

SISTEM PEMANTAU STEAM BOILER MENGGUNAKAN WIRELESS SENSOR NETWORK

Madha Christian Wibowo ¹⁾

I Dewa Gede R.M. ²⁾

1) Program Studi S1-Sistem Komputer, STIKOM Surabaya, email: madha@stikom.edu

2) Program Studi S1-Sistem Komputer, STIKOM Surabaya, email: dewa@stikom.edu

Abstract: The development of science allows technologies were created to facilitate human life. One of them is sensor. Sensor is allowing humans to monitor the conditions around them with a more detail and accurate, so it can provide better analyzing, and become more alert with the changes that occur in the vicinity or in places that are far away which does not allow human existence. One of its applications is in industry, especially in the industry where there is a steam boiler system that boils some kind of liquid with a high temperature. Wireless Sensor Network was designed using microcontroller, a set of sensors, and communication module. The communication media used for data transmission in this research is WiFi with UDP as IP protocol. The result is a sensor field that is capable for monitoring a steam boiler system and giving the warning about the liquid level and the temperature to the monitoring station. This system is also able controlling valve to regulate fluid flow in steam boilers.

Keywords: Wireless Sensor Network, User Datagram Protocol, Steam Boiler, Microcontroller, WIZ110SR

Perkembangan teknologi yang pesat telah dapat mewujudkan bermacam-macam ide-ide menarik yang pada masa lalu mungkin dianggap suatu hal yang mustahil. Namun sekarang ini, teknologi itu menjadi sangat besar manfaatnya untuk membantu kehidupan manusia. Teknologi sensor adalah salah satu perkembangan teknologi yang dimaksud, dimana teknologi itu dapat menggantikan manusia untuk merasakan atau mengindra sesuatu dan menerjemahkan hal yang dirasakan menjadi besaran listrik atau besaran lain yang dapat digunakan oleh peralatan atau instrumen.

Beberapa sensor yang berguna bagi manusia adalah untuk mendeteksi suhu, polutan, kelembaban, asap, maupun api. Sensor-sensor tersebut dapat dirakit menjadi sebuah sistem untuk mengetahui bila ada kebakaran. Aplikasi lainnya adalah, beberapa sensor-sensor tersebut dapat digunakan untuk mengukur suhu dan kelembaban pada sebuah rumah kaca.

Hal itu memungkinkan manusia untuk memantau kondisi-kondisi di sekitarnya dengan lebih detil dan akurat, sehingga dapat menganalisis dengan lebih baik, maupun menjadi lebih awas terhadap perubahan-perubahan yang terjadi di sekitarnya maupun di tempat-tempat yang berada jauh darinya.

Pengembangan lain adalah bila sensor-sensor seperti itu dipasang di beberapa tempat sekaligus, kejadian-kejadian yang ingin dipantau di tempat-tempat yang berlainan dan saling berjauhan itu akan dapat diawasi hanya dari satu tempat saja. Dikarenakan jauhnya jarak antara sensor-sensor yang dipasang dengan pemantau, akan lebih efisien bila hubungannya tidak dihubungkan dengan kabel. Sistem seperti ini dapat disebut dengan *wireless sensor network* (WSN). Secara kasar, WSN dapat dibagi-bagi menjadi 3 bagian. Bagian pertama adalah *Sensor Field*, yang merupakan sistem yang memiliki sensor-sensor yang diletakkan di suatu lokasi untuk memantau kondisi tertentu. Bagian kedua adalah *Monitor/Control Station*, yang merupakan pemantau dari *sensor field*.

Di sinilah data-data yang diperoleh masing-masing *sensor field* dikirimkan, dikumpulkan, dan bila perlu dianalisis. Bagian yang terakhir adalah media komunikasi. *Sensor field* sebagai salah satu bagian pada sebuah WSN, pada *penelitian* kali ini sistem yang terdapat di *sensor field* adalah sebuah sistem boiler atau tangki pemanas suatu zat cair yang memerlukan pemantauan terhadap suhu dan volume zat cair di dalamnya. Pada sisi *sensor field* ini juga terdapat sebuah alarm untuk tanda bahaya bila volume mendekati level tertentu dan dua buah valve untuk mengendalikan volume zat cair di dalam *boiler*. Untuk itu, diperlukan sensor suhu dan sensor volume zat cair. Dalam *penelitian* kali ini, sensor suhu yang dipakai adalah DS1621 dan untuk sensor volume, dipakai potensiometer sebagai simulasi.

Sensor-sensor yang ada pada *sensor field* tersebut dihubungkan pada *microcontroller* AVR yang berfungsi sebagai koordinator di masing-masing *sensor field*. *Microcontroller* memiliki tugas untuk mengatur dan membaca data sensor-sensor tersebut dan mengolahnya menjadi informasi yang siap untuk dikirimkan ke *Monitor/Control Station*. Selain itu, *microcontroller* juga memiliki fungsi untuk berkomunikasi dengan *Monitor/Control Station* dan merespon sesuai dengan yang diperintahkan oleh *Monitor/Control Station*, yaitu mengirim data sensor, menyalakan alarm, maupun membuka atau menutup valve.

Bagian kedua dari WSN, atau *Monitor/Control Station* biasanya menggunakan komputer. Di komputer tersebut sudah diberi perangkat lunak untuk memberi perintah pada *sensor field* kemudian mengolah data-data yang dikirimkan *sensor field* menjadi sebuah informasi untuk *user* dalam sebuah tampilan yang mudah dimengerti. Selain itu *Monitor/Control Station* juga membuat suatu keputusan atau aksi, baik di sisi *Monitor/Control Station* maupun *sensor field* yang bersangkutan. Maksudnya adalah bila volume zat cair di *sensor field* mencapai titik tertentu, alarm akan berbunyi di kedua pihak dan *Monitor/Control Station*

akan mengendalikan valve di *sensor field* untuk menjaga volume zat cair di level yang aman. Untuk itu, pastinya *Monitor/Control Station* juga harus dapat berkomunikasi dengan *sensor field* menggunakan media dan protokol yang sesuai.

Sebenarnya Media komunikasi dalam WSN dapat diterapkan menggunakan berbagai macam media, misalnya frekuensi radio, zigbee, GPRS, SMS, maupun menggunakan *wi-fi*. Namun pada kesempatan kali ini, yang digunakan adalah media *wi-fi* dengan menggunakan protokol UDP. Media *wi-fi* digunakan karena berbagai macam keuntungan, misalnya agar instalasi lebih mudah dan lebih fleksibel, sedangkan UDP dipilih karena proses komunikasinya lebih sederhana dibandingkan dengan TCP/IP, sehingga dengan UDP akan komunikasi akan lebih cepat dari pada menggunakan TCP.

Perlu diingat bahwa *microcontroller* yang digunakan (ATMega) tidak memiliki fasilitas komunikasi menggunakan *wi-fi* maupun menggunakan protokol UDP. Perantara yang digunakan adalah modul *serial to ethernet WIZ110SR* yang dapat mengubah data serial dari *microcontroller* menjadi data ethernet dengan protokol UDP.

Permasalahan yang bisa diidentifikasi dari hal di atas adalah (1) bagaimana merancang *sensor field* menggunakan *microcontroller AVR ATMega* yang dapat membaca sensor, mengolah data sensor, dan berkomunikasi dengan *Monitor/Control Station*, (2) bagaimana membuat sebuah perangkat lunak untuk berkomunikasi dengan *sensor fields* dan mengolah data-data yang mereka kirimkan, (3) bagaimana merancang *interface* agar *sensor field* dan *control/monitor station* dapat saling berkomunikasi menggunakan media komunikasi *wi-fi*.

Dari uraian diatas maka Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah dimulai dari:

1. Studi Literatur, digunakan untuk mengumpulkan landasan teori penunjang baik dari kajian teori dari buku atau internet, datasheet peralatan elektronik maupun penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya, hal ini diperlukan untuk mengetahui, melengkapi dan memperbaiki kekurangan dari penelitian sebelumnya.
2. Perancangan perangkat keras, yaitu minimum system yang terdiri dari DS1621 sebagai sensor suhu, potensiometer sebagai sensor ketinggian air, *microcontroller* yang berfungsi sebagai pemroses, dan sebagai keluaran dari system yang dipantau terdapat led sebagai tampilan dari kinerja actuator, serta buzzer yang berfungsi sebagai system peringatan. Selain minimum system, terdapat modul wireless yang berfungsi sebagai media untuk berkomunikasi.
3. Perancangan Perangkat lunak. Terdapat dua perangkat lunak yang dirancang, pertama adalah perancangan *firmware* yaitu perangkat lunak yang akan mengatur kerja *microcontroller* sebagai minimum system. Perangkat lunak yang kedua adalah program yang berjalan pada server, yang berfungsi untuk menerima data yang telah dikirimkan oleh minimum system kemudian menampilkan dalam bentuk

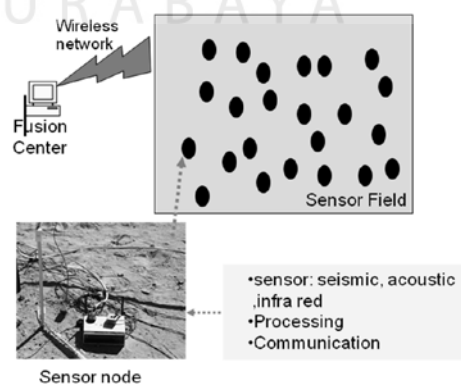
graphical interface. Selain menampilkan informasi program ini juga memungkinkan user untuk berinteraksi dengan minimum system untuk membuka atau menutup valve sebagai aktuator.

4. Pengujian system. Pengujian system dilakukan agar keseluruhan system dapat bekerja sesuai dengan harapan. Pengujian system ini dilakukan per modul untuk memastikan agar setiap modul pendukung bekerja dengan baik.

Dari permasalahan yang ada, tujuan dari penelitian ini adalah (1) merancang *sensor field (client)* menggunakan *microcontroller AVR ATMega* yang dapat membaca sensor, mengolah data sensor, dan berkomunikasi dengan *Monitor/Control Station (server)*, (2) membuat sebuah perangkat lunak untuk berkomunikasi dengan *sensor fields* dan mengolah data-data yang mereka kirimkan (3) Merancang *interface* agar *sensor field* dan *control/monitor station* dapat saling berkomunikasi menggunakan media komunikasi *wi-fi*.

Pada saat ini jaringan sensor nirkabel berkembang sangat pesat, hal ini dikarenakan aplikasinya sangat luas di berbagai bidang kehidupan, seperti bidang militer, kesehatan, perumahan, industri, transportasi, dan lingkungan. (Akyldiz, 2002)

Sebuah jaringan *sensor nirkabel* terdiri dari sejumlah *sensor* yang disebar pada suatu daerah tertentu yang disebut sebagai *sensor field/medan sensor*. Penyebaran *sensor* ini dapat dilakukan secara acak atau mengikuti suatu pola tertentu. Masing-masing *sensor* dilengkapi dengan beberapa komponen utama yaitu *sensor*, memori dan peralatan komunikasi. Salah satu ciri dari jaringan *sensor nirkabel* yang harus diperhatikan adalah keterbatasan energi dan *bandwidth* dari jaringan sensor nirkabel. Hal ini disebabkan karena rata-rata sensor dicatu oleh baterai yang mempunyai *lifetime* sangat terbatas. *Bandwidth* komunikasi pada jaringan sensor nirkabel juga sangat terbatas.



Gambar 1. Jaringan Sensor Nirkabel

Alat ukur yang dimaksud dapat berupa *sensor-sensor* yang diletakkan pada lebih dari satu titik secara acak atau mengikuti pola tertentu sehingga membentuk sebuah jaringan *sensor*. Fungsinya adalah mengukur parameter tertentu yang bisa ditangkap oleh masing *sensor* dan mengirimkan informasi tersebut ke satu node tertentu untuk akhirnya bisa diolah sehingga menghasilkan informasi yang lebih *representatif*.

Informasi yang didapatkan dapat diolah dengan menggunakan metode tertentu untuk mendukung sebuah keputusan. Misalnya sebuah informasi berupa peringatan dini terhadap ketinggian zat cair tertentu kemudian melakukan tindakan yang diperlukan. Informasi ini nantinya diharapkan bisa diakses secara *remote*.

UDP singkatan dari *User Datagram Protocol*, adalah salah satu protokol lapisan transpor TCP/IP yang mendukung komunikasi yang tidak andal (*unreliable*), tanpa koneksi (*connectionless*) antara host-host dalam jaringan yang menggunakan TCP/IP. Protokol ini didefinisikan dalam RFC 768. UDP memiliki karakteristik-karakteristik berikut:

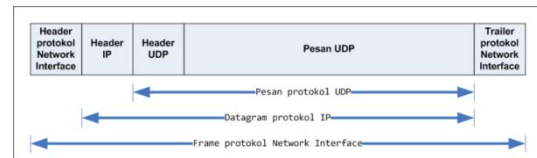
1. **Connectionless (tanpa koneksi):** Pesan-pesan UDP akan dikirimkan tanpa harus dilakukan proses negosiasi koneksi antara dua host yang hendak berukar informasi.
2. **Unreliable (tidak andal):** Pesan-pesan UDP akan dikirimkan sebagai datagram tanpa adanya nomor urut atau pesan acknowledgment. Protokol lapisan aplikasi yang berjalan di atas UDP harus melakukan pemulihan terhadap pesan-pesan yang hilang selama transmisi.
3. **UDP menyediakan mekanisme untuk mengirim pesan-pesan ke sebuah protokol/lapisan aplikasi atau proses tertentu di dalam sebuah host dalam jaringan yang menggunakan TCP/IP.** Header UDP berisi field *Source Process Identification* dan *Destination Process Identification*.
4. **UDP menyediakan penghitungan checksum berukuran 16-bit terhadap keseluruhan pesan UDP.**

UDP sering digunakan dalam beberapa aplikasi berikut :

1. **Protokol yang "ringan" (lightweight):** Untuk menghemat sumber daya memori dan prosesor, contoh dari protokol yang ringan adalah fungsi query nama dalam protokol lapisan aplikasi *Domain Name System*.
2. **Protokol lapisan aplikasi yang mengimplementasikan layanan keandalan:** Contoh dari protokol seperti ini adalah *Trivial File Transfer Protocol (TFTP)* dan *Network File System (NFS)*
3. **Protokol yang tidak membutuhkan keandalan.** Contoh protokol ini adalah protokol *Routing Information Protocol (RIP)*.
4. **Transmisi broadcast:** Karena UDP merupakan protokol yang tidak perlu membuat koneksi terlebih dahulu dengan sebuah host tertentu, maka transmisi broadcast pun dimungkinkan. Contoh: query nama dalam protokol *NetBIOS Name Service*.

UDP, berbeda dengan TCP yang memiliki satuan paket data yang disebut dengan segmen, melakukan pengepakan terhadap data ke dalam pesan-pesan UDP (*UDP Messages*). Sebuah pesan UDP berisi header UDP dan akan dikirimkan ke protokol lapisan selanjutnya (lapisan *internetwork*) setelah mengepaknya menjadi datagram IP. Enkapsulasi terhadap pesan-pesan UDP oleh protokol IP dilakukan dengan menambahkan header IP dengan protokol IP nomor 17 (0x11).

Pesan UDP dapat memiliki besar maksimum 65507 byte: 65535 (216)-20 (ukuran terkecil dari header IP)-8 (ukuran dari header UDP) byte. Datagram IP yang dihasilkan dari proses enkapsulasi tersebut, akan dienkapsulasi kembali dengan menggunakan header dan trailer protokol lapisan *Network Interface* yang digunakan oleh host tersebut.

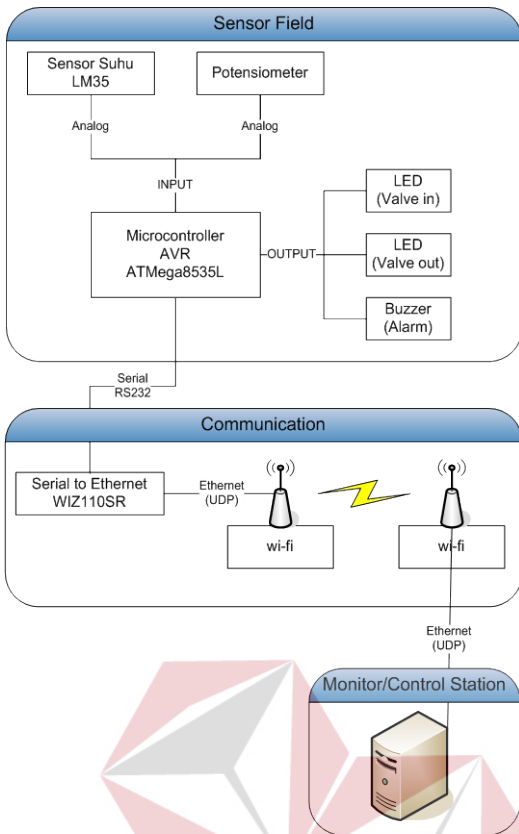


Gambar 2. UDP Segment

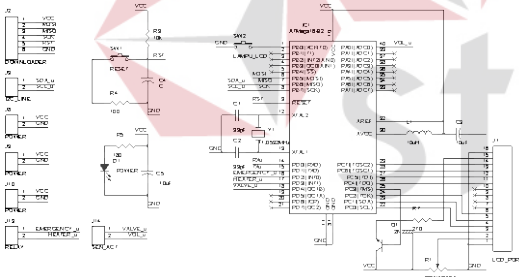
Dalam header IP dari sebuah pesan UDP, field *Source IP Address* akan diset ke antarmuka host yang mengirimkan pesan UDP yang bersangkutan; sementara field *Destination IP Address* akan diset ke alamat IP unicast dari sebuah host tertentu, alamat IP broadcast, atau alamat IP multicast.

METODE PENELITIAN

Blok diagram sistem ini dapat dilihat pada Gambar 3. Blok diagram terbagi 3 bagian utama, yaitu *Sensor Field*, *Monitor/Control Station*, dan komunikasi. Pada bagian *Sensor Field*, terdapat 2 buah sensor, yaitu sensor suhu DS1621 dan sensor volume, yang disimulasikan menggunakan potensiometer, yang merupakan sensor analog dan dihubungkan ke port ADC AVR ATmega8535L. Selain itu, *Sensor Field* juga memiliki sebuah *output* berupa LED sebagai indikator adanya komunikasi 2 arah dari *Monitor/Control Station*.



Gambar 3. Diagram Perancangan Sistem

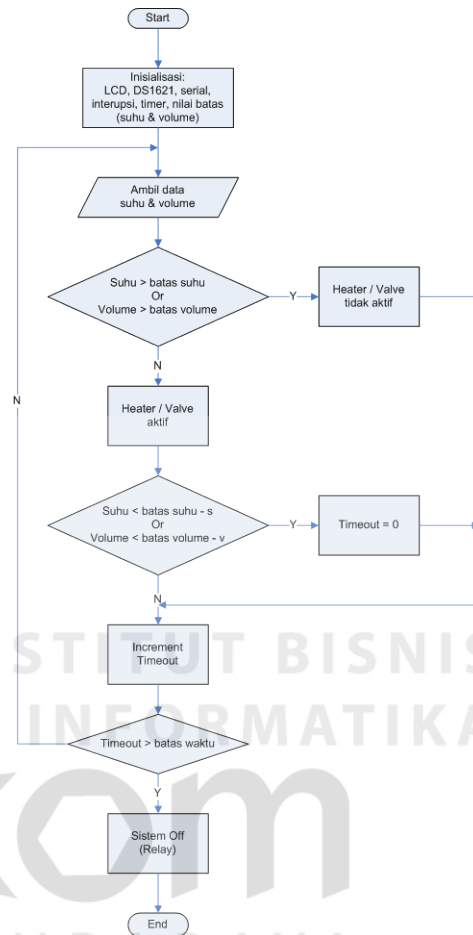


Gambar 4. Diagram Skematik Minimum System

Blok *Monitor/Control Station* pada Gambar 3 hanya berupa sebuah komputer saja. Namun komputer itu sudah dipasang perangkat lunak yang dibuat memakai Borland Delphi 6 dengan diagram alir seperti pada Gambar 5 untuk memantau suhu dan volume dari client. Komputer tersebut juga dapat memberikan perintah ke *sensor field* untuk menyalakan *buzzer* dan LED bila volume dan suhu mendekati nilai tertentu. Di sana terdapat tampilan untuk menunjukkan kondisi suhu dan volume yang terdeteksi dan dikirimkan oleh *sensor field*. Kemudian juga ada panel dan tombol untuk mengendalikan *valve* dan *buzzer* alarm yang ada di *sensor field*.

Pada blok modul komunikasi yang ditunjukkan pada Gambar 3 terdapat sebuah komponen *serial to ethernet* yang bentuknya dapat dilihat pada Gambar 6. Komponen inilah yang berperan mengubah data serial yang dikirimkan oleh *microcontroller* menjadi data ethernet. Parameter komunikasi pada modul WIZ110SR dapat diatur sesuai dengan

keperluan. Parameter untuk keperluan ethernet yang dapat diatur antara lain adalah alamat IP (*local IP*), *subnet mask*, *gateway*, *server IP*, protokol (*operation mode*), dan *local port* maupun *server port*. Sedangkan pengaturan parameter serial yang dapat dikonfigurasi adalah *baudrate* (*speed*), *data bit*, *parity*, *stop bit*, dan *flow*.

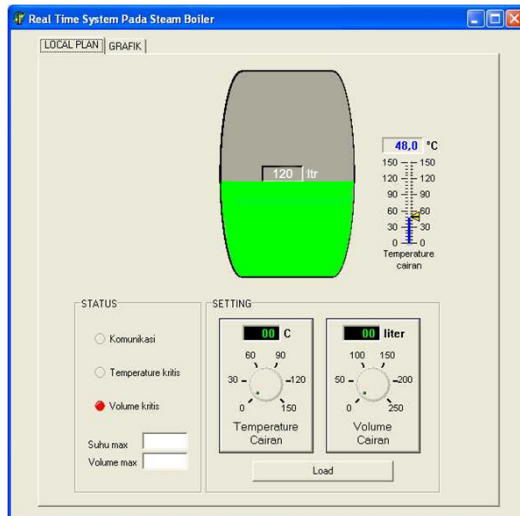


Gambar 5. Diagram Alir Program



Gambar 6. Modul Serial to Ethernet WIZ110SR

HASIL DAN PEMBAHASAN



Gambar 7. Hasil Pengukuran Suhu dan Volume Cairan dalam Steam Boiler

Data hasil pengukuran tegangan dari potensiometer yang berperan sebagai sensor volume air menunjukkan nilai sebesar 2,4 Volt. Nilai ini ketika dikonversi dengan ADC 8-bit dengan tegangan referensi 5 Volt, menghasilkan nilai bit 120, di mana setiap 1 bit merepresentasikan volume sebesar 1 liter. Kapasitas maksimal boiler adalah 250 liter.

Suhu yang terbaca adalah 48 °C, yang didapatkan dari sensor suhu DS1621. Data suhu dan volume yang terbaca dikirimkan ke *Monitor/Control Station* menggunakan RS232 yang dikonversi oleh WIZ110SR dengan menggunakan protokol UDP. *Monitor/Control Station* yang menerima data dari *sensor field* tersebut akan merepresentasikannya menjadi tampilan seperti pada Gambar 7.

SIMPULAN

Minimum system yang dirancang sudah dapat membaca dan data dari *sensor field* analog, yaitu potensiometer dengan menggunakan ADC internal dan DS1621 yang sudah terkalibrasi, sehingga tidak diperlukan kalibrasi ulang.

Modul WIZ110SR yang digunakan sebagai media komunikasi mampu mengubah data yang diberikan oleh *minimum system* berupa RS232 menjadi data dalam bentuk TCP/IP *segment* dengan protokol UDP.

Monitor/Control Station yang dirancang sudah mampu berkomunikasi dengan *sensor field* melalui *wi-fi card* dengan menggunakan protokol UDP untuk selanjutnya mengolah dan menampilkannya dalam bentuk grafis.

RUJUKAN

Akyldiz, L.F., W. Su, Y. Sankarasubramaniam, and E. Cayirci. 2002. Wireless Sensor Networks: a Survey. *Computer Network*, Volume 38: Halaman 393-422

Alvisi, S., G. Mascellani, M. Franchini, and A. B'ardossy. 2006. Water level forecasting through fuzzy logic and artificial neural network approaches. *Hydrology and Earth System Sciences*. 10, 1-17.

Kurose, J.F., Keith W. Ross. 2003. Computer Networking: A Top Down Approach Featuring the Internet. United States of America: Pearson Education, Inc.

Utami, E. Cahyanto, A.D. 2008. *Sistem Peringatan Dini pada Bencana Banjir Berbasis SMS Gateway di Gnu/Linux Merupakan Alternatif yang Sederhana dan Menarik dalam Meningkatkan Pelayanan Badan Meteorologi dan Geofisika dengan Alokasi Dana yang Rendah*. Yogyakarta:STMIK AMIKOM.

WIZnet. 2008. WIZ110SR User's Manual (Version2.0). (Online). (<http://www.wiznet.co.kr/>, diakses 15 Oktober 2009).

INSTITUT BISNIS
& INFORMATIKA
KOM
SURABAYA