

PENGUKURAN SPEKTRUM PADA SISTEM PEMETAAN DAN PENGAWASAN FREKUENSI RADIO FM BERBASIS SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS DI WILAYAH D.I.YOGYAKARTA

Sukma Meganova Effendi¹, A. Bayu Primawan¹, Wiwien Widyastuti¹

¹Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Sanata Dharma
Kampus III, Paingan, Maguwoharjo, Sleman – Yogyakarta
Telp. (0274) 883037, 883968, 886530, Faks. (0274) 886529
E-mail: sukma.meganova@gmail.com, bayu@usd.ac.id, wiwien@usd.ac.id

ABSTRAK

Banyaknya jumlah stasiun radio FM dan keterbatasan alokasi frekuensi radio FM mengharuskan penggunaan alokasi frekuensi radio tersebut diatur sesuai dengan yang berlaku dari International Telecommunication Union (ITU). Dengan adanya aturan tersebut, spektrum frekuensi radio juga memerlukan pengawasan secara periodik sekaligus untuk penertiban penggunaannya. Penertiban dilakukan secara periodik supaya penggunaan spektrum frekuensi tetap sesuai dengan aturan yang berlaku. Oleh sebab itu, sistem pemetaan dan pengawasan spektrum frekuensi radio FM berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG) untuk pengukuran spektrum frekuensi radio FM dibuat.

Sistem pengukuran spektrum frekuensi radio FM ini terdiri dari dua proses utama yaitu komunikasi spectrum analyzer (SPA) dengan laptop dan pengolahan data dari SPA yang ditampilkan dengan program visual. Komunikasi SPA dengan laptop digunakan untuk memperoleh file *.txt dan file *.bmp atau *.jpg. Pengolahan data digunakan untuk mengonversi file *.txt menjadi file *.xls.

Program pengukuran spektrum frekuensi radio FM berhasil direalisasikan. Komunikasi antara SPA GwInstek dengan laptop berhasil dilakukan yang menghasilkan file *.txt dan *.bmp atau *.jpg. Program SPA GwInstek berhasil mengolah file *.txt menjadi file *.xls. Tampilan akhir gambar dari program SPA GwInstek adalah file *.bmp atau *.jpg hasil pengukuran SPA GwInstek.

Kata kunci : pengukuran, spektrum frekuensi, spectrum analyzer, GwInstek

1. PENDAHULUAN

Kehadiran stasiun siaran radio menjadi sangat penting karena memberikan informasi berupa audio. Alokasi frekuensi stasiun radio FM adalah 88 – 108 MHz (Hioki, 1998) dan AM adalah 550 – 1600 kHz (Roddy, 1993) Rentang frekuensi radio FM jauh lebih lebar dibandingkan radio AM. Radio FM memiliki keunggulan, yaitu lebih menghemat daya, lebih tahan terhadap interferensi, dan kualitas audio yang dihasilkan lebih baik sehingga radio FM lebih banyak digunakan. Karena banyaknya jumlah stasiun radio FM serta keterbatasan alokasi frekuensi radio FM, penggunaan alokasi frekuensi radio tersebut harus diatur sesuai dengan aturan yang berlaku dari International Telecommunication Union (ITU) (Depkominfo, 2009). Dengan adanya aturan dari ITU tersebut maka spektrum frekuensi radio membutuhkan pengawasan spektrum frekuensi radio agar supaya penggunaan spektrum frekuensi tetap sesuai dengan aturan yang berlaku.

Stasiun radio FM di wilayah D.I.Yogyakarta cukup banyak, yaitu sekitar 43 stasiun radio. Waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pengukuran atau pemantauan terhadap ke-semua stasiun radio FM tersebut adalah berhari-hari. Waktu yang dibutuhkan sangat lama karena kebanyakan prosedur dalam pengukuran masih menggunakan cara-cara manual serta lokasi antar stasiun radio yang berjauhan.

Sistem pengukuran spektrum frekuensi radio FM dibuat untuk mengatasi masalah tersebut. Sistem ini dibuat dengan menggunakan piranti pengukur berupa spectrum analyzer (SPA) serta mendapat masukan dari antena. Parameter spektrum frekuensi yang diukur meliputi empat hal, yaitu frekuensi center, bandwidth, frekuensi harmonisa, dan level sinyal daya pancar. Keempat hasil pengukuran dari SPA tersebut akan disimpan dalam laptop pada basis data yang akan ditampilkan dalam bentuk Graphical User Interface (GUI). SPA tersebut dihubungkan menggunakan USB to serial converter.

Penelitian ini merupakan salah satu bagian dari sistem pemetaan dan pengawasan frekuensi radio FM berbasis sistem informasi geografis (SIG) di wilayah D.I.Yogyakarta. Tujuan dari penelitian ini adalah menghasilkan perangkat lunak untuk pengukuran spektrum pada frekuensi radio sistem pemetaan dan pengawasan frekuensi radio FM berbasis sistem informasi geografis di wilayah D.I.Yogyakarta. Perangkat lunak tersebut berupa program pembacaan data dari spectrum analyzer GwInstek (SPA GwInstek) yang kompatibel terhadap laptop. Hasil yang diperoleh dari penelitian data pembacaan dari sebuah stasiun radio berupa: frekuensi center (FC), level sinyal daya pancar (LSDP), bandwidth (BW), frekuensi serta level harmonisa 1, 2 dan 3. Selain itu, hasil yang diperoleh berupa gambar dari frekuensi center (FC) dan level sinyal daya pancar (LSDP), bandwidth

(BW), serta frekuensi dan level harmonisa 1, 2 dan 3.

2. KAJIAN TEORI SPEKTRUM FREKUENSI

2.1 Frekuensi Center

Frekuensi *center* (FC) yang dimaksudkan adalah besarnya nilai frekuensi yang digunakan untuk transmisi radio siaran (frekuensi pemancar) setiap stasiun radio. Rentang frekuensi yang dimiliki oleh radio FM antara 88 MHz – 108 MHz '(Hioki, 1998)'. Penggunaan jarak spasi antar kanal minimum 400 kHz, misalnya kanal 1 untuk frekuensi 88,1 MHz, kanal 2 untuk frekuensi 88,5 MHz '(MenHub, 2003)'. Berdasarkan peraturan yang ditetapkan oleh pemerintah, maka toleransi pergeseran frekuensi yang diperkenankan sebesar 2000 Hz '(MenHub, 2003)'.

2.2 Level Sinyal Daya Pancar Dari Pemancar

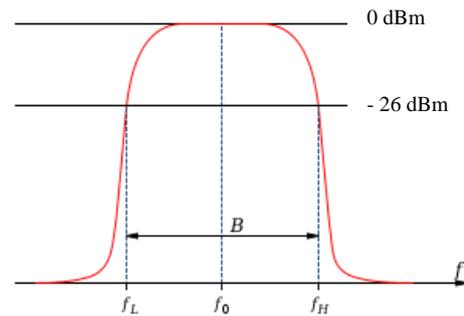
Level sinyal daya pancar (LSDP) merupakan level sinyal yang diukur pada jarak yang dekat dari pemancar radio FM. Pengukuran level sinyal pada pemancar termasuk dalam salah satu pengukuran karakteristik yang memiliki satuan berupa -xx dBm, dimana xx adalah nilai yang ditunjukkan. Level sinyal daya pancar dimaksudkan untuk mengetahui seberapa besar daya pancar yang digunakan oleh setiap pemancar radio.

2.3 Bandwidth

Bentuk *bandwidth* (BW) yang diperoleh akan menyerupai tanggapan frekuensi *Band-pass filter* '(Valkenburg, 2008)', seperti Gambar 1 sehingga mempunyai parameter terukur berupa frekuensi *cut off* bawah yang dilambangkan dengan f_L dan frekuensi *cut off* atas yang dilambangkan dengan f_H '(Valkenburg, 2008)'. Transfer daya maksimum terjadi pada frekuensi *cut off*, yaitu saat -26 dBm dan besarnya BW dapat dirumuskan pada persamaan (1) berikut.

$$BW = f_H - f_L \quad (1)$$

Untuk batasan nilai *bandwidth* yang diperbolehkan mengacu pada aturan yang ditetapkan oleh pemerintah dalam Keputusan Menteri No.15 Tahun 2003 yaitu sebesar 372 kHz '(MenHub, 2003)'. *Bandwidth* diperoleh dengan mengatur titik/point ukur pada titik puncak frekuensi *center* untuk ditahan ke arah kanan (*high*)/kiri (*low*) sejauh -26 dBm dan dikembalikan ke arah yang berlawanan kiri (*low*)/kanan (*high*) sampai pada 0 dBm.



Gambar 1. Karakteristik *bandwidth*

Besarnya frekuensi *low* (*lower*) sampai dengan frekuensi *center* dan frekuensi *center* sampai dengan frekuensi *high* (*upper*) adalah simetris sehingga besarnya masing-masing *sideband* adalah 186 kHz. Nilai tersebut diperoleh dengan membagi dua *bandwidth* yang ditetapkan pemerintah. Besar maksimum frekuensi *low* (*lower*) dan frekuensi *high* (*upper*) yang diperbolehkan ditunjukkan pada persamaan (2) dan (3), yaitu :

$$f_L = f_0 - 0,186 \quad (2)$$

$$f_H = f_0 + 0,186 \quad (3)$$

Keterangan :

$$f_0 = f_C = \text{frekuensi center} \quad (\text{MHz})$$

$$\frac{372}{2} = 0,186 = \text{nilai maksimum sideband} \quad (\text{MHz})$$

$$f_H = \text{frekuensi high (upper)} \quad (\text{MHz})$$

$$f_L = \text{frekuensi low (lower)} \quad (\text{MHz})$$

2.4 Frekuensi Harmonisa

Sinyal sinusoidal murni mempunyai frekuensi tunggal di mana variasi tegangan fase positif dan fase negatif adalah sama. Semua sinyal yang bervariasi lebih atau kurang dari siklus 360° dianggap mengalami distorsi. Salah satu teknik untuk menjelaskan sinyal terdistorsi namun masih periodik adalah dengan menggunakan analisa *Fourier*, yakni sebuah metode yang menjabarkan semua gelombang periodis ke dalam komponen frekuensi dasar dan komponen-komponen frekuensi yang merupakan perkalian bilangan bulat dari frekuensi dasar. Komponen-komponen frekuensi yang terakhir inilah yang disebut sebagai komponen harmonik dan dirumuskan pada persamaan 4 (Setiawan, 2011).

$$f_H \ n = f_f \ x \ n \quad (4)$$

Keterangan :

$$f_h \ n = \text{frekuensi harmonisa}$$

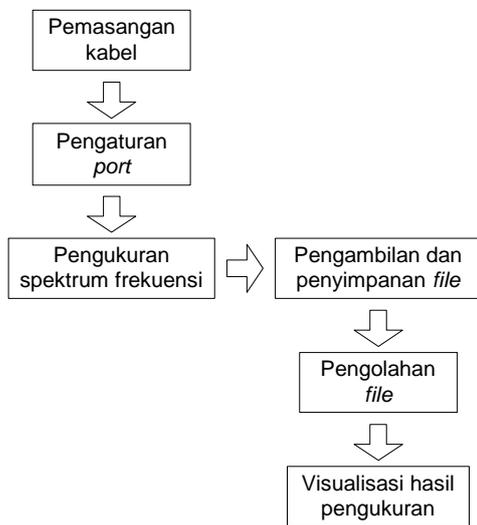
$$n = 1,2,3,4,\dots$$

$$f_f = \text{frekuensi fundamental (frekuensi center, } f_c)$$

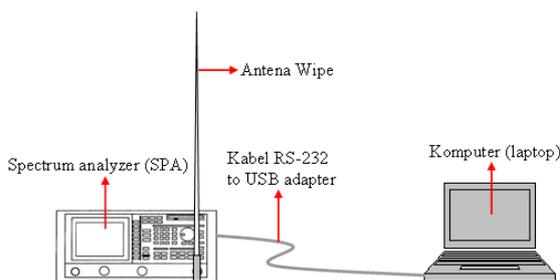
Berdasarkan aturan yang ditetapkan oleh pemerintah, besarnya frekuensi harmonisa ditentukan berdasarkan levelnya, yaitu pada batas minimum 60 dB di bawah level *mean power*

3. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini terdiri dari beberapa tahap seperti ditunjukkan pada Gambar 2. Tahap pertama adalah pemasangan kabel antara SPA dengan laptop. Tahap kedua adalah pengaturan karakter data berupa *baud rate*, *data bit*, *stop bit*, bit paritas, dan *flow control port RS 232* pada SPA serta *port USB* pada laptop. Tahap ketiga adalah pengukuran spektrum frekuensi (frekuensi *center* dan level sinyal daya pancar, *bandwidth*, frekuensi harmonisa serta level frekuensi harmonisa 1, 2, dan 3) di setiap pemancar radio FM. Tahap keempat adalah pengambilan *file *.txt* dan **.jpg* atau **.bmp*. Tahap kelima adalah pengolahan *file *.txt* menjadi **.xls*. Tahap akhir adalah tampilan hasil pengukuran menggunakan program berbahasa *basic*. Ilustrasi pengukuran spektrum frekuensi ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 2. Diagram blok sistem



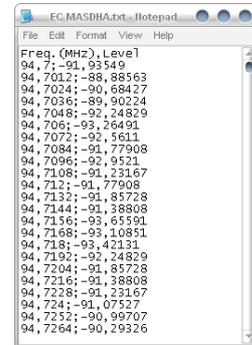
Gambar 3. Pengukuran spektrum frekuensi

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

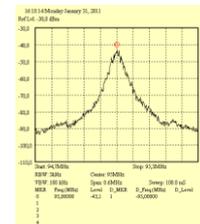
Pengambilan data pengukuran spektrum berupa frekuensi *center* dan level sinyal daya pancar, *bandwidth*, frekuensi harmonisa serta level frekuensi harmonisa 1, 2, dan 3 dilakukan satu per satu dengan pengaturan tombol-tombol tertentu pada SPA.

Data hasil pengukuran SPA GwInstek berupa *file *.txt* ditunjukkan pada Gambar 4 dan *file *.jpg* ditunjukkan pada Gambar 5. Data hasil pengukuran tersebut merupakan data pengukuran spektrum stasiun radio Masdha FM (sebagai sampel).

Pengambilan data tersebut menggunakan bantuan perangkat lunak bawaan dari SPA GwInstek berupa Eagleshot. Data tersebut kemudian disimpan ke dalam direktori laptop.



Gambar 4. File *.txt SPA GwInstek



Gambar 5. File *.jpg SPA GwInstek

Data berupa *file *.txt* diolah menggunakan program *macro* yang ditunjukkan pada Gambar 6. Dengan menekan *textbox open & save the file *.txt*, program akan mengambil *file *.txt* sesuai tempat penyimpanan yang dipilih. *File *.txt* yang dipilih akan dikonversi ke dalam kolom dan baris pada *workbook* yang baru. Proses konversi terjadi setelah pengguna memberikan masukan berupa *separator character* yaitu titik koma (;). Sebelum hasil konversi ditampilkan, program akan melakukan konfirmasi kepada pengguna. Konfirmasi tersebut berisi pertanyaan tentang pengukuran (pengolahan) terhadap *bandwidth*. Hasil akhir proses konversi tersebut ditunjukkan seperti pada Gambar 7 (kolom A dan B). Nilai-nilai pada *file *.txt* adalah sama dengan nilai-nilai pada *file *.xls*, artinya tidak terdapat manipulasi data.

Program *macro* tersebut tidak hanya bekerja sebagai pengkonversi, tetapi program tersebut bekerja sebagai penghitung nilai frekuensi berdasarkan nilai level maksimal yang diperoleh. Selain itu, program *macro* digunakan untuk menghitung besarnya *bandwidth* (Gambar 7 kolom F baris 14). Nilai *bandwidth* diperoleh dari pengurangan nilai frekuensi *upper* yang ditunjukkan oleh level FU (frekuensi *upper*) dengan nilai frekuensi *lower* yang ditunjukkan oleh level FL (frekuensi *lower*). Nilai frekuensi *upper* serta *lower* diperoleh berdasarkan pendekatan nilai yang mendekati nilai level -26 dBm yang ditunjukkan pada kolom F baris 5. Nilai level -26dBm ini diperoleh dari nilai level yang ditunjukkan oleh

frekuensi *center* ditambahkan dengan konstanta sebesar -26.

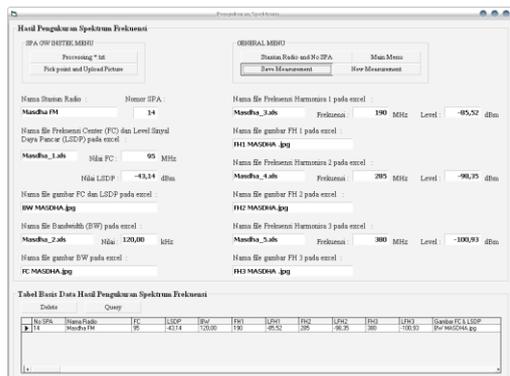


Gambar 6. Tampilan perangkat lunak pengolahan file *.txt menjadi *.xls (program macro)

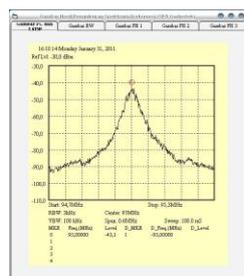
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19		
1	Freq (MHz)	Level																	Copy from frekuensi upper	
2	94,7	-91,9565																	95,0012	-43,3724
3	94,7012	-88,8866	Level sinyal daya pancar		43,1378														95,0094	-43,3724
4	94,7024	-80,6843																	95,0072	-44,3891
5	94,7036	-89,9522	Level pada -26 dBm		49,1378														95,0024	-44,7019
6	94,7048	-82,2483																	95,0106	-45,2469
7	94,706	-83,2649																	95,006	-45,4223
8	94,7072	-82,5611	Level FL		48,8443														95,0048	-46,5006
9	94,7084	-91,7791	Level FU		48,5523														95,0096	-45,7787
10	94,7096	-82,9521	Frekuensi FL		94,94														95,0156	-46,6569
11	94,7108	-91,2317	Frekuensi FU		95,0636														95,0108	-47,3607
12	94,712	-91,7791																	95,016	-48,1427
13	94,7132	-91,8573	BW (MHz)		0,1236														95,0144	-48,2269
14	94,7144	-91,3881	BW (kHz)		123,6														95,0168	-48,8465
15	94,7156	-83,5559																	95,0192	-48,9247
16	94,7168	-93,1085																	95,012	-50,0186
17	94,718	-89,4213																	95,0216	-50,176
18	94,7192	-82,2483																	95,0132	-50,8016
19	94,7204	-91,8573																	95,024	-50,8016

Gambar 7. Hasil pengolahan file *.txt menjadi *.xls

Nilai-nilai spektrum frekuensi yang terdapat pada tiap file *.xls ditampilkan kembali ke dalam tampilan pengukuran spektrum seperti pada Gambar 8. Nilai-nilai tersebut tertampil secara otomatis dengan memilih nama file *.xls tiap jenis spektrum. Nilai-nilai tersebut tertampil pada textbox tampilan pengukuran spektrum sesuai nama jenisnya. File *.jpg dari SPA juga ditampilkan dalam tampilan gambar hasil pengukuran SPA seperti pada Gambar 9.



Gambar 8. Tampilan (pengukuran spektrum) nilai pengukuran dari file *.xls pada program basic



Gambar 9. Tampilan gambar file *.jpg hasil pengukuran dari SPA pada program basic

Tabel 1 menunjukkan hasil pengujian stasiun radio Masdha FM. Data pengukuran memperlihatkan hasil yang baik karena data hasil pengukuran masih berada di bawah batas maksimal yang ditentukan (aturan yang berlaku) atau tidak menyimpang. Dengan alasan tersebut, stasiun radio Masdha FM dapat dikatakan telah mentaati peraturan yang diatur dalam Keputusan Menteri No.15 Tahun 2003.

Tabel 1. Perbandingan data berdasarkan aturan dengan data hasil pengukuran

No	Jenis pengukuran	Data sesuai aturan (maksimal)	Data hasil pengukuran
1	Frekuensi <i>center</i> (FC), selisih antara FC terukur dengan FC sesuai aturan	2000 Hz	0 Hz
2	<i>Bandwidth</i> (BW)	372 kHz	120,00 kHz
3	Frekuensi Harmonisa 1 (FH 1), selisih antara FC terukur dengan FC sesuai aturan	2000 Hz	0 Hz
4	Level Frekuensi Harmonisa 1 (LFH 1)	-60 dBm	-85,52 dBm
5	Frekuensi Harmonisa 2 (FH 2), selisih antara FC terukur dengan FC sesuai aturan	2000 Hz	0 Hz
6	Level Frekuensi Harmonisa 2 (LFH 2)	-60 dBm	-98,35 dBm
7	Frekuensi Harmonisa 3 (FH 3), selisih antara FC terukur dengan FC sesuai aturan	2000 Hz	0 Hz
8	Level Frekuensi Harmonisa 3 (LFH 3)	-60 dBm	-100,93 dBm

5. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini, yaitu :

1. Komunikasi antara *spectrum analyzer* (SPA) dengan laptop berhasil dilakukan dengan *interface* berupa kabel RS-232 to USB converter.
2. Perangkat lunak yang dihasilkan yaitu berupa pengolahan *file *.txt* (SPA GwInstek), tampilan hasil pengukuran, serta penyimpanan hasil pengukuran telah berhasil dijalankan.
3. Perangkat lunak telah berhasil mengolah *file *.txt* menjadi *file *.xls* dan tidak terdapat manipulasi data.
4. Stasiun radio yang diukur telah memenuhi atau mentaati aturan penggunaan spektrum frekuensi.

DAFTAR PUSTAKA

- , (1985). *Help Microsoft Office Excel 2003*. United Stated, Microsoft Corporation.
- , (2003). *Keputusan Menteri Perhubungan nomor 15 tahun 2003*. Jakarta: Menteri Perhubungan Republik Indonesia.
- , (2009). *Himpunan Peraturan dan Perundang-Undangan Bidang Spektrum Frekuensi Radio*

dan Orbit Satelit. DEPARTEMEN KOMUNIKASI DAN INFORMATIKA, DIREKTORAT JENDERAL POS DAN TELEKOMUNIKASI, BALAI MONITOR SPEKTRUM FREKUENSI RADIO DAN ORBIT SATELIT KELAS II D.I YOGYAKARTA

Hioki, Warren. (1998). *Telecommunications, third edition*. Community College of Southern Nevada, Prentice Hall International, Inc.

M. E., Van Valkenburg. (2008). *Network Analysis* (3rd edition ed.). Diakses pada 10 September 2009 dari <http://www.amazon.com/Network-Analysis-Mac-Van-Valkenburg/dp/0136110959>.

Roddy, Dennis, John, C. (1993). *Komunikasi Elektronika jilid 1 dan 2 (Electronic Communications)*. Jakarta: Penerbit Erlangga.

Setiawan. (2011) *Power Quality untuk High End Audio*. Diakses pada 25 Februari 2011 dari <https://sites.google.com/site/setiawanaudiopages/power-quality-for-high-end-audio.htm>.