

RANCANG BANGUN SOFTWARE PENJEJAK POSISI DAN PEMANTAU PROFIL VERTIKAL DATA CO₂ SONDA

Asif Awaludin

Pusat Pemanfaatan Sains Atmosfer dan Iklim, LAPAN
Jl. Dr. Djundjunaan 133, Bandung 40173. Telp 022-6037445

Abstrack

Has been built software for position tracking and vertical profile CO₂ Sonde data monitoring which is used to monitor movement of CO₂ Sonde brought upward by 2000grams meteorological balloon, also to record and display real time vertical profile of measurement data. The software run based on data received from ground segment hardware which is the receiver unit of CO₂ Sonde. The software development is using Microsoft Visual Basic 6.0 programming language assisted by MapObjects 2.1 as an additional component. The capabilities of the software are displaying latitude and longitude position of CO₂ Sonde on digital or image map, displaying real time vertical profile graphics of CO₂, air temperature, and relative humidity. Thus position, altitude, and CO₂ Sonde separation time from balloon could be monitored so that easying recovery process. Beside that, real time vertical profile monitoring will be easying initial analysis on the vertical profile. According to test result, the software is able to track CO₂ Sonde position and altitude correctly, and able to display vertical profile of CO₂, temperature, and relative humidity appropriate with the vertical profile from another radiosonde measurement. This software is also able to be used for rocket sonde monitor with data format adjustment.

Keywords : software, CO₂ Sonde, profil vertikal, peta

Abstrak

Telah dibangun software penjejak posisi dan pemantau profil vertikal data CO₂ Sonda yang digunakan untuk memantau pergerakan CO₂ Sonda yang diterbangkan oleh balon meteorologi 2000gram, serta merekam dan menampilkan profil vertikal data hasil pengukurannya secara real time. Software bekerja berdasarkan data yang diterimanya dari perangkat keras ruas bumi yang merupakan unit penerima untuk CO₂ Sonda. Pembuatan software dilakukan menggunakan bahasa pemrograman Microsoft Visual Basic 6.0 dengan komponen tambahan berupa software MapObjects 2.1. Software ini mempunyai kemampuan menampilkan posisi koordinat lintang dan bujur CO₂ Sonda pada sebuah peta digital ataupun peta image, serta menampilkan grafik profil vertikal dari CO₂, suhu udara, dan kelembaban udara secara real time. Dengan demikian maka posisi, ketinggian, serta waktu putus CO₂ Sonda dari balon akan dapat diamati sehingga memudahkan dalam proses *recovery*. Disamping itu pemantauan real time profil vertikal akan memudahkan dalam analisis awal terhadap profil vertikal tersebut. Dari hasil pengujian didapat bahwa software mampu menjejak posisi dan ketinggian dengan benar dan mampu menampilkan data profil vertikal CO₂, suhu udara, dan kelembaban udara sesuai dengan profil vertikal hasil pengukuran radiosonda yang lain. Software ini dapat juga digunakan untuk pemantau roket sonda dengan penyesuaian format data.

Kata kunci : software, CO₂ Sonda, profil vertikal, peta.

1. PENDAHULUAN

Aktivitas manusia telah meningkatkan konsentrasi gas rumah kaca dalam atmosfer (sebagian besar berupa karbondioksida yang berasal dari pembakaran batu bara, minyak, dan gas; ditambah gas-gas lainnya). Tingkat karbon dioksida sebelum masa industri (sebelum Revolusi Industri dimulai) adalah sekitar 280 ppmv, dan tingkat karbon dioksida saat ini adalah sekitar 370 ppmv (IPCC). Konsentrasi CO₂ dalam atmosfer kita saat ini, belum pernah meningkat selama 420.000 tahun. Namun, berdasarkan laporan khusus dari IPCC mengenai skenario emisi (Special Report on Emission Scenarios –SRES), di akhir

abad ke 21, bahwa konsentrasi karbondioksida sebesar 490 – 1260 ppm (75 – 350%) di atas angka konsentrasi di masa pra industri. Karbondioksida tersebut merupakan salah satu kontributor utama terhadap pemanasan global saat ini (<http://iklim.dirgantara-lapan.or.id>, 2010).

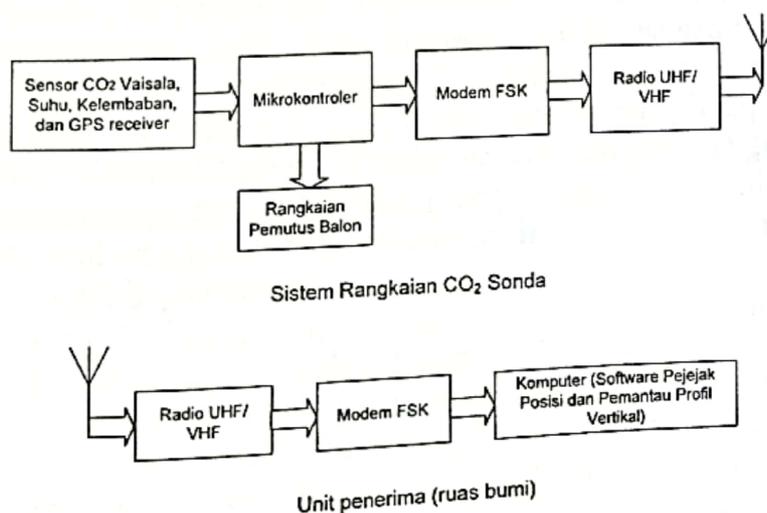
Dalam penelitian CO₂ vertikal, LAPAN secara rutin melakukan peluncuran CO₂ Sonda menggunakan balon meteorologi 2000 gram. Kegiatan tersebut bertujuan mengukur parameter cuaca dan konsentrasi gas CO₂ di atmosfer, sehingga dapat diketahui profilnya terhadap ketinggian dan posisi koordinat lintang bujur. Instrumen pengukur CO₂ vertikal bekerja dengan mengambil data sensor-sensor dan GPS kemudian mengirimkan data tersebut secara kontinu ke ruas bumi. Untuk itu di ruas bumi diperlukan unit penerima yang mampu menerima data dari instrumen dengan baik serta mengolah dan menampilkan informasinya dalam bentuk tampilan yang *user friendly*. Salah satu bagian penting dari unit penerima tersebut adalah software penjejak posisi dan pemantau profil vertikal.

Tujuan dari kegiatan ini adalah membuat software pemantau yang mempunyai fungsi menerima data dari *hardware* unit penerima kemudian melakukan proses penyimpanan data yang diterima ke dalam file teks (.txt), menampilkan informasi posisi dalam bentuk posisi obyek pada peta, serta menampilkan grafik nilai keluaran sensor terhadap ketinggian.

Dalam tulisan ini akan dibahas mengenai pembuatan software penjejak posisi dan pemantau profil vertikal data CO₂ Sonda serta pengujiannya di lapangan melalui peluncuran CO₂ Sonda menggunakan balon meteorologi.

2. PERANCANGAN DAN PEMBUATAN SOFTWARE

Secara keseluruhan sistem pengukur CO₂ vertikal terdiri dari 2 bagian, yaitu CO₂ Sonda (onboard) dan unit penerima (ruas bumi). CO₂ Sonda terdiri dari sensor CO₂, sensor suhu udara, sensor kelembaban udara, GPS *receiver*, mikrokontroler, rangkaian pemutus, modem fsk, dan radio *transmitter*. Untuk melakukan pemantauan terhadap instrumen diperlukan unit penerima (ruas bumi) yang terdiri dari radio *receiver*, modem fsk, dan unit pemroses data. Bagian terpenting dalam unit pemroses data adalah software pemantau. Blok diagram alat ditunjukkan dalam Gambar 2.1.



Gambar 2.1. Alat terdiri dari 2 bagian, yaitu CO₂ Sonda (atas) dan ruas bumi (bawah).
Software penjejak posisi dan pemantau profil vertikal dibuat menggunakan Microsoft Visual Basic 6.0 dan MabObjects 2.1. serta disesuaikan dengan hardware unit penerima

yang telah tersedia. Dalam pembuatan software ini ada 5 hal pokok rancangan, yaitu penyesuaian filter data dengan format data keluaran CO₂ Sonda, komunikasi data serial dengan hardware unit penerima (modem fsk), pembuatan aplikasi penjejak posisi berbasis peta, pembuatan grafik profil vertikal CO₂, suhu udara, dan kelembaban udara, serta penyimpanan data ke dalam file teks.

2.1. Format Data Keluaran CO₂ Sonda

Data keluaran CO₂ Sonda mempunyai format seperti berikut:

\$JZP,060503.558,0653.6999,S,10735.1894,E,779.0,924.0,354.0,32.96,43.91,*
dimana:

\$JZP	= header data radiosonda bidang jizonpolud
060503.558	= waktu GMT jam 06:05:03.558, untuk wib jam ditambah 7
0653.6999	= posisi koordinat lintang, yaitu 6° 53.6999' atau 6.895°
S	= lintang selatan
10735.1894	= posisi koordinat bujur, yaitu 107° 35.1894' atau 107.5865°
E	= bujur timur
779.0	= ketinggian dalam meter (dpl)
354.0	= konsentrasi CO ₂ (ppm)
32.96	= suhu udara (°C)
43.91	= kelembaban udara (%)
*	= tanda akhir data

Data tersebut diterima oleh software lewat port serial dengan baud rate 1200 bps. Selanjutnya data dipisah-pisahkan sesuai informasinya seperti disebutkan di atas. Data hasil pemisahan siap digunakan untuk ditampilkan dalam bentuk grafik.

2.2. Aplikasi Penjejak Posisi Berbasis Peta

Aplikasi ini dibuat menggunakan Microsoft Visual Basic 6.0 yang didukung oleh software ESRI MapObjects 2.1. yang telah diregistrasi sebagai komponen dalam Visual Basic 6.0. Proses pembuatannya aplikasi ini yaitu menambahkan komponen Map Control dari MapObjects 2.1. pada Form VB, membuat prosedur penambahan peta pada Map Control, membuat prosedur Add Event untuk menampilkan obyek yang dipantau pada peta.

Data posisi digunakan sebagai masukan untuk mengplot posisi obyek perwakilan alat ukur pada peta yang sesuai. Dari posisi obyek tersebut pada peta akan dapat diketahui posisi keberadaan radiosonda tersebut yang sebenarnya.

Peta yang dapat digunakan ada 2 jenis, yaitu peta vektor dan peta raster. Peta vektor merupakan peta digital yang mempunyai beberapa layer. Tiap layer menampung informasi spasial seperti jalan, sungai, gunung, garis pantai, danau, dan yang lainnya (Eddy Prahasta, 2002). Peta vektor juga mempunyai informasi koordinat, berupa koordinat kartesian atau UTM. Peta raster merupakan image biasa yang tidak mempunyai informasi apapun kecuali apa yang terlihat pada image tersebut.

Untuk menggunakan kedua jenis peta tersebut digunakan software MapObjects 2.1 buatan ESRI. Software tersebut merupakan komponen-komponen software pemetaan yang digunakan untuk menambahkan aplikasi peta ke dalam aplikasi pemrograman yang dibuat. Apabila telah diinstall, maka ia akan terintegrasi ke dalam Microsoft Visual Basic 6.0 sebagai komponennya.

Peta vektor ditampilkan oleh MapObjects 2.1 dengan cara menambahkan tiap layer-nya ke dalam suatu Map control. Layer yang harus berada paling atas, misalnya layer jalan, harus ditambahkan terakhir. Dan layer yang berada paling bawah, misalnya area

propinsi atau kabupaten, harus ditambahkan pada awal. Data posisi dapat langsung diplotkan pada peta jika koordinat peta sama dengan koordinat data posisi. Jika berbeda, maka koordinat data posisi harus ditransformasi dulu ke dalam koordinat yang sama dengan koordinat peta. Data posisi diplotkan dengan cara menambah event baru pada peta yang menunjukkan posisi alat ukur. Event tersebut dapat diganti bentuknya dengan bentuk-bentuk event yang ada di font MapObjects 2.1.

Peta raster ditampilkan oleh MapObject 2.1 dengan cara menambahkan imagenya ke dalam suatu Map control, akan tetapi peta tersebut tidak dapat langsung digunakan. Peta raster harus diregistrasi terlebih dahulu agar mempunyai koordinat sendiri. Proses registrasinya dengan cara membandingkan dua titik koordinat posisi nyata di lapangan yang diperoleh menggunakan GPS receiver dengan dua titik posisi pixel image peta raster. Titik pertama koordinat posisi nyata harus sama lokasinya seakurat mungkin dengan titik pertama posisi pixel image. Demikian pula dengan titik kedua. Dari perbandingan tersebut akan diperoleh fungsi titik koordinat data posisi terhadap posisi pixel pada image. MapObjects 2.1 akan menggunakan fungsi tersebut untuk menambahkan event pada peta raster yang menunjukkan posisi alat ukur.

2.3. Grafik Data Sensor

Untuk membuat grafik data sensor terhadap ketinggian harus ditentukan terlebih dahulu skala sumbu X dan Y. Skala sumbu X adalah skala data sensor. Sedangkan skala sumbu Y adalah skala data ketinggian. Setelah skala diketahui, kemudian ditentukan tinggi dan lebar kotak grafik (dalam ukuran pixel).

Agar nilai data sensor dan data ketinggian dapat diplot pada grafik, maka kedua nilai data tersebut harus ditransformasi ke nilai pixel kotak grafik terlebih dahulu. Untuk mentransformasi digunakan formula sebagai berikut:

$$X2 = \frac{Npx}{Ns} \times X1 \quad \dots\dots\dots (2.1)$$

$$Y2 = \frac{Npy}{Nk} \times Y1 \quad \dots\dots\dots (2.2)$$

dimana:

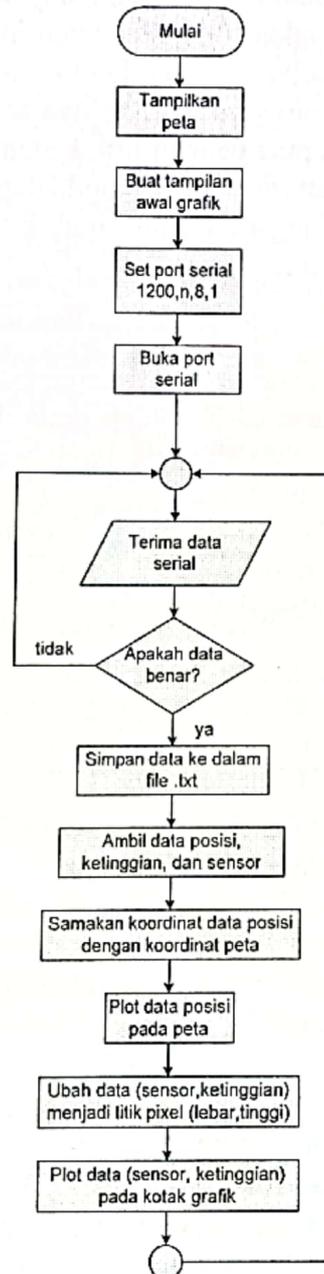
- X1 = Nilai data sensor (dalam besaran sensor)
- X2 = Nilai hasil transformasi dari nilai data sensor (pixel)
- Y1 = Nilai data ketinggian (m atau km)
- Y2 = Nilai hasil transformasi dari nilai data ketinggian (pixel)
- Npx = Panjang sumbu x (pixel)
- Npy = Panjang sumbu y (pixel)
- Ns = Skala data sensor (sumbu x)
- Nk = Skala data ketinggian (sumbu y).

Setelah nilai X2 dan Y2 diketahui, kemudian titik (X2,Y2) diplotkan pada grafik. Agar titik-titik hasil plot dapat membentuk garis, maka setelah mengplot suatu titik diikuti dengan membuat garis yang menghubungkan titik tersebut dengan titik sebelumnya. Demikian seterusnya.

2.4. Penyimpanan Data

Setiap data yang diterima disimpan dalam file dengan ekstensi .txt. Penggunaan file berekstensi .txt karena lebih sederhana, tidak memerlukan aplikasi database apapun sehingga software akan lebih ringan dalam mengaksesnya. Di samping itu juga mudah dibaca dan dianalisis, misalnya dengan menggunakan Microsoft Excel.

Secara garis besar, jalannya software dimulai dari membuat tampilan awal peta dan grafik, kemudian membuka port serial komputer dengan baud rate 1200,n,8,1. Apabila ada data yang masuk ke port serial, data tersebut akan disaring terlebih dahulu, apabila format datanya sama dengan format data di atas, maka data akan diproses dan disimpan ke dalam file teks (.txt). Data posisi digunakan untuk plotting posisi obyek pada peta, sedangkan data nilai sensor akan digambarkan dalam bentuk grafik nilai sensor terhadap ketinggian. Diagram alir perancangan software ditunjukkan dalam Gambar 2.2. Selanjutnya software diberi nama Carbon dioxidesonde Monitor.



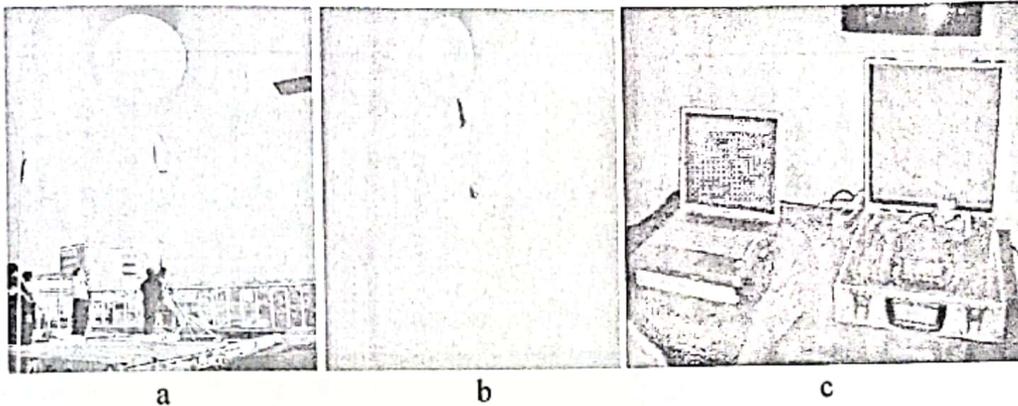
Gambar 2.2. Diagram alir perancangan software pemantau CO₂ sonda.

3. PENGUJIAN SOFTWARE

Pengujian dilakukan di kantor LAPAN Bandung dengan menerbangkan CO₂ sonda menggunakan balon meteorologi 2000 gram yang diisi gas hidrogen dengan free lift 50%, seperti ditunjukkan dalam Gambar 3.1. CO₂ sonda diterbangkan hingga tercapai ketinggian

18 km. Pada ketinggian 18 km rangkaian pemutus akan memisahkan instrumen dan balon. Setelah putus, maka CO₂ sonda akan turun ke bawah lagi secara perlahan dengan menggunakan parasut.

Selama melayang di udara baik saat naik ke atas maupun turun ke bawah, CO₂ sonda terus melakukan pengukuran kemudian mentransmitkan data hasil pengukuran. Unit penerima di ruas bumi menerima data yang dikirim dan memprosesnya menggunakan software pemantau yang diinstall pada komputer unit penerima. Software menggunakan peta digital Jawa Barat untuk pemantauan posisi instrumen di kawasan Bandung dan sekitarnya.



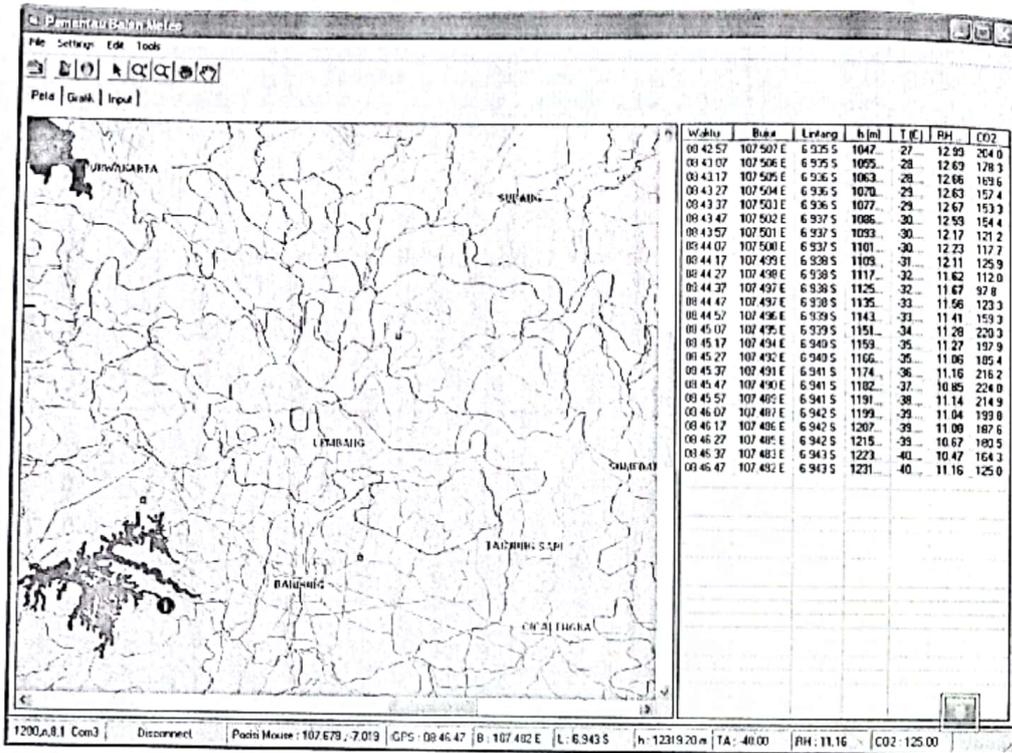
Gambar 3.1. Proses peluncuran balon CO₂ Sonda (a dan b) dan unit penerima (c).

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

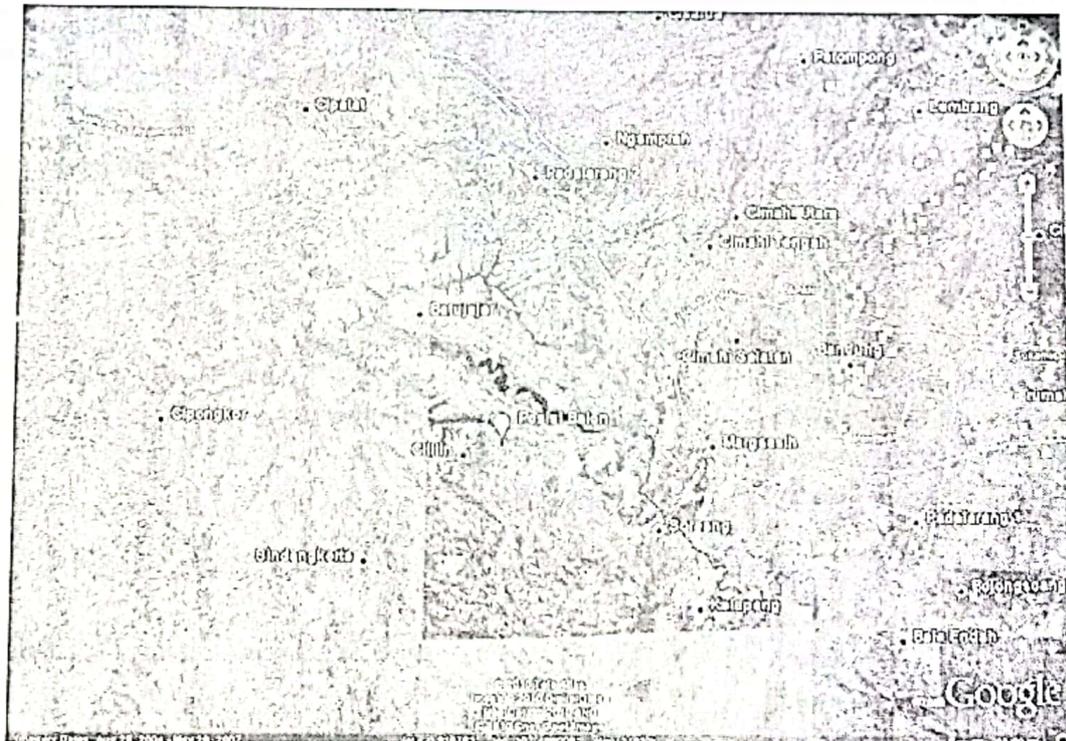
Hasil pengujian, posisi CO₂ Sonda ditunjukkan oleh lingkaran hitam dengan angka 1 yang tampil pada peta, dan terdapat pula jejak instrumen berupa garis putus-putus warna hitam, seperti ditunjukkan dalam Gambar 4.1. Di sebelah kanan peta terdapat list data yang telah diterima, terdiri dari waktu, posisi bujur, lintang, ketinggian, suhu udara, kelembaban, dan konsentrasi CO₂.

Apabila hasil penjejakan posisi CO₂ Sonda oleh software, yaitu pada koordinat 107.482 BT dan 6.943 LS, yang ditunjukkan oleh lingkaran hitam pada Gambar 4.1 dibandingkan dengan hasil pengeplotan posisi CO₂ Sonda tersebut pada peta Google Earth yang ditunjukkan oleh *placemark* balon biru pada Gambar 4.2, maka dapat diketahui bahwa software dan Google earth menunjukkan lokasi yang sama sehingga dapat disimpulkan bahwa software berhasil menjejak posisi CO₂ Sonda dengan benar.

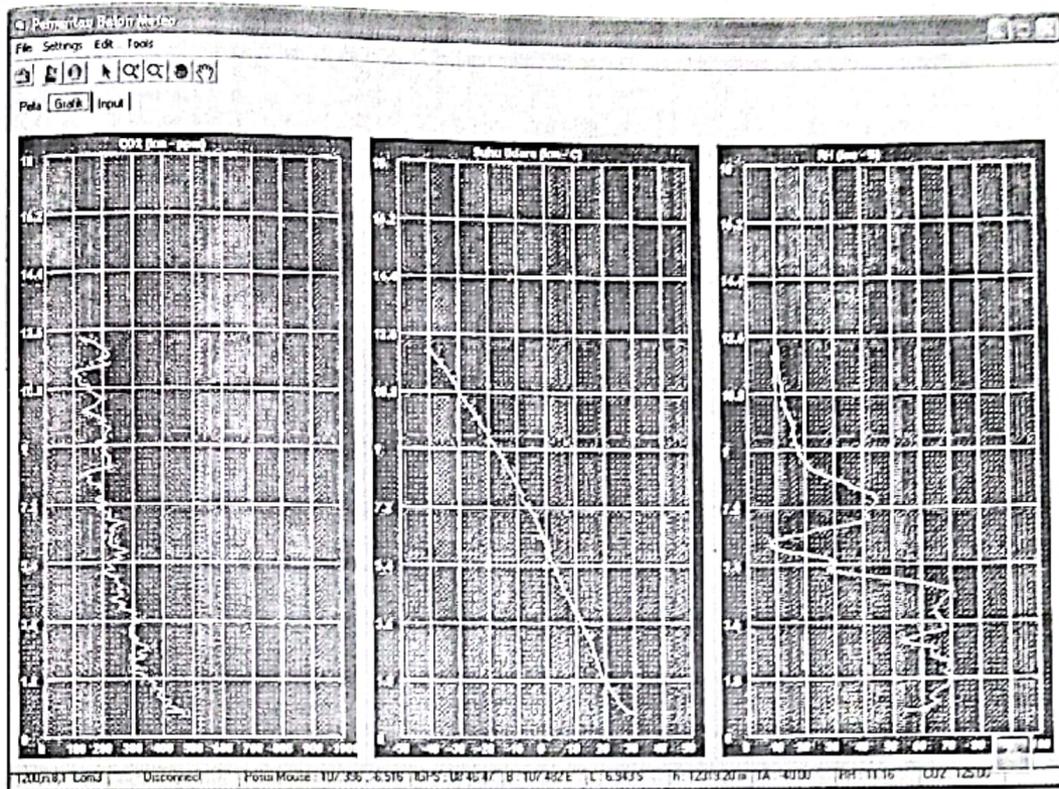
Menu yang ada pada software ada 2, yaitu menu utama dan menu pada toolbar. Menu utama antara lain menu File yang berisi menu Open dan Close Log untuk menyimpan data, menu Settings yang berisi menu Setting Serial untuk konfigurasi komunikasi serial, menu Edit yang berisi menu Registrasi untuk merigistrasi peta raster (gambar), serta menu Tool yang berisi menu untuk merestart semua tampilan dan menu untuk memperbesar dan memperkecil peta. Menu pada Toolbar antara lain menu Open untuk membuka peta, menu Connect untuk membuka koneksi dengan hardware, menu Simulasi untuk melakukan simulasi (melihat kembali) proses pemantauan menggunakan data yang berhasil disimpan, menu Zoom In dan Zoom Select untuk memperbesar tampilan peta, menu Zoom Out untuk memperkecil tampilan peta, menu Full Extent untuk menampilkan peta keseluruhan, dan menu Pan (gambar tangan) untuk menggeser peta ke arah yang dikehendaki.



Gambar 4.1. Tampilan utama software pemantau instrumen pengukur CO₂ vertikal.



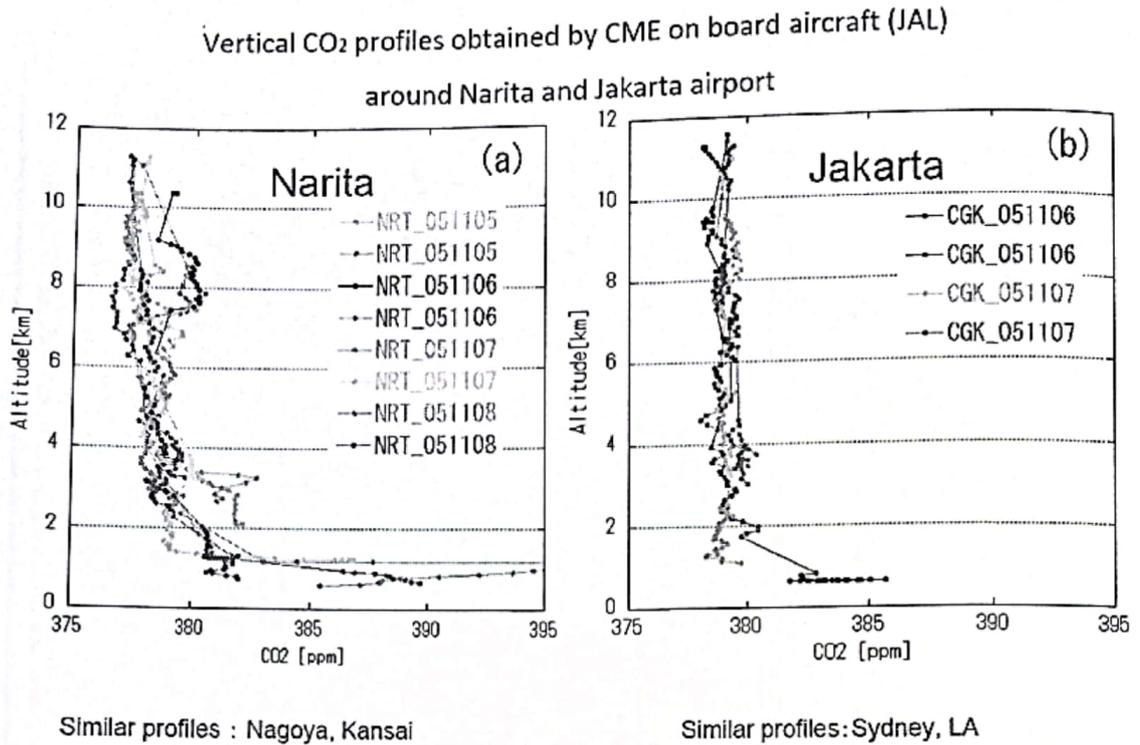
Gambar 4.2. Posisi CO₂ Sonda yang diplotkan pada Google Earth (balon biru).



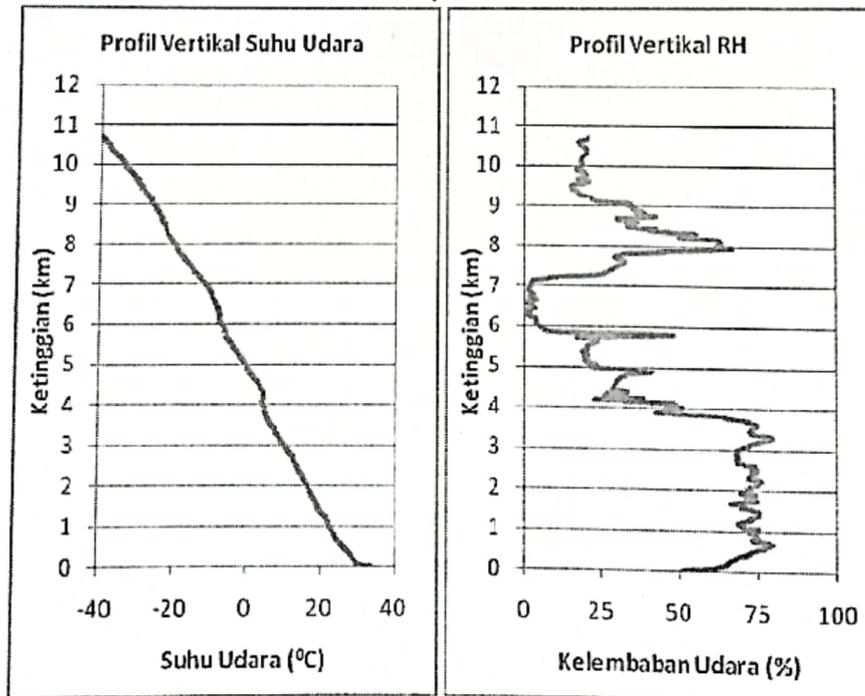
Gambar 4.3. Cuplikan grafik hasil peluncuran alat ukur CO₂ vertikal.

Sedangkan grafik data sensor ditunjukkan dalam Gambar 4.3. Grafik kiri adalah CO₂ terhadap ketinggian, grafik tengah adalah suhu udara terhadap ketinggian, grafik kanan adalah kelembaban terhadap ketinggian. Sampel yang diambil adalah data hingga ketinggian 12,31 km. Pada grafik sensor CO₂, skala sumbu x adalah dari 0 – 1000 ppm, sedangkan skala sumbu y adalah 0 - 18 km. Grafik ini merupakan grafik keluaran sensor yang belum dikoreksi dengan kompensasi suhu dan tekanan. Grafik belum dikoreksi untuk memungkinkan penggunaan berbagai jenis sensor CO₂ Vaisala yang mempunyai kondisi operasi berbeda. Pada grafik sensor suhu udara, skala sumbu x adalah dari -50 – 50 °C, sedangkan skala sumbu y adalah 0 - 18 km. Pada grafik sensor kelembaban, skala sumbu x adalah dari 0 – 100 %, sedangkan skala sumbu y adalah 0 - 18 km. Lebar kotak grafik (sumbu x) dari ketiga grafik tersebut adalah 4200 pixel dan tinggi kotak grafik (sumbu y) dari ketiga grafik tersebut adalah 8200 pixel.

Dari tampilan hasil pengujian dapat diketahui profil vertikal CO₂, suhu, dan kelembaban terhadap ketinggian. Profil CO₂ yang terlihat merupakan profil data yang belum dikoreksi dengan kompensasi suhu dan tekanan. Contoh profil vertikal CO₂ hasil pengukuran menggunakan pesawat dapat dilihat pada Gambar 4.4 (Isamu Morino, 2008). Sedangkan contoh profil suhu dan kelembaban dapat dilihat dalam Gambar 4.5 (hasil pengukuran radiosonda di Watukosek Pasuruan April 2009), terlihat bahwa profil vertikal hasil pemantauan software (Gambar 4.3) mempunyai pola yang hampir sama dengan hasil radiosonda (Gambar 4.5).

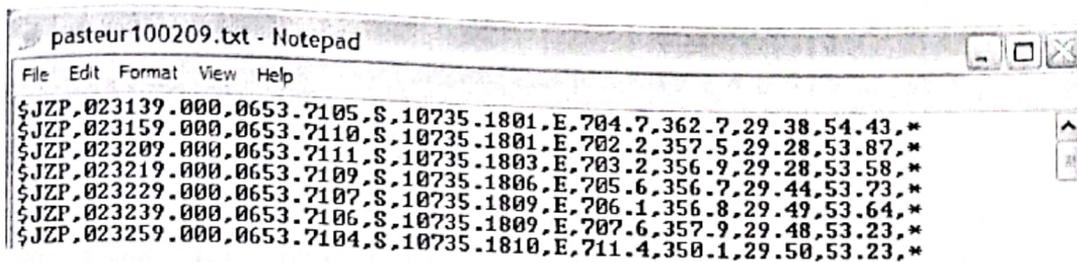


Gambar 4.4. Profil vertikal CO₂ hasil pengukuran menggunakan pesawat di Narita (a) dan Jakarta (b) (Isamu Morino, 2008).



Gambar 4.5. Profil vertikal suhu (kiri) dan kelembaban (kanan) hasil pengukuran Radiosonda di Watukosek 2009.

Data yang diterima disimpan dalam file .txt, seperti ditunjukkan dalam Gambar 4.6. Dari gambar terlihat bahwa data yang disimpan mempunyai format yang sama dengan format data instrumen.



Gambar 4.6. Penggunaan file .txt untuk penyimpanan data hasil pengukuran.

Dari hasil pengujian didapat bahwa software mampu menjejak posisi dan ketinggian dengan benar dan mampu menampilkan data profil vertikal CO₂ yang belum dikoreksi, serta profil vertikal suhu dan kelembaban udara yang hampir sama dengan profil vertikal hasil pengukuran radiosonda yang lain. Data yang diterima hanyalah data yang berasal dari CO₂ Sonda saja, sehingga dapat diketahui penyaringan data berhasil. Hasil plotting data posisi ke peta telah sesuai dan tepat dengan kondisi sebenarnya, akan tetapi diperlukan peta yang lebih detail agar pemantauan posisi lebih mudah. Grafik nilai sensor terhadap ketinggian telah berjalan dengan benar hingga didapatkan profil vertikal CO₂ yang belum terkoreksi, suhu udara, dan kelembaban udara di atmosfer sampai ketinggian 12 km. Semua data dari CO₂ Sonda yang berhasil diterima oleh unit penerima telah berhasil disimpan oleh software ke dalam file text (ekstensi .txt) dengan tanpa kesalahan.

4. KESIMPULAN

Software mampu menjejak posisi dan ketinggian dengan benar dan mampu menampilkan data profil vertikal CO₂ yang belum dikoreksi, serta profil vertikal suhu dan kelembaban udara yang hampir sama dengan profil vertikal hasil pengukuran radiosonda yang lain. Software perlu dikembangkan agar dapat melakukan penjejakan posisi memanfaatkan aplikasi Google Earth dan menambah grafik profil vertikal tekanan udara agar dapat memantau data CO₂ Sonda yang mempunyai sensor tekanan. Software ini dapat juga digunakan untuk pemantau roket sonda dengan penyesuaian format data.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Prof. Dr. Chunaeni Latief, Gun Gun Gunawan, ST, Ginaldi Ari Nugroho, ST, dan Heri Suherman atas bantuan dan kerjasamanya dalam uji coba software.

DAFTAR RUJUKAN

- Morino, Isamu., 2008, Validation Plan (of GOSAT TANSO Standard Products), Workshop on the Data Utilization of Green House gases Observing Satellite (GOSAT) IBUKI, Tokyo.
- Prahasta, Eddy., 2002, *Konsep-konsep Dasar Sistem Informasi Geografis*, Informatika, Bandung.
- Bagaimana Iklim dapat Berubah?, <http://iklim.dirgantara-lapan.or.id>, Diakses tahun 2010.