

Sistem Pemantauan Jarak Jauh untuk Stasiun Monitoring Kualitas Udara

Adhi Harmoko S, Cuk Imawan

Smart Systems Technology Group
Departemen Fisika, FMIPA Universitas Indonesia
Email : adhi_hs@fisika.ui.ac.id, imawan@fisika.ui.ac.id

Abtrak

Telah dikembangkan sistem pemantauan jarak jauh untuk stasiun monitoring kualitas udara. Sistem ini terdiri atas tiga komponen utama, sistem stasiun yang mempunyai fungsi sebagai akuisisi data untuk 7 buah sensor: sensor temperatur, kelembaban dan gas O₂, O₃, NO, CO and SO₂, sistem master yang mempunyai fungsi sebagai pengumpul data dan pengendali stasiun dan server database yang mempunyai fungsi sebagai bank data kualitas udara. Perangkat lunak sistem pemantau jarak jauh dibuat berdasarkan standar SDI-12 untuk sensor berbasis mikroprosesor. Sistem pemantauan jarak jauh hasil rancangan telah diuji non stop selama 2 minggu dan menunjukkan hasil yang baik tanpa dijumpai adanya error.

Abstract

Remote Monitoring Systems for Air Quality Stations. A remote monitoring system for air quality station has been design and developed. The system consist of three main units: stations, master, and server. Station collects and processes data from 7 sensors (temperature, humidity, and O₂, O₃, NO, CO, and SO₂ gas sensor), master system has a duty as data collector and station control and as air quality data bank is the server. Remote monitoring software was developed base on SDI-12 (A Serial-Digital Interface) standard for microprocessor-based sensor. The system has been tested and showed good results.

Keywords: Telemetri, Data Akuisisi, Monitoring, Lingkungan

1. PENDAHULUAN

Istilah pemantauan jarak jauh sering disebut sebagai telemetri. Saat ini bila disebut istilah telemetri akan mencakup semua aspek yang meliputi telemetri itu sendiri dan sistem kontrol, atau yang lebih sering disebut sistem SCADA (Supervisory, Control and Data Acquisition) yang menggunakan pemantauan jarak jauh untuk pengoperasian serba guna [1].

Pada saat ini telah banyak dikembangkan sistem telemetri untuk berbagai aplikasi, misalkan pada industri pertambangan (pengeboran lepas pantai), pemantauan lingkungan (kualitas air, udara), pencegahan banjir, prakiraan cuaca, geothermal, penerbangan, kelautan, pemantauan ruang angkasa dan masih banyak aplikasi lainnya yang juga menggunakan sistem telemetri [2]. Sistem telemetri tersebut digunakan untuk menghubungkan banyak stasiun yang dapat terdiri atas sistem pengukuran atau sistem akuisisi data dengan pusat pengolahan data.

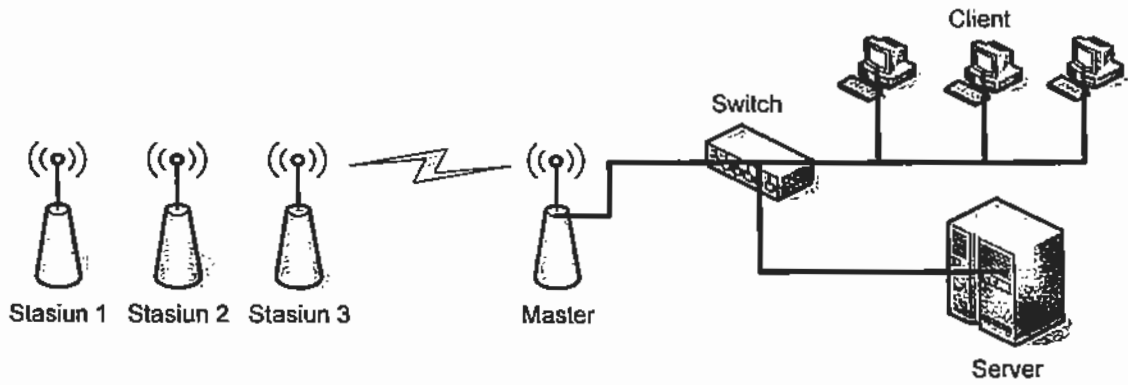
Sistem telemetri tidak saja mencakup pemantauan daerah-daerah yang berada pada jarak dekat saja, melainkan juga sudah mencakup pemantauan pada jarak

yang sangat jauh dengan bantuan penggunaan satelit dan dengan kecepatan pengiriman data yang sangat tinggi [3].

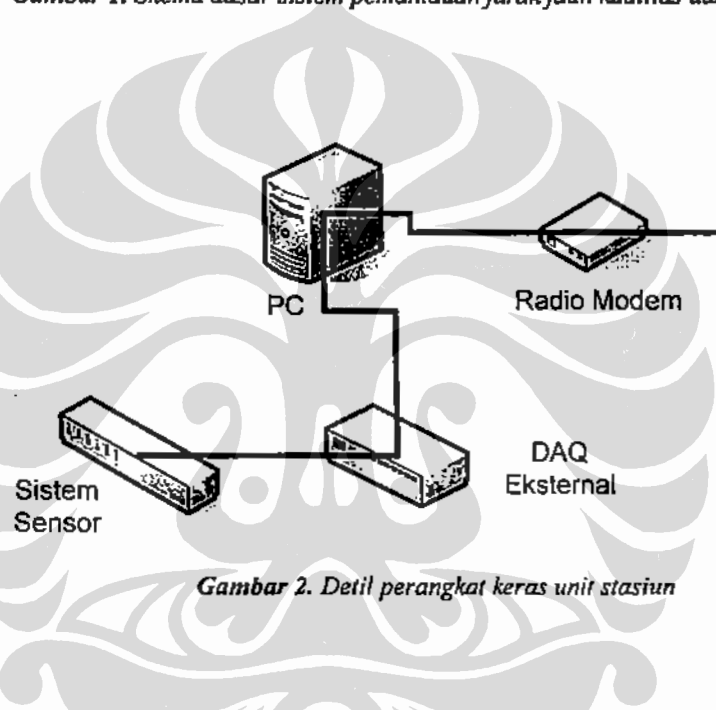
Pesatnya perkembangan telemetri telah memacu perkembangan penelitian pada bidang ini, terutama pada aplikasi-aplikasi khusus. Pada penelitian ini telemetri dikhususkan pada aplikasi pemantauan kualitas udara, yaitu mengontrol beberapa stasiun monitoring udara, yang mana pada penelitian ini setiap stasiun menggunakan 7 buah sensor yang berbeda.

2. PERANGKAT KERAS

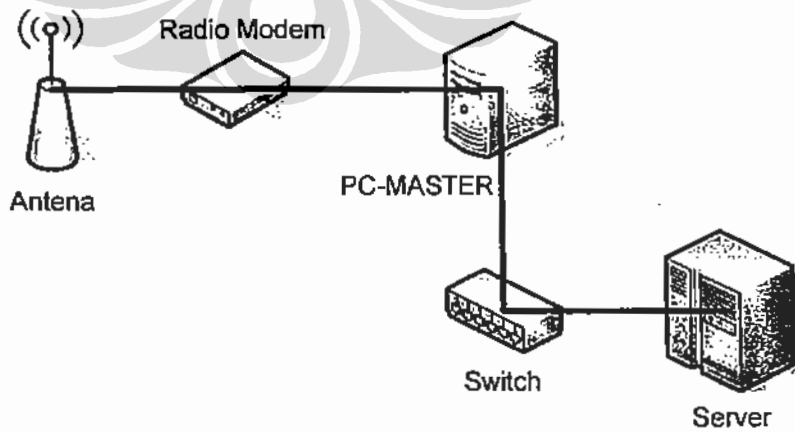
Implementasi perangkat keras sistem pemantauan jarak jauh kualitas udara merupakan bagian dari rancang bangun stasiun pemantau kualitas udara. Sistem ini berfungsi untuk melakukan pemantauan informasi kualitas udara berupa nilai temperatur (T), kelembaban (RH), konsentrasi gas O₂, O₃, NO, CO dan SO₂ pada lingkungan tempat stasiun pemantau diletakkan [4]. Secara umum perangkat keras sistem pemantauan jarak jauh kualitas udara ambien diperlihatkan pada gambar 1.



Gambar 1. Skema dasar sistem pemantauan jarak jauh kualitas udara ambien.



Gambar 2. Detil perangkat keras unit stasiun



Gambar 3. Detil perangkat keras unit master.

Perangkat keras sistem tersebut meliputi tiga kelompok besar, yaitu stasiun, master dan jaringan. Stasiun merupakan unit yang berfungsi untuk melakukan pemantauan kualitas udara ambien. Unit ini diletakkan di suatu tempat yang ingin dipantau. Misalkan satu unit diletakkan di kawasan perumahan, satu unit di kawasan industri dan satu unit di pusat kota. Unit-unit stasiun tersebut akan merepresentasikan kualitas udara pada lingkungan tersebut.

Master merupakan unit yang berfungsi untuk melakukan pengontrolan lebih dari satu stasiun, menerima data dari setiap stasiun, mengolah dan menyimpan data setiap stasiun pada server database. Master umumnya diletakkan pada kantor pusat pemantauan lingkungan.

Sedangkan jaringan merupakan penyedia layanan informasi mengenai kualitas udara ambien. Cakupan jaringan ini tidak terbatas hanya pada satu lokal saja, namun dapat mencakup lokal yang sangat luas misalkan cakupan internasional dengan berbasis internet. Setiap user yang membutuhkan informasi kualitas udara ambien pada suatu lokasi dapat dengan mudah mengakses informasi hanya dengan duduk di depan komputer yang terhubung dengan jaringan. User tersebut dapat mengolah data sesuai dengan keperluan dan standar yang digunakan.

Pada gambar 2 diperlihatkan detail perangkat keras pada unit stasiun. Sistem stasiun atau lebih tepat disebut sebagai sistem akuisisi data multi sensor terdiri atas sistem pengukuran (terdiri atas 7 buah sensor), DAQ eksternal, komputer, radio modem dan antena. Sistem pengukuran merupakan unit dari stasiun yang berfungsi untuk melakukan pengukuran kualitas udara ambien dengan mengukur nilai temperatur, kelembaban, dan konsentrasi gas O_2 , O_3 , NO , CO dan SO_2 . Pada sistem pengukuran ini telah dilengkapi dengan catu daya, signal conditioning dan sistem ukur pada masing-masing sensor.

DAQ eksternal adalah unit yang berfungsi untuk mengubah nilai analog dari sensor menjadi nilai digital untuk dapat dilakukan proses pengolahan dan pengiriman data melalui komputer. DAQ eksternal ini mempunyai resolusi 12 bit dan dihubungkan dengan konektor USB 1.0 pada komputer yang digunakan sebagai pusat kontrol stasiun.

Radio modem adalah suatu alat yang mempunyai fungsi mengubah informasi digital menjadi informasi analog (atau sebaliknya) untuk kemudian ditransmisikan dalam bentuk gelombang radio pada suatu frekuensi tertentu. Pada sistem ini digunakan radio UHF FM Mobile Transceiver dengan modul modem yang tertanam di dalamnya.

Gambar 3 menunjukkan detail perangkat keras pada unit master. Sistem master atau dapat juga disebut sebagai sistem pengontrol dan pengumpul data terdiri atas radio modem dengan antenanya, komputer dengan

fasilitas NIC (Network Interface Card), switch 10/100 dan komputer server yang juga dilengkapi NIC.

Radio modem yang digunakan pada unit master adalah radio modem yang sama dengan radio modem yang digunakan pada unit stasiun. Radio modem ini memiliki dua fungsi yaitu menerima (tranceive) dan mengirim (transmite).

Database server sistem pemantau kualitas udara ini dapat dihubungkan dengan jaringan intranet yang telah ada sebelumnya, seperti yang dilakukan pada penelitian ini. Dengan dihubungkannya sistem pemantau ini ke server, memungkinkan banyak pengguna dapat mengakses bank data pada waktu yang bersamaan melalui internet. Pada komputer client diberikan akses untuk melakukan penyalinan data dari database server.

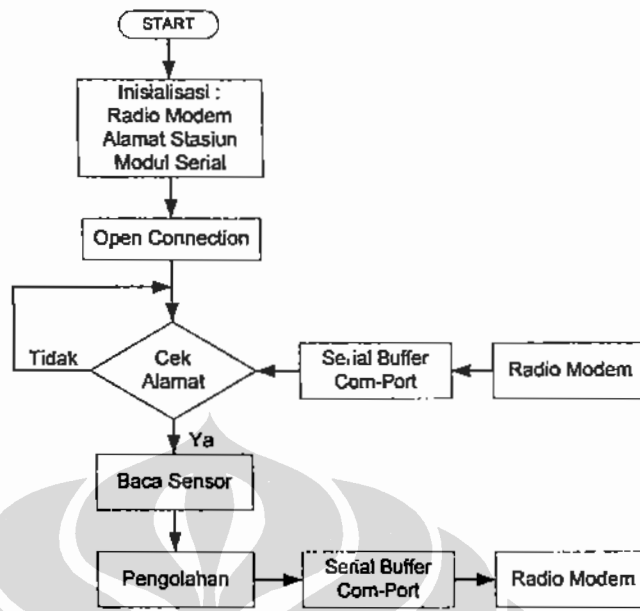
3. PERANGKAT LUNAK

Implementasi perangkat lunak Sistem Pemantauan Jarak Jauh untuk Stasiun Kualitas Udara meliputi tiga hal, yaitu pembuatan perangkat lunak untuk sistem stasiun, pembuatan perangkat lunak untuk sistem master dan pembuatan database untuk bank data. Visualisasi sistem stasiun dan sistem master dibuat berbasis windows sedangkan database server dibuat berbasis linux. Visualisasi sistem berbasis windows dipilih karena lebih user friendly sehingga user yang awam sekalipun mampu mengoperasikan sistem ini. Sedangkan database server berbasis linux dipilih karena kehandalan linux dalam kestabilan dan sekuritas yang tinggi.

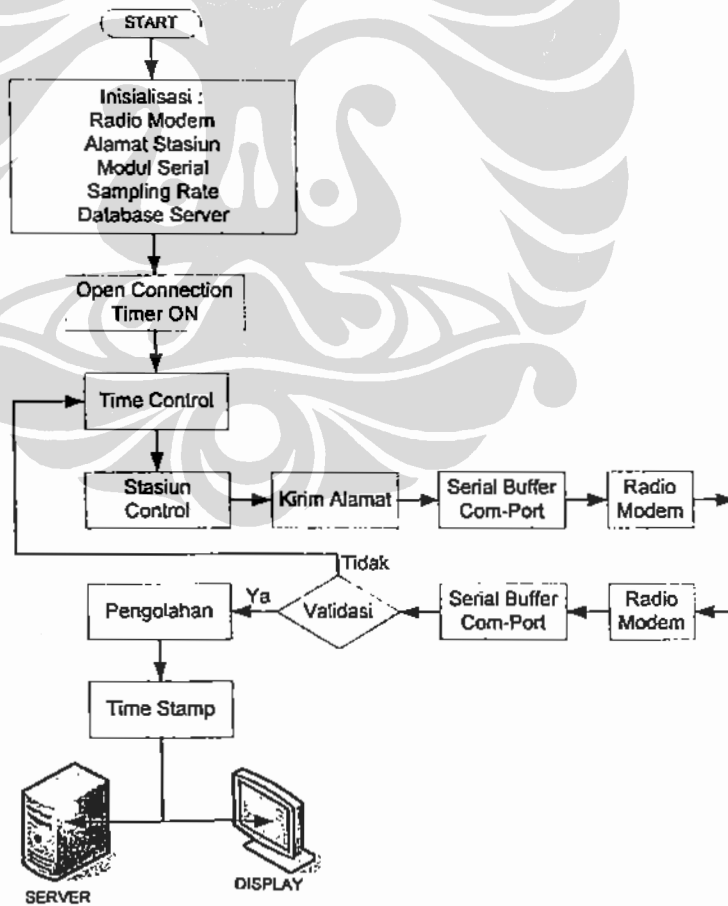
Algoritma sistem telemetri pada sistem stasiun dan sistem master dikembangkan dari standar pengiriman data untuk lingkungan, yaitu SDI-12 (A Serial Digital Interface Standar for Microprocessor-Based Sensor) [5]. Pada standar tersebut dijelaskan antar muka elektronik, protokol komunikasi, pencatatan data SDI-12 dan sistem sensor SDI-12.

Pada gambar 4 dapat dilihat diagram alir sistem stasiun pemantau kualitas udara. Sistem dimulai dengan melakukan inisialisasi modul I/O yang digunakan, setting radio modem pada mode pengiriman data digital, setting alamat stasiun dan membuka koneksi port serial COM1 sebagai modul penghubung dengan radio modem. Kemudian sistem stasiun akan berada dalam kondisi *stand-by* menunggu perintah pengambilan data.

Perintah pengambilan data dilakukan oleh master dengan melakukan pengiriman alamat kepada semua stasiun, hanya stasiun dengan alamat yang sesuai saja yang akan melakukan proses pengambilan data dan mengirimkannya kembali ke sistem master.



Gambar 4. Diagram alir sistem stasiun



Gambar 5. Diagram alir sistem master

Pada gambar 5 diperlihatkan diagram alir sistem master pemantau kualitas udara. Inisialisasi yang dilakukan di awal agak berbeda dengan yang dilakukan di sistem stasiun. Persamaan inisialisasi adalah pada setting radio modem dan modul serial. Kedua setting tersebut sama karena menggunakan jenis radio modem yang sama pada stasiun maupun master. Inisialisasi alamat pada stasiun hanya berisikan satu buah nilai, yaitu alamat stasiun yang bersangkutan, sedangkan alamat stasiun pada master berisikan beberapa buah nilai yaitu alamat-alamat stasiun pemanta.

Pada sistem master juga dilakukan setting sampling rate, yaitu proses pengaturan interval waktu antara pengambilan data dengan pengambilan data berikutnya. Pada perangkat lunak master, sampling rate dapat dipilih berupa nilai 1, 5, 10, 20, 30, 40, 50 dan 60 menit. Inisialisasi server database merupakan pemilihan alamat server yang digunakan pada suatu jaringan yang memungkinkan adanya banyak server database.

Setelah proses inisialisasi selesai, maka sistem akan melakukan proses membuka port komunikasi COM1 dan meng-ON-kan timer. Pada saat inilah fungsi timer akan berfungsi dan mengontrol proses pemantauan pengambilan data kualitas udara. Proses akan dimulai dengan memformat alamat stasiun yang dimasukkan sesuai dengan standar SDI-12 dan mengirimkan alamat-alamat tersebut bergantian sesuai dengan input interval waktu.

Setelah alamat stasiun dikirimkan melalui radio modem, maka sistem akan *stand-by* menunggu sampai stasiun membalas perintah master dengan mengirimkan hasil pembacaan sensor. Data hasil pembacaan sensor oleh stasiun akan dikirim melalui radio modem dengan format berupa array 7 buah nilai sesuai dengan standar SDI-12 pada pengiriman multi sensor. Master akan melakukan validasi format pengiriman tersebut, bila tidak sesuai nilai tersebut akan diabaikan. Namun bila sesuai akan diolah untuk ditampilkan dalam display dan disimpan dalam database. Sebelum disimpan dan ditampilkan, data hasil pembacaan sensor tersebut akan diberikan time stamp berupa tanggal dan waktu diterimanya data tersebut pada komputer master.

4. EKSPERIMEN

Telah dilakukan eksperimen pengujian sistem pemantauan jarak jauh untuk stasiun kualitas udara. Pengujian dilakukan di laboratorium SST Departemen Fisika Universitas Indonesia. Sistem komputer stasiun dan master diletakkan pada ruang yang sama, namun antena pemancar dan penerima diletakkan di ujung-ujung gedung.

Pada pengujian ini sistem pengukuran berupa sensor-sensor yang berfungsi untuk mengukur

temperatur (T), kelembaban (RH), konsentrasi gas O₂, O₃, NO, CO dan SO₂ tidak dipasang pada sistem DAQ eksternal. DAQ eksternal hanya diberikan suatu nilai tegangan tertentu pada 7 kanal ADC yang digunakan sebagai output sensor. Gambar 6 memperlihatkan visualisasi stasiun master. Pada pengujian ini, stasiun yang dikontrol diberi alamat 10. Pada sistem master alamat stasiun 1 harus mempunyai nilai sama dengan alamat stasiun, kalau tidak proses pengambilan data tidak akan terjadi.

Gambar 7 merupakan visualisasi pada monitor stasiun. Pada sistem ini, operator cukup memasukkan alamat stasiun dan mengaktifkan tombol *Open Connection*, maka sistem akan secara otomatis melakukan pengambilan data sesuai perintah komputer master.

Pada gambar 8 diperlihatkan database berupa hasil pembacaan sensor yang tersimpan di database pada tanggal yang sama dengan pilihan interval waktu pengambilan 10 menit. Nilai-nilai pada *field* sen1 sampai sen3 masih berupa nilai tegangan, belum dilakukan proses pengolahan. Proses konversi nilai tegangan menjadi nilai besaran fisis akan dilakukan setelah proses kalibrasi sistem stasiun.

Sistem pemantauan jarak jauh ini telah diuji selama 2 minggu tanpa berhenti dan tidak dijumpai adanya error.

Data harian selanjutnya dapat diolah menjadi sebuah informasi ISPU (Indeks Standar pencemaran Udara) sesuai standar Indonesia [6].

5. KESIMPULAN

Penelitian ini merupakan perancangan sistem pemantauan jarak jauh untuk stasiun kualitas udara. Sistem tersebut meliputi perangkat keras dan perangkat lunak yang telah didisain untuk difungsikan sebagai sistem telemetri. Perangkat keras terdiri atas radio modem, DAQ eksternal, komputer, antena dan server database. Perangkat lunak dikembangkan dari algoritma SDI-12 yang merupakan algoritma standar untuk pengukuran dengan menggunakan sensor berbasis mikroprosesor. Sistem tersebut telah diuji selama 2 minggu dan menunjukkan kinerja yang baik tanpa dijumpai adanya error.

DAFTAR ACUAN

- [1] Andy Stanford-Clark, "Integrating monitoring and telemetry devices as part of enterprise information resources" WebSphere MQ Integrator, IBM Software Group March 2002
- [2] Christopher P. Townsend, Steven W. Arms, Michael J. Hamel, "Remotely powered,

multichannel, microprocessor based telemetry systems for a smart implantable total knee implant", MicroStrain, Inc. 294 N. Winooski Ave., Burlington, VT 05401 USA

- [3] E. Rabenau, W. Kruse, "*Telemetry Distribution and Processing For The Second German Spacelab Mission D-2*"
- [4] Cuk Imawan, Supriyanto, Adhi Harmoko, "*MOS-based Sensors for CO and RH Monitoring Systems*" Seminar Nasional, Institute Teknologi Surabaya, 2003
- [5] <http://www.sdi-12.org>, *SDI-12 (A Serial-Digital Interface Standard for Microprocessor - Based Sensors)* Version 1.3, September 17, 2002
- [6] Pollution Standard Index (PSI), KEP-107/KABAPEDAL/11/1997.

