

RANCANGBANGUN PROTOTIPE STASIUN KLIMATOLOGI PERTANIAN BERBASIS KOMPUTER PC DAN MIKROKONTROLER DENGAN *TRANSCIEVER* NIRKABEL¹

Andrika Fitri Yunianto², R. Handoyo³, Putu Sudira³

ABSTRAK

Unsur-unsur klimatologi dan cuaca seperti suhu dan kelembaban udara, curah hujan, intensitas penyinaran matahari, kecepatan dan arah angin serta unsur lainnya merupakan faktor yang sangat penting dalam usaha pertanian. Dan pengukuran besaran-besaran tersebut lazim dilakukan di stasiun-stasiun klimatologi. Cara dan alat ukur di stasiun meteorologi dan klimatologi di Indonesia umumnya masih secara manual, yang hasil kelengkapan dan keakuratan datanya sangat tergantung kepada manusia pencatatnya. Beberapa alat pencatat otomatis buatan pabrik sudah digunakan, tetapi harganya relatif masih mahal.

Tujuan penelitian ini adalah merancang dan membuat prototipe sistem pengukuran unsur-unsur klimatologi, khususnya dalam kesempatan ini adalah, suhu dan kelembaban relatif udara serta besar kecepatan angin secara digital yang disertai pengirim-penerima data nirkabel menggunakan *radio transceiver*, dan perekaman kedalam komputer PC, yang kerjanya dikendalikan oleh mikrokontroler ATMega16 dengan biaya lebih murah daripada produk pabrik dengan unjuk kerja tidak jauh berbeda.

Prototipe sistem yang dirancang dan dibuat terdiri atas dua bagian *hardware* yang terpisah yaitu bagian sensor-pengirim dan bagian penerima-perekam. Bagian pertama terdiri atas sensor suhu dan kelembaban Sensirion SHT-11, sensor kecepatan angin, mikrokontroler Atmel ATMega 16 dan *transmiter* TRF-2.4G. Sedang bagian kedua terdiri atas *Receiver* TRF-2.4G, mikrokontroler Atmel ATMega 16, dan komputer PC.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem dapat bekerja dengan baik dan dapat mengirimkan data dengan tingkat *sensitivity* dan *imprecision error* masing-masing sebesar; 0.9358 dan $\pm 3,21^{\circ}\text{C}$ (sensor suhu), 1.0241 dan $\pm 0,59$ km/jam (sensor kecepatan angin). *Tranceiver* TRF-2.4G dapat digunakan sebagai modul komunikasi nirkabel yang memadai dan telah diuji pada jarak ± 100 meter pada kondisi area terbuka

Kata kunci: *Stasiun cuaca otomatis, mikrokontroler ATMega16, SHT-11, TRF-2.4G wireless transceiver, program antarmuka.*

¹ Disampaikan dalam Gelar Teknologi dan Seminar Nasional Teknik Pertanian 2008 di Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian UGM, Yogyakarta 18-19 November 2008

² Mahasiswa/Alumnus Program Studi Teknik Pertanian, Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, UGM, Yogyakarta.

³ Staf Pengajar Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, UGM, Jl. Sosio Yustisia, Bulaksumur, Yogyakarta.

A. PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

Parameter lingkungan seperti temperatur, kelembaban udara (RH), intensitas cahaya, kecepatan angin, curah hujan dan sebagainya sangat berpengaruh pada pertumbuhan tanaman. Pengamatan yang tepat dan cepat akan sangat membantu petani dalam melakukan tindakan atau perencanaan terhadap usaha tani mereka. Dalam era informasi sekarang ini kecepatan arus informasi sangatlah diperlukan. Pengamatan data cuaca di tempat diharapkan dapat dilakukan setiap saat dalam waktu yang singkat. Stasiun pengamat cuaca biasanya berada di lokasi yang jauh dari jangkauan pengamat. Sehingga untuk melakukan pengamatan diperlukan waktu tertentu untuk mendatanginya.

Manusia tidak bisa lepas dari kesalahan. Operator bisa saja salah dalam mengamati data atau tidak disiplin dalam jadwal pencatatan. Perilaku ini menyebabkan data yang dikumpulkan menjadi keliru sehingga dapat merugikan bagi masyarakat yang membutuhkan informasi tersebut.

Untuk mengatasi semua itu kini telah banyak diciptakan stasiun cuaca otomatis (*Automatic Weather Station*) yang dijual di pasaran. Hal ini tentunya memudahkan bagi lembaga masyarakat, instansi pemerintah maupun swasta terkait dalam melakukan kegiatan pengamatan cuaca. Akan tetapi harganya yang masih relatif mahal membuat kalangan tertentu menjadi sulit untuk memperolehnya. Oleh karena itu stasiun cuaca otomatis yang murah, akurat dan mudah dioperasikan menjadi pilihan dimasa-masa sekarang ini.

Dengan kemajuan teknologi di bidang mikroprosesor, memungkinkan manusia untuk melakukan sesuatu yang rumit dan kompleks. Mikrokontroler sebagai aplikasi mikroprosesor dalam sistem kendali, pun mengalami perkembangan yang pesat. Mikrokontroler kini telah banyak diaplikasikan dalam berbagai bidang kehidupan.

Keberadaan mikrokontroler telah mendukung perkembangan peralatan di bidang instrumentasi yang juga didorong dengan munculnya piranti sensor digital yang akurat dan mudah digunakan. Kemajuan teknologi di bidang komunikasi *wireless* juga telah memberikan banyak kemudahan dalam sistem penginderaan jauh (*remote sensing*). Ukurannya yang kecil dan cakupan areanya yang luas menjadikan pilihan yang tepat untuk membangun berbagai macam aplikasi di bidang telemetri.

Maka untuk memenuhi kebutuhan akan sistem pengukuran elemen iklim dan cuaca yang otomatis, murah dan akurat serta dari pertimbangan kemampuan mikrokontroler seperti yang telah diuraikan diatas, dalam penelitian ini penulis ingin mengimplementasikan sebuah stasiun cuaca otomatis yang dikendalikan oleh mikrokontroler AVR ATmega16, datanya ditransmisikan menuju pusat pengamatan dengan sistem nirkabel dan komputer sebagai media penampil dan perekam informasi cuaca.

2. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian dengan judul “Prototipe Stasiun Klimatologi Pertanian Berbasis Komputer PC dan Mikrokontroler AVR dengan *Wireless Transceiver*” ini adalah sebagai berikut :

1. Merancang perangkat keras dan perangkat lunak prototipe sistem *monitoring* unsur cuaca menggunakan mikrokontroler ATmega16 dengan komputer sebagai media perekam dan penampil informasi.
2. Menerapkan penggunaan sensor *optocoupler* sebagai pengukur kecepatan angin.
3. Menerapkan penggunaan modul sensor Sensirion SHT-11 sebagai pengukur suhu udara dan kelembaban relatif.
4. Menerapkan penggunaan modul *transceiver* TRF-2.4G sebagai sarana komunikasi *wireless* data digital secara serial.
5. Menerapkan Microsoft Visual Basic sebagai perangkat lunak untuk pembuatan program antarmuka sistem *monitoring* unsur cuaca.
6. Mengetahui unjuk kerja keseluruhan sistem yang telah dirancang.

B. METODOLOGI PENELITIAN

1. Rancangan

Rancangan alat ini secara garis besar terbagi menjadi dua unit, yaitu unit pengirim dan unit penerima.

Unit pengirim terdiri dari sensor optocoupler sebagai penghitung kecepatan angin, sensor Sensirion SHT-11 sebagai sensor suhu dan kelembaban, mikrokontroler sebagai pengendali, pemroses sekaligus penghitung data, dan *transceiver* TRW-2.4G sebagai pengirim data digital melalui gelombang radio.

Unit penerima terdiri dari *tranceiver* TRW-2.4G sebagai penerima data, mikrokontroler sebagai pengatur, serta komputer sebagai perekam dan penampil data.

Pemilihan sensor-sensor yang tepat untuk penelitian ini akan menentukan tingkat keakurasi data. Untuk itu dipilih sensor digital sebagai alat pengukur unsur-unsur cuaca tersebut. Sensor digital akan meminimalkan desain *hardware* dan memudahkan dalam penggunaannya dibandingkan dengan sensor analog. Selain itu sensor digital ini biasanya sudah tidak membutuhkan kalibrasi lagi karena sudah dikalibrasi di pabriknya.

SHT-11 adalah sebuah modul sensor digital untuk mengukur suhu dan kelembaban relatif yang memiliki output digital dan telah terkalibrasi. "Sensirion SHT-11 Sensor Module" memiliki antarmuka 2-wire sehingga akan menghemat port pada mikrokontroler. Sensor SHT-11 mampu mengukur suhu dengan tingkat keakurasi $+/- 0,5 ^\circ\text{C}$ pada suhu $25 ^\circ\text{C}$ dengan jangkauan pengukuran dari $-40 ^\circ\text{C}$ hingga $+123,8 ^\circ\text{C}$. Sedangkan untuk pengukuran kelembaban relatif memiliki tingkat keakurasi $+/- 3,5\%$ RH dengan jangkauan pengukuran dari 0 – 100% RH. Kelebihan lainnya dari sensor ini adalah konsumsi dayanya yang rendah, yaitu $30\mu\text{W}$ dan membutuhkan catu tegangan yang kompatibel dengan kebanyakan tipe mikrokontroler, yaitu 5 Volt DC.

Transduser pengukur kecepatan angin dibuat dari kipas pendingin suku komputer yang telah diambil maknitnya untuk meringankan hambatan putaran serta Sensor *optocoupler* untuk pencacahan putaran kipas dalam waktu tertentu.. Sensor ini terdiri dari LED inframerah sebagai pemancar sinar dan *phototransistor* sebagai penerimanya. Logika keluaran dari sensor ini akan dipetegas dengan gerbang *not schmitt trigger* (74LS14) dua kali, untuk menjadikan isyarat biner aras TTL.

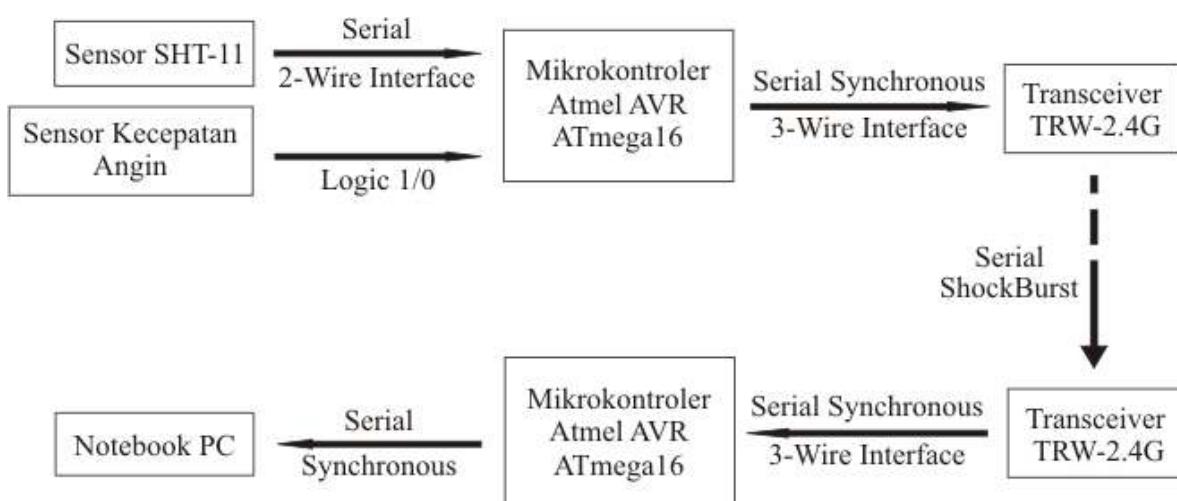
Data digital yang telah diambil oleh sensor akan diproses dan dikalkulasi oleh mikrokontroler kemudian selanjutnya akan dikirimkan melalui gelombang radio dengan modul "TRF-2.4G *Wireless Transceiver*". Pengiriman data secara serial menggunakan gelombang radio adalah data serial digital yang dikirimkan ditumpangkan pada frekuensi pembawa dengan frekuensi yang lebih tinggi dan dipancarkan diudara oleh pemancar. Pada penerima frekuensi pembawa yang mengandung data ditangkap dan data dipisahkan dari data frekuensi pembawa. Modul TRF-2.4G tersebut dapat mengirimkan dan menerima data serial melalui media udara, dengan kecepatan 1Mbps atau 250Kbps dengan *range* frekuensi 2.4-2.524 GHz ISM band. Penggunaan modul tersebut relatif cukup praktis karena dari segi ukuran cukup kecil dan sudah terdapat *built-in FIFO buffer data, power amplifier* dan antena.

Selain itu juga terdapat *built-in CRC*, sehingga kesalahan data akibat gangguan ketika proses pengiriman dapat diminimalisasi. Modul tersebut bekerja dengan catu tegangan antara 1,9 sampai 3,6 Volt DC. Agar dapat berkomunikasi dengan mikrokontroler yang di dengan tegangan 5 volt maka dibutuhkan rangkaian penyesuai tegangan yang terdiri dari transistor dan IC 74LS125. Dalam 1 modul *transceiver* tersebut terdapat sebuah pengirim dan dua buah penerima yang dapat digunakan secara simultan. Data serial yang akan dipancarkan melalui RF diumpulkan ke modul TRF-2.4G oleh mikrokontroler secara *synchronous serial*. Begitu pula data yang diterima, akan diambil oleh mikrokontroler secara *synchronous serial*.

Data yang telah diterima oleh mikrokontroler pada unit penerima kemudian dikirimkan ke komputer menggunakan mode USART dan diterima melalui port USB melalui kabel serial RS-232 to USB converter.

Agar komputer dapat merekam dan menampilkan data maka dibuatlah program antarmuka menggunakan Microsoft Visual Basic 7.0. Program ini dapat membaca port RS-232 (DB-9) dengan tambahan *tools* "MS Comm.

Berikut adalah skema yang memperlihatkan proses perjalanan data mulai dari sensor hingga ditampilkan pada komputer.



Gambar 1. Diagram blok instrumen stasiun cuaca

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Secara umum rancang bangun prototipe *Automatic Weather Station* ini berjalan cukup baik dan sesuai dengan yang diharapkan. Sistem mampu membaca dan merekam data unsur-unsur cuaca meliputi suhu udara, kelembaban relatif, dan kecepatan angin. Unit *transceiver* pun berjalan baik dengan kecepatan transfer 1 Mbps, sehingga hanya memerlukan waktu transfer di udara selama 200 μ s. Program yang dibuat tidak mengalami kendala yang berarti, hanya saja data yang ditampilkan kadang terpotong atau terbaca nol, namun hal ini tidak berpengaruh terhadap hasil perekaman data karena telah dibuat algoritma sedemikian rupa sehingga data yang tercatat adalah data yang utuh sebelumnya.

Program yang dibuat sudah mampu membuat fasilitas cetak data dan grafik. Hanya saja untuk membuat grafik, format database (.dat) harus diubah terlebih dahulu ke dalam bentuk Excel (.xls). Hal ini disebabkan kurangnya waktu yang dimiliki peneliti untuk menyempurnakan program.

Hasil pembacaan parameter suhu dan kelembaban relatif cukup akurat, hal ini dapat dilihat dari hasil analisis menggunakan regresi linier dan t test. Dari hasil analisis menggunakan regresi linier pada pengukuran suhu didapatkan nilai sensitivitas alat sebesar 0,9358 dan *imprecision error*-nya sebesar 3,21°C. *imprecision error* yang didapatkan dari perhitungan lebih besar bila dibandingkan dengan *imprecision error* yang tercantum pada datasheet, yaitu 0,5°C pada 25°C, 2°C pada -40°C, dan 3°C pada 120°C. Sedangkan untuk kelembaban dianalisis dengan t test dan didapatkan kesimpulan bahwa hasil pengukuran dengan SHT-11 bergantung pada hasil pengukuran dengan higrometer manual. Secara fisis sensor suhu ini dapat mengukur suhu dengan jangkauan -40 °C hingga +123,8 °C, sedangkan untuk sensor kelembaban relatif adalah dari 0 sampai 100%.

Dari hasil percobaan berulang-ulang didapatkan nilai koefisien kalibrasi untuk sensor kecepatan angin sebesar 0,2. Dan dari proses kalibrasi didapatkan nilai kepekaan (*sensitivity*) yang dimiliki sensor buatan adalah 1,0241 dari persamaan linier $q_0 = 1,0241q_i - 0,1411$. Sedangkan nilai ketidaktepatan (*imprecision*) adalah $\pm 0,59$ km/jam. Dari hasil analisis data tersebut dapat dikatakan bahwa pembacaan kecepatan angin oleh sensor cukup akurat.

Dengan diperolehnya persamaan regresi untuk pengukuran suhu dan kecepatan angin, maka pada alur program antarmuka ditambahkan rumus regresi linier agar pada pembacaan suhu dan kecepatan angin dapat lebih mendekati pada nilai yang sesungguhnya.

Penelitian ini telah menghasilkan beberapa inovasi dan kelebihan dibandingkan dengan penelitian-penelitian dan produk AWS yang sudah ada, diantaranya:

- a. Penggunaan sensor digital terkalibrasi.
- b. Sarana komunikasi menggunakan sistem *wireless*.
- c. Penggunaan mikrokontroler sebagai prosesor sehingga dapat meringkas rangkaian dan membuat sistem pengendalian menjadi lebih mudah.
- d. Program antarmuka dan penyimpanan data berbasiskan pemrograman visual
- e. Koneksi dengan komputer melalui port USB yang merupakan standar I/O pada seluruh PC masa kini baik PC desktop, notebook, deskbook, netbook, maupun UMPC.
- f. Harga pembuatannya yang cukup murah bila dibandingkan dengan AWS (Automatic Weather Station) buatan pabrik.

Alat ini bukan berarti tidak memiliki kekurangan. Masih banyak bagian dari sistemnya yang masih perlu dilakukan penyempurnaan. Namun hal ini terkendala biaya dan waktu yang dimiliki. Akan tetapi perancangan alat tersebut sudah cukup menjawab tujuan dari dilakukannya penelitian ini.

D.PENUTUP

1. Kesimpulan

Dari Proses Perancangan, pembuatan dan pengujian sistem secara keseluruhan, maka dapat disimpulkan bahwa :

- a. Sistem secara umum sudah dapat bekerja sesuai dengan yang diharapkan, berjalan sesuai dengan rancangan yang dibuat. Terhadap suhu, kelembaban udara, dan kecepatan angin telah dilakukan pengujian dan kalibrasi sehingga data hasil pembacaan dapat dipercaya tingkat keakurasiannya.
- b. Masing-masing alat pengukur telah teruji mampu mengukur dengan jangkauan 7 °C hingga 95 °C untuk sensor suhu, 22 sampai 88% untuk sensor kelembaban dan 5 – 13 km/jam untuk sensor kecepatan angin.
- c. Dari hasil pengujian dan kalibrasi sensor didapatkan nilai kepekaan (*sensitivity*) dan ketidakpresisionan (*imprecision*) sebagai berikut :
 - 1) Sensor suhu: kepekaan 0,9358, dan *imprecision error* sebesar ±3,21°C dengan probabilitas 95%

- 2) Sensor kecepatan angin buatan: kepekaan 1,0241, dan *imprecision error* sebesar $\pm 0,59$ km/jam dengan probabilitas 97,5%
- d. Pada analisis sensor kelembaban didapatkan kesimpulan bahwa hasil pengukuran menggunakan SHT-11 bergantung pada hasil pengukuran dengan menggunakan higrometer manual.
- e. Sistem monitoring cuaca ini mampu mengukur suhu udara, kelembaban relatif, dan kecepatan angin serta menampilkan serta merekam datanya secara otomatis sehingga telah memudahkan *user* dalam melakukan kegiatan pemantauan.
- f. TRF-2.4G bisa digunakan sebagai modul komunikasi nirkabel yang memadai, dan telah di uji pada jarak ± 100 meter pada kondisi *open area*.

2. Saran

Untuk pengembangan dan perbaikan di masa yang akan datang ada beberapa hal yang perlu diperhatikan antara lain:

- a. Agar menjadikan AWS yang lengkap, dapat ditambah dengan pengukur intensitas sinar matahari, pembaca arah angin, curah hujan, tekanan udara dan web-camera (opsional).
- b. *Software* monitoring cuaca dapat dikembangkan lagi dengan pemrograman PHP, HTML, Java web, atau VB.Net agar dapat di up-load pada server internet sehingga kondisi cuaca dapat dipantau dari mana saja setiap saat.
- c. Sistem suplai tenaganya dapat dikembangkan menggunakan accu kering dan solar-cell, sehingga tidak perlu repot lagi mencari sumber listrik PLN atau mengganti baterai.
- d. Perlu dilakukan desain ulang pada *hardware* termasuk pemilihan sensor dan prosesor agar didapatkan rangkaian yang lebih sempurna dan handal, serta tahan terhadap kondisi hujan, panas maupun bersalju.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2007. *Datasheet Tranceiver TRF-2.4G.* <http://www.laipac.com>, diakses pada Desember 2007
- _____. 2007. *Datasheet Mikrokontroler AVR ATmega16.* <http://www.atmel.com>, diakses pada Februari 2007.
- _____. 2008. *Datasheet SHT1x / SHT7x.* <http://www.sensirion.com>, diakses pada Januari 2008.
- _____. 2007. *Manual IMS AMS 111 Swim/ski.* <http://www.microstep-mis.com>, dikases pada Oktober 2008.
- _____. 2007. *Datasheet WS-GPI.* <http://www.delta-t.co.uk>, diakses pada Oktober 2008.
- Doebelin, Ernest. 1990. *Measurement Systems Application and Design.* McGraw-Hill, Inc. Singapore.
- Firdaus. 2007. *Sistem Monitoring Spasial Kereta Api dan Pengendalian Perlintasan Berdasarkan Waktu, Jarak, dan Kecepatan Kereta Api.* Skripsi Sarjana Fakultas Teknik Universitas Gajah Mada Yogyakarta. Tidak diterbitkan
- Malvino, P.A. 2003. *Prinsip-Prinsip Elektronika.* Jakarta: Salemba Teknik
- Marhaenanto, B. 2004. *Abstrak ‘Pengembangan Prototipe Stasiun Cuaca Berbasis Komputer’.* http://www.ftp.unej.ac.id/jtep/Vol1No1/artikel01_9_jun.pdf. diakses pada Juli 2008.
- Nurgiyanto, Tri. 1997. *Rancang Bangun Alat Pengukur Kecepatan dan Arah Angin Elektronis dengan IBM PC.* Skripsi Sarjana Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Gajah Mada. Yogyakarta
- Susanto, N.J. 2007. *Alat Rekam Suara Digital dengan Mikrokontroler AVR ATmega16 dan Kartu Multimedia.* Skripsi Sarjana Fakultas Teknik Universitas Gajah Mada Yogyakarta. Tidak diterbitkan.
- Wardhana, Lingga. 2006. *Belajar Sendiri Mikrokontroler AVR Seri ATMega8535.* Yogyakarta: C.V Andi Offset
- Wasito S. 1986. *Kumpulan Data Penting Komponen Elektronika.* Jakarta: PT Multimedia.