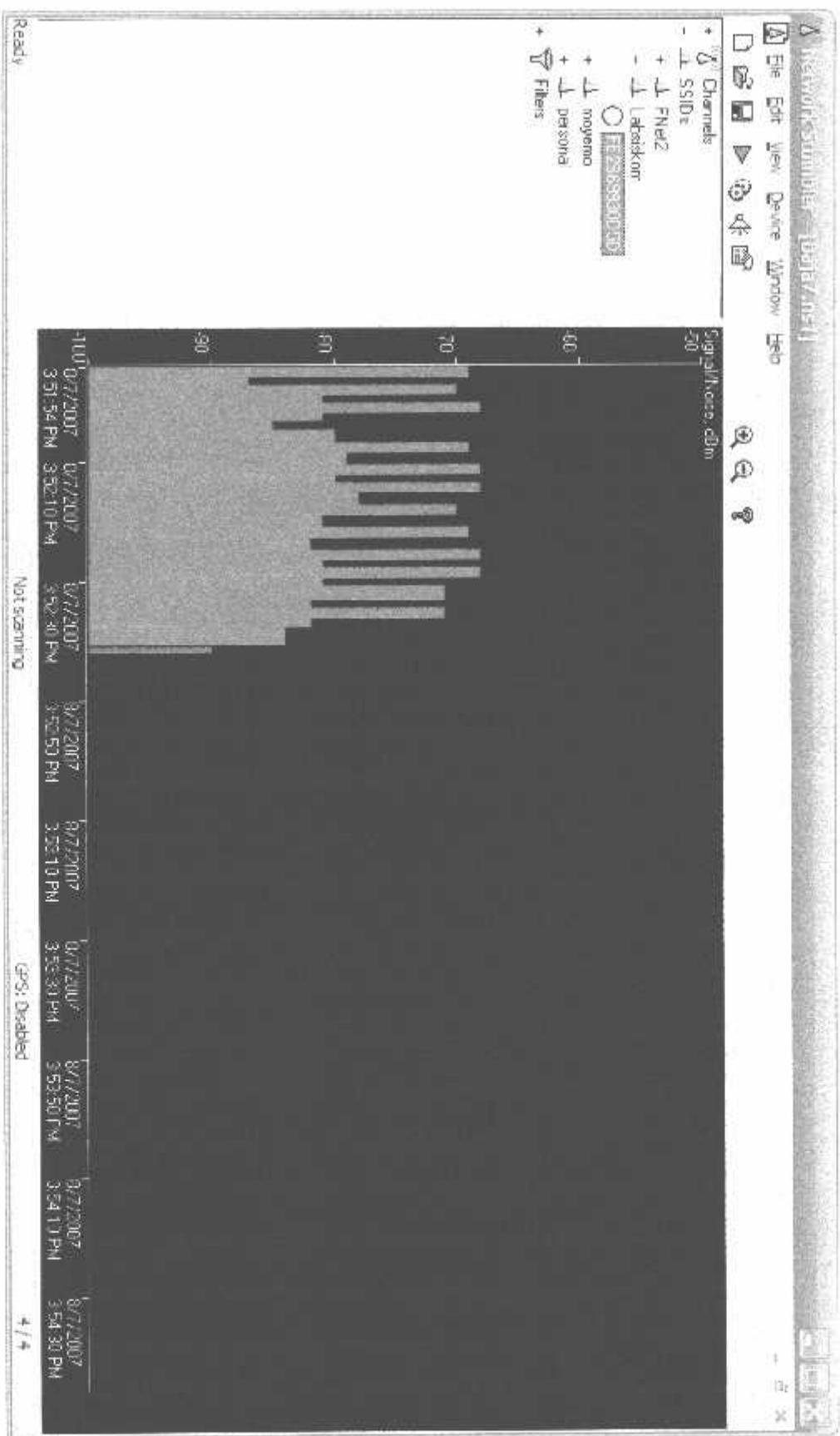
Pengukuran Pada Jarak 75 m



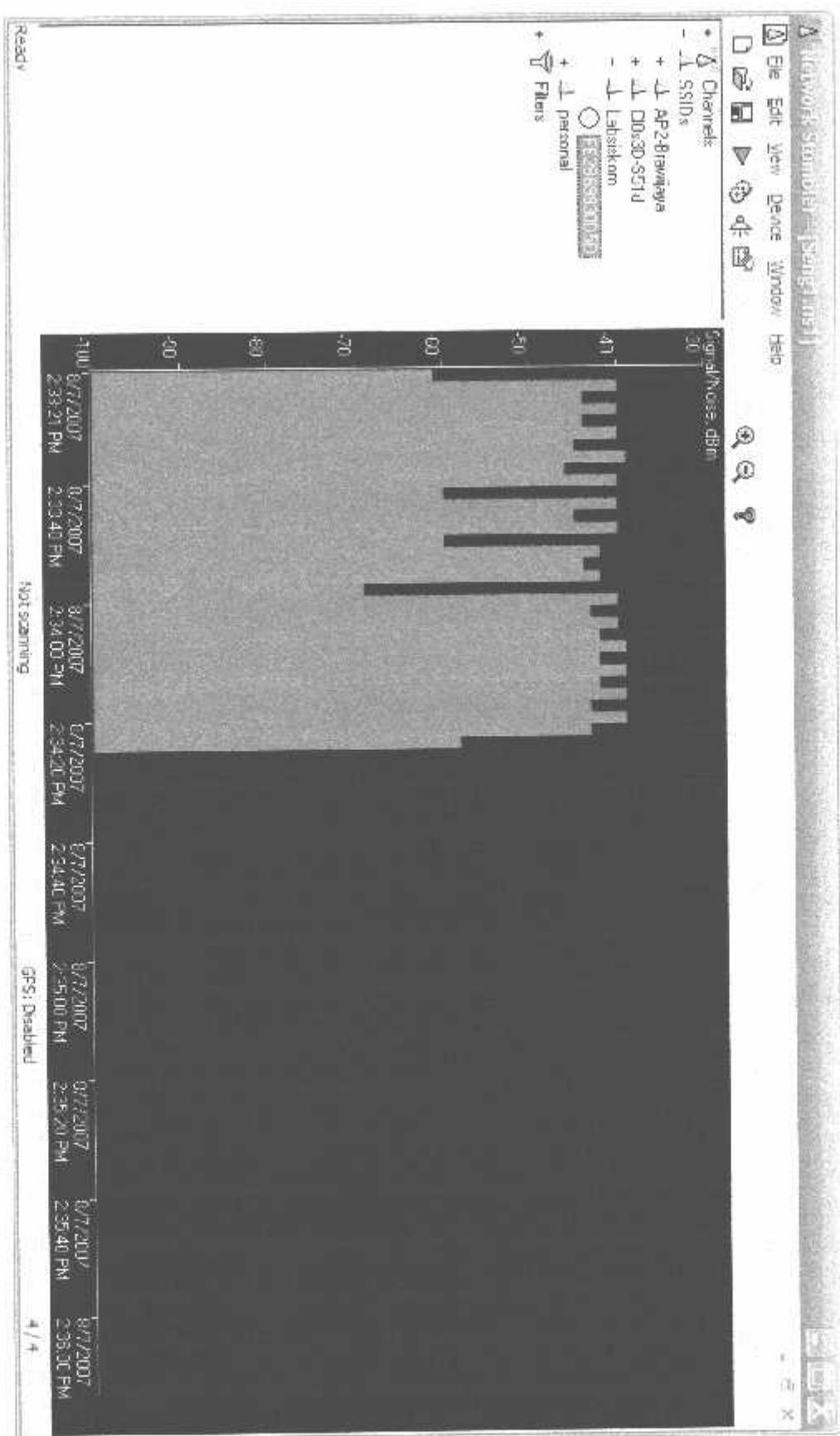
Pengukuran Pada Jarak 200 m



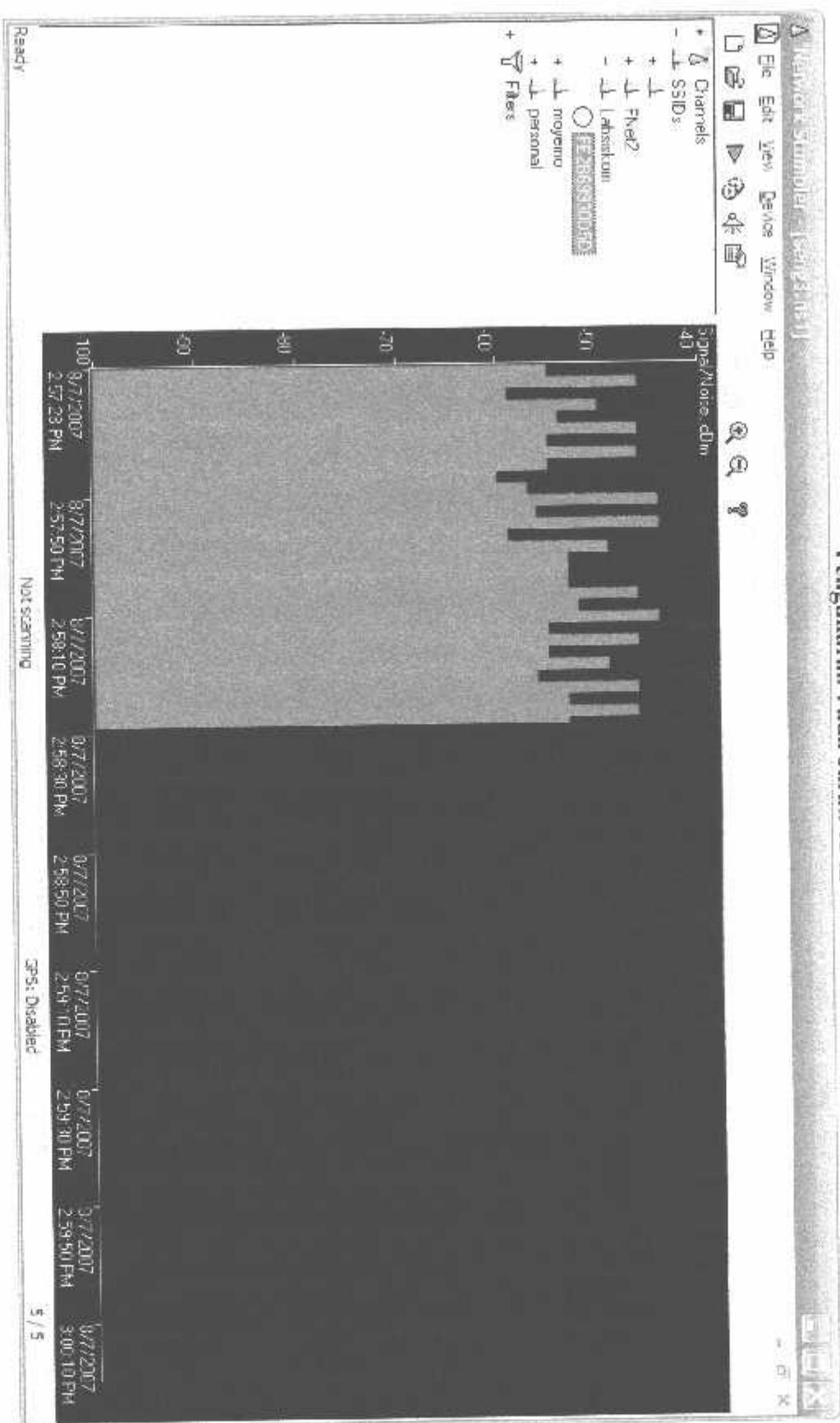
Pengukuran Data Jarak 500 m



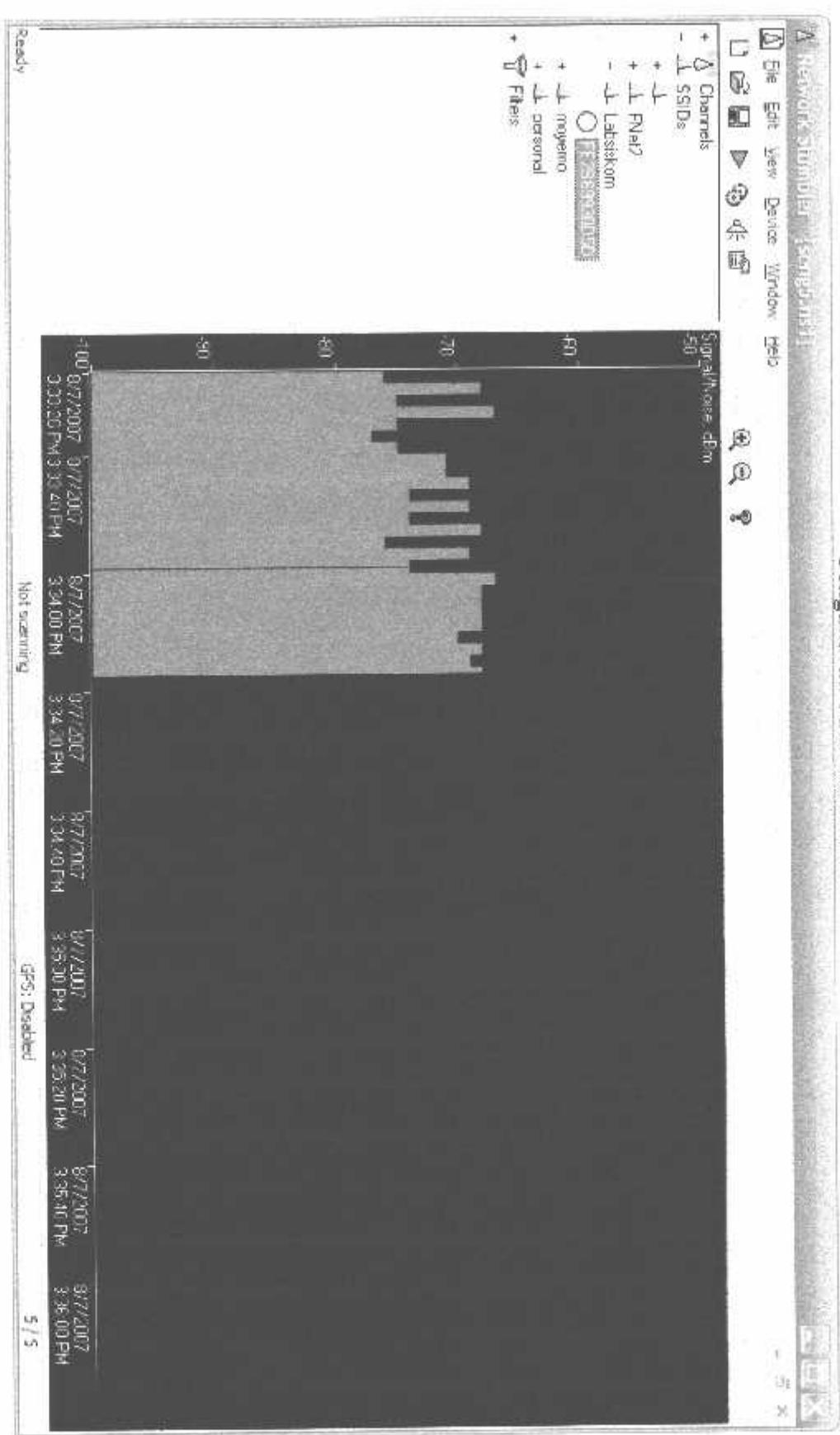
Pengukuran Pada Jarak 5 m



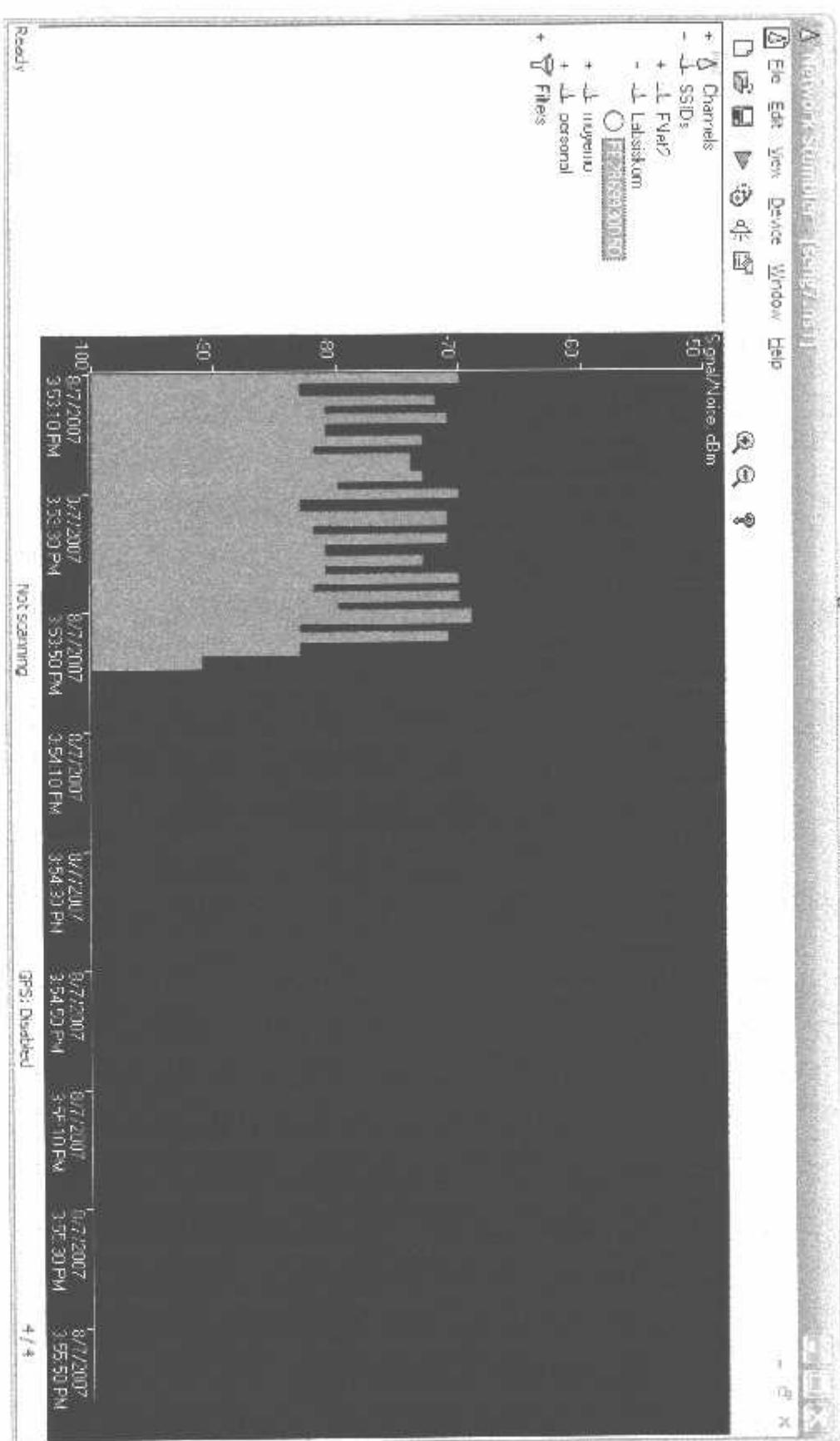
Pengukuran Pada Jarak 15 m



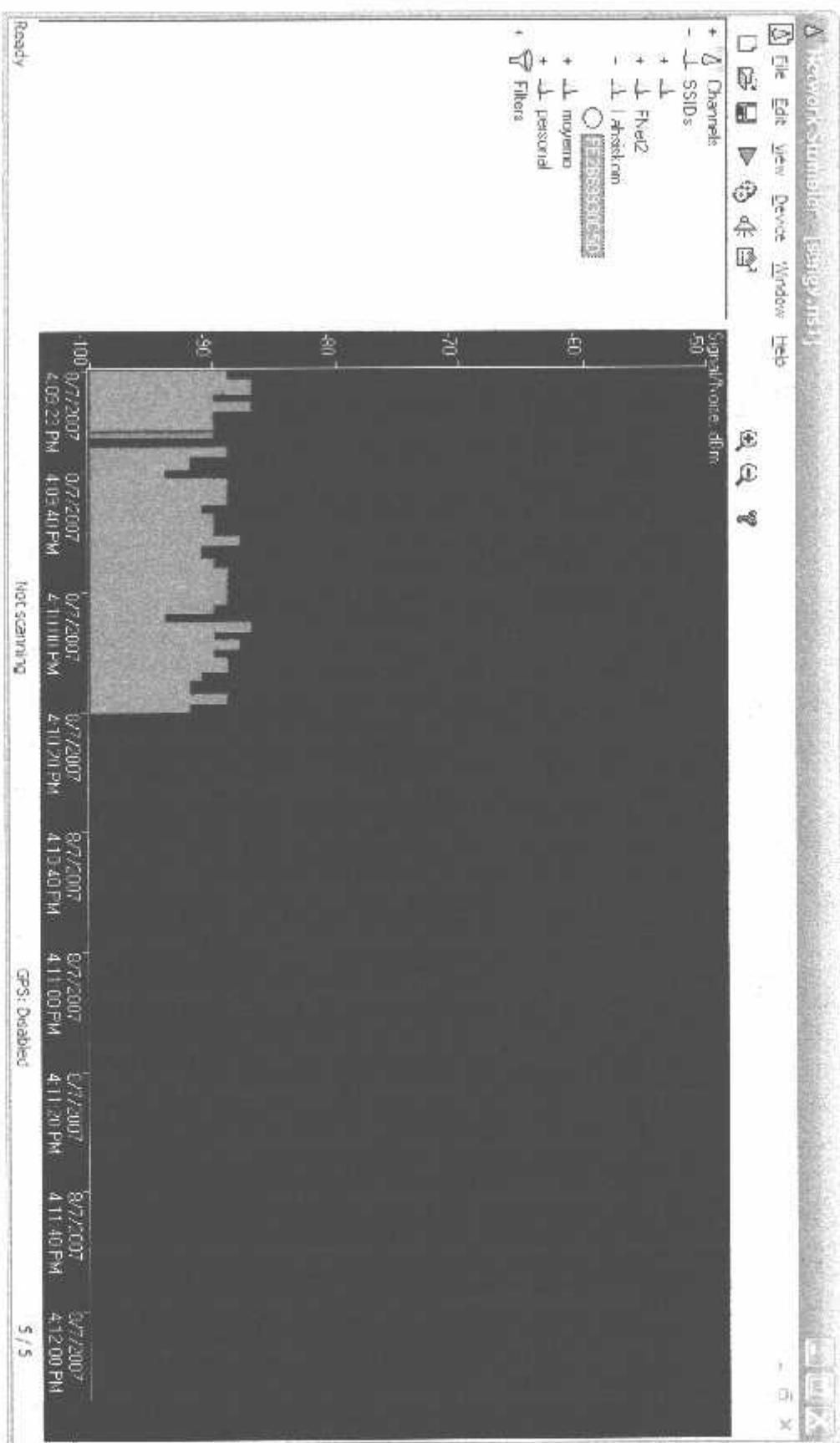
Pengukuran Pada Jarak 75 m



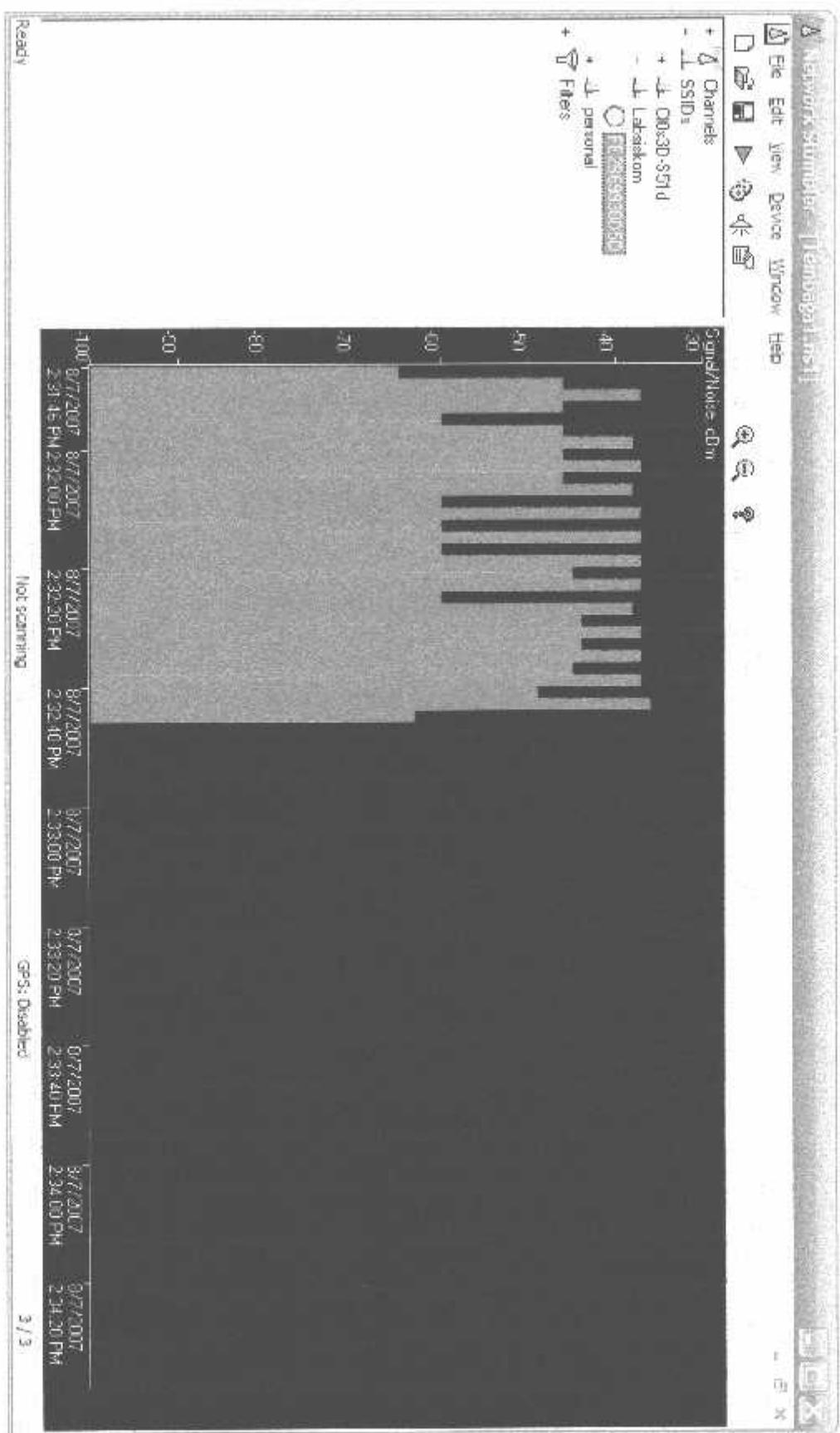
Pengukuran Pada Jarak 200 m



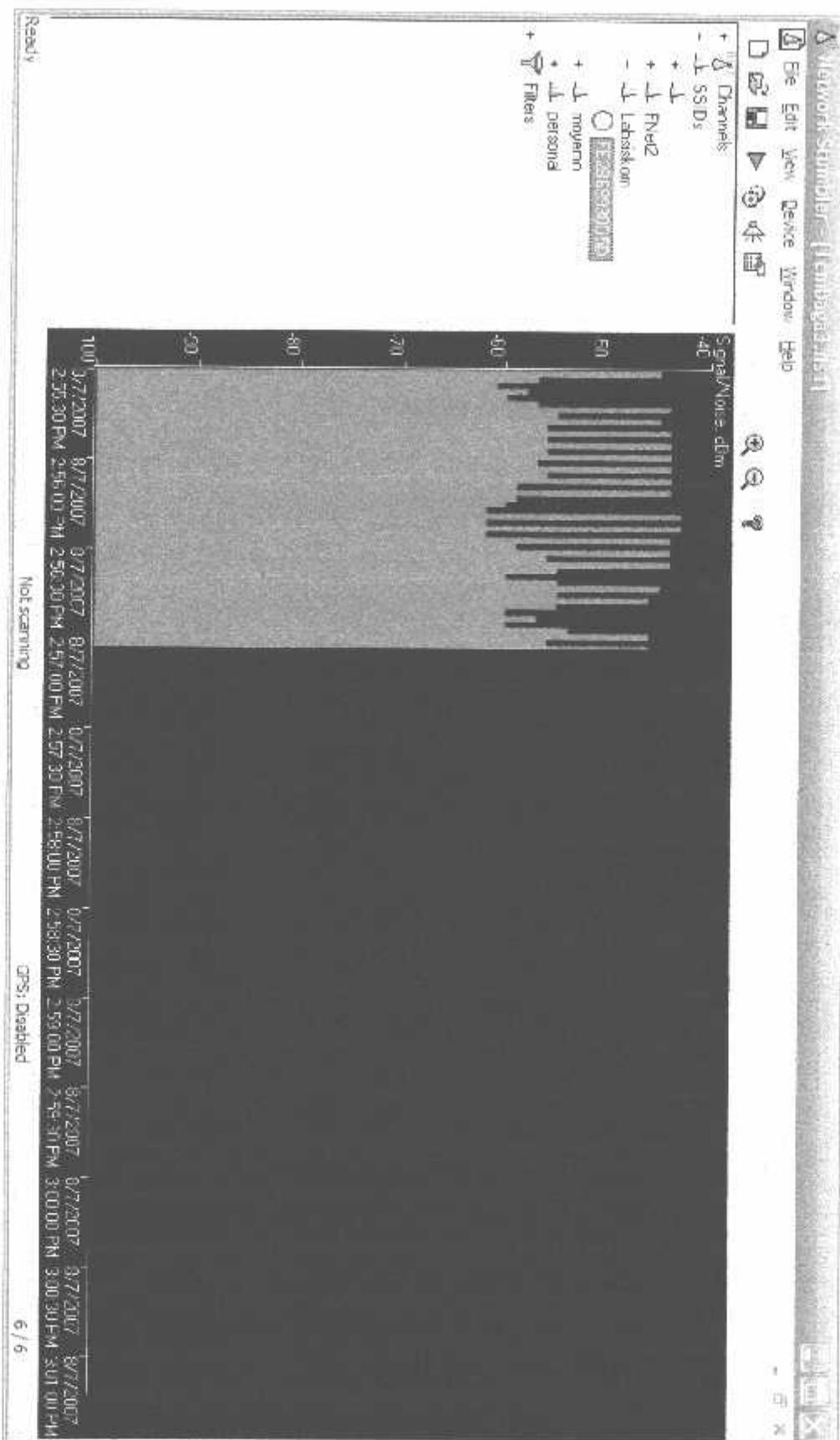
Pengukuran Pada Jarak 500 m



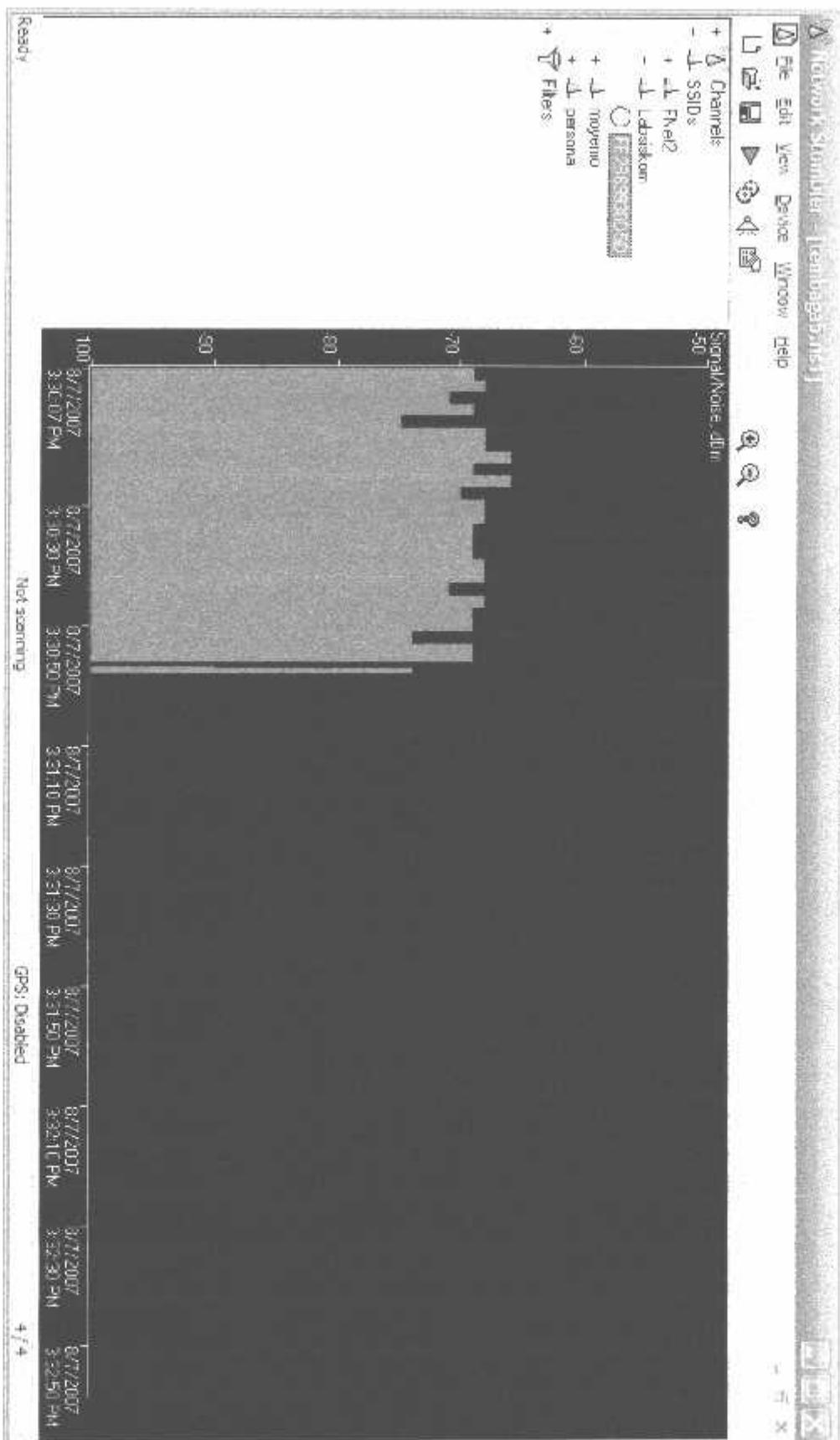
Pengukuran Pada Jarak 5 m



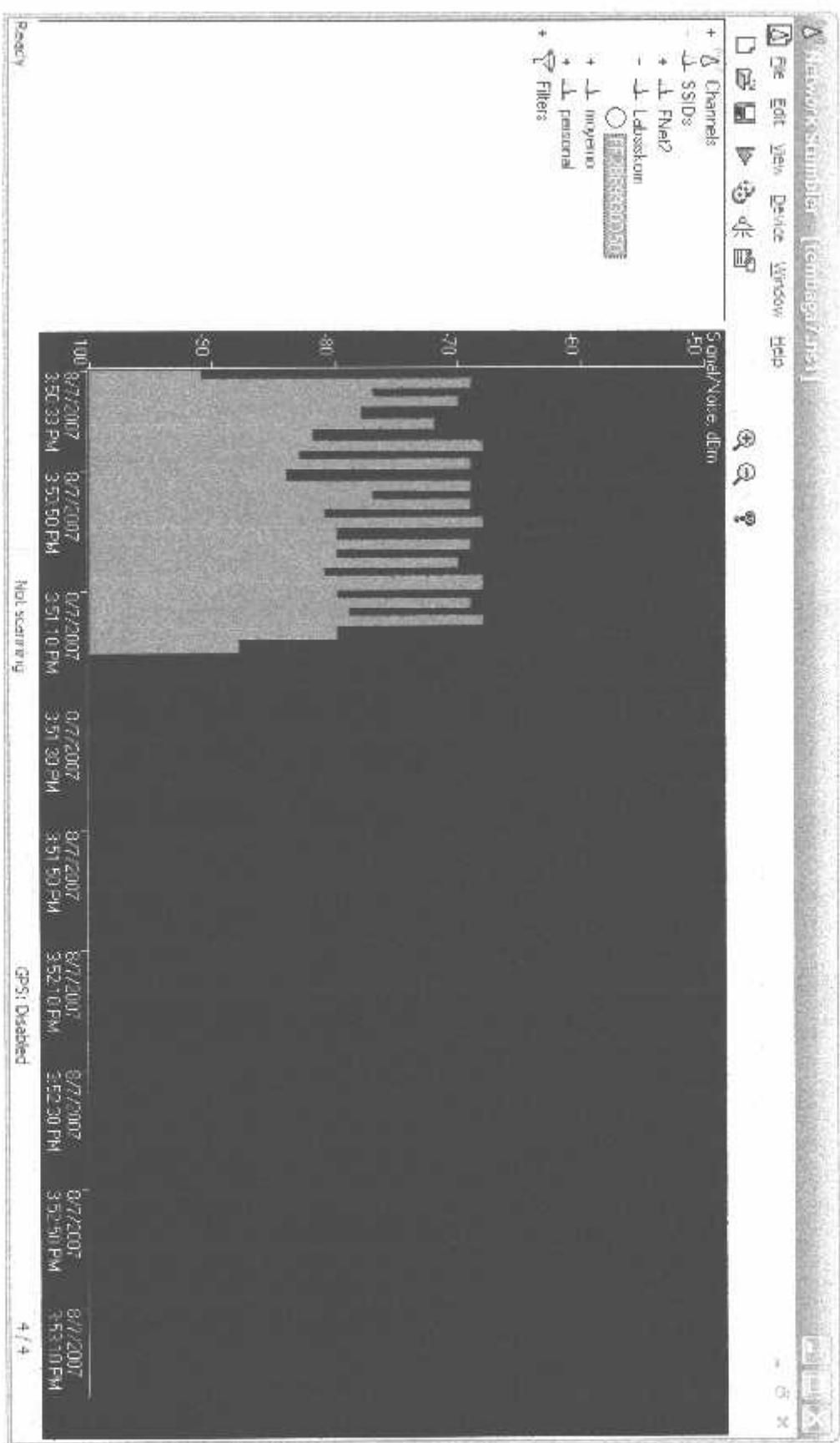
Pengukuran Pada Jarak 15 m



Pengukuran Pada Jarak 75 m



Pengukuran Pada Jarak 200 m



Pengukuran Pada Jarak 500 m

