

dengan menggunakan teknologi jaringan sensor nirkabel. Riset ini diharapkan juga dapat memberi dampak terhadap peningkatan perekonomian khususnya jika diimplementasikan pada suatu perkebunan atau pertanian (agro bisnis). Dari data cuaca ini dapat dijadikan acuan dalam mengelola usaha pertanian/perkebunan, sehingga akan meningkatkan kualitas dan kuantitas panen.

Kata kunci : *stasiun cuaca, data logger, nirkabel, node sensor, pemrograman, mikrokontroler.*

1. PENDAHULUAN

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi mengalami percepatan yang tinggi. Keadaan tersebut membuat banyak hal dapat dilakukan dengan mudah, cepat dan efisien. Seiring dengan hal tersebut kebutuhan akan informasi yang cepat dan akurat semakin tinggi. Berbagai media komunikasi sistem informasi telah banyak berkembang antara lain melalui saluran radio, televisi, telepon bahkan internet.

Dalam makalah ini dilakukan pengembangan penyedia data dan informasi cuaca dengan menggunakan teknologi jaringan sensor nirkabel (WSN/Wireless Sensor Network) yang merupakan sistem monitoring yang saat ini sedang dikembangkan di banyak negara. Jaringan sensor nirkabel ini menggunakan perangkat komunikasi ZigBee, dimana ZigBee ini adalah media nirkabel yang menggunakan radio frekuensi yang mencapai 2,4 GHz. ZigBee ini juga termasuk modul nirkabel dari jenis IEEE 802.15.4.

Stasiun pengamatan cuaca yang menggunakan teknologi jaringan sensor nirkabel ini secara umum mencatat 7 (tujuh) parameter, yaitu : kecepatan angin, arah angin, suhu udara, tekanan udara, kelembaban udara, radiasi matahari, dan curah hujan.

Data-data yang dihasilkan dari stasiun pengamatan cuaca dengan menggunakan teknologi jaringan sensor nirkabel pada makalah ini hanya baru sebatas menampilkan data yang terukur, belum sampai dengan penyimpanan data. Sistem penyimpanan data dan juga HMI (Human Machine Interface)-nya akan dikupas pada makalah yang akan datang.

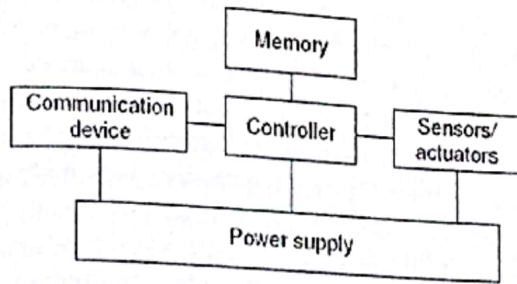
2. TEORI, PROSEDUR DAN METODE

2.1. Jaringan Sensor Nirkabel

Jaringan Sensor Nirkabel (WSN/Wireless Sensor Network) terdiri dari node yang bersifat individu yang dapat berinteraksi dengan lingkungannya dengan cara sensing, controlling dan comunication terhadap parameter-parameter fisiknya. Node juga sering disebut dengan intelligent/smart sensor. Node-node ini berkolaborasi untuk memenuhi tugasnya dan biasanya satu node mempunyai kemampuan untuk memenuhi tugasnya tersebut (multi agent). Node-node tersebut menggunakan komunikasi wireless untuk menjalankan kolaborasi antar node (Karl,2005).

Sistem komunikasi yang digunakan dalam kolaborasi ini menggunakan jarak yang pendek (sekitar 10 meter sampai 100 meter) dan memiliki kelebihan pada pengoperasiannya yang sangat mudah, bentuknya kecil, murah dan membutuhkan daya yang sangat rendah (low power consumption) (Dermawan, 2005).

Setiap node dalam WSN terdiri dari lima komponen yaitu : kontroller, memori, sensor/aktuator, perangkat komunikasi dan power supply. Umumnya catu daya yang digunakan adalah baterai. Komponen-komponen dari sebuah node ditunjukkan pada Gambar 2.1.



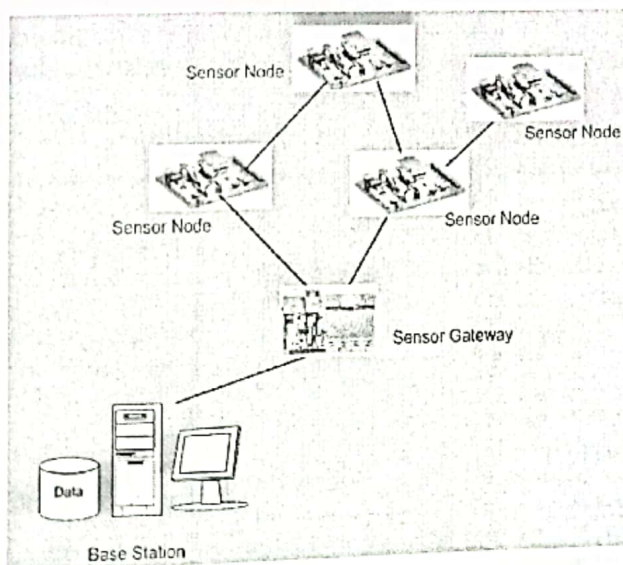
Gambar 2.1. Komponen-komponen Penyusun Node dalam WSN

Yang membedakan WSN dengan sistem komunikasi yang lainnya adalah tidak diperlukannya komunikasi secara langsung dengan base station, tetapi hanya berhubungan melalui komunikasi lokal peer dalam jaringan node-nodenya sendiri dalam berinteraksi dengan fisik lingkungan. Setelah itu, data tersebut barulah dikirimkan ke sebuah Base Station Controller (BSC). Pada BSC, data-data dari setiap aplikasi WSN mengalami proses akusisi data sehingga menghasilkan informasi yang dapat dikirimkan kepada user melalui berbagai macam jaringan distribusi informasi baik melalui jaringan wireless maupun wireland (Ethernet, WLAN ataupun optik). Dan pada akhirnya informasi yang telah didistribusikan tersebut dapat diakses oleh user kapan saja dan dimana saja.

2.2. Penentuan Arsitektur dan Cara Kerja Sistem

Komponen-komponen yang harus dipenuhi dalam suatu sistem monitoring yang bersifat remote, yaitu: remote terminal unit, sensor, master station, komunikasi data, visualisasi data, dan penyimpanan data. Beberapa kriteria dapat juga ditambahkan antara lain kemudahan dalam pengembangan sistem, biaya operasional dan perawatan sistem.

Untuk memenuhi komponen dan kriteria tersebut di atas diperlukan arsitektur sistem yang diterapkan pada stasiun pengamatan cuaca. Gambar 2.2 menunjukkan suatu arsitektur yang menggambarkan secara fungsi komponen-komponen dan keterikatan antar komponen.



Gambar 2.2. Arsitektur Stasiun Pemantauan Cuaca

Dari Gambar 2.2 dapat dijelaskan bahwa sistem pengamatan ini dibangun dengan sebuah node sensor yang juga berfungsi sebagai gateway dan empat buah node sensor. Masing-masing node memonitor kondisi cuaca disekitarnya. Hasil monitoring ini dikirimkan ke base station controller melalui gateway. Apabila posisi node sensor cukup jauh dari gateway, maka node ini memerlukan bantuan node terdekatnya untuk meneruskan data yang akan dikirimkan ke gateway. Jadi node yang berada di tengah arsitektur ini dapat difungsikan juga sebagai repeater. Arsitektur ini memungkinkan tiap node diprogram sesuai dengan fungsinya dalam sistem keseluruhan.

Pengukuran dikerjakan oleh komponen pada aras terbawah, yaitu node sensor. Beberapa node dipasang secara menyebar dan membentuk suatu path (jalur). Setiap node sensor mempunyai kemampuan mengakusisi data, perhitungan dan komunikasi dalam jaringan. Node ini mengirimkan data melalui suatu path hingga mencapai gateway. Dalam hal ini gateway berfungsi seperti datalogger.

Komponen node sensor adalah sebuah piranti autonomus. Ia dapat bekerja sendiri dan dapat pula bekerja sama (berkoordinasi) dengan node-node di sekitarnya. Masing-masing node sensor ini mengumpulkan data dari area tempat dia terpasang.

Tiap node sensor harus diprogram sehingga ia mempunyai kemampuan fungsi komputasi, penyimpanan data dan komunikasi dua arah dengan node lainnya di dalam sistem. Berkemampuan melakukan antarmuka dengan sensor-sensor. Dibandingkan dengan sistem data logging konvensional, sistem berbasis WSN ini memiliki dua kelebihan, yaitu kemudahan dalam mengganti tugas (fungsi) dari node dan kemudahan komunikasi dalam sistem.

Node sensor berkomunikasi dan berkoordinasi dengan node lainnya. Kerjasama ini dapat ditempuh melalui beberapa bentuk. Beberapa node sensor dapat membentuk jaringan multihop dengan cara meneruskan data dari masing-masing node hingga mencapai node gateway. Jalur multihop ini dapat dibentuk melalui berbagai cara disesuaikan dengan kondisi yang terjadi di lapangan.

Dalam sistem Wireless Sensor Network (WSN) dibutuhkan suatu aplikasi komunikasi nirkabel dengan data rate yang kecil, sistem yang sederhana, daya baterai yang kecil sehingga dapat bertahan selama berbulan-bulan, dan bekerja pada frekuensi bebas lisensi secara internasional. Untuk memenuhi kebutuhan aplikasi nirkabel tersebut, IEEE (Institute of Electrical and Electronic Engineers) telah mengembangkan sebuah standar baru yaitu IEEE 802.15.4. Yang termasuk ke dalam standar tersebut adalah ZigBee. Salah satu kelebihan pada komunikasi Zigbee ini adalah pada pengoperasiannya yang sangat mudah, mempunyai bentuk yang kecil dan daya yang dibutuhkan sangat rendah. ZigBee merupakan jenis komunikasi Personal Area Network (PAN) dimana mempunyai data rate yang rendah dan jangkauan yang pendek.

ZigBee adalah media nirkabel yang menggunakan radio frekuensi yang mencapai 2,4 GHz. Perangkat komunikasi ZigBee telah tersedia dalam mikrokontroler JN5139, sehingga tidak memerlukan perangkat komunikasi tambahan. Keuntungannya adalah akan membutuhkan waktu yang lebih cepat dari pada menggunakan perangkat dari luar.

2.3. Node Sensor

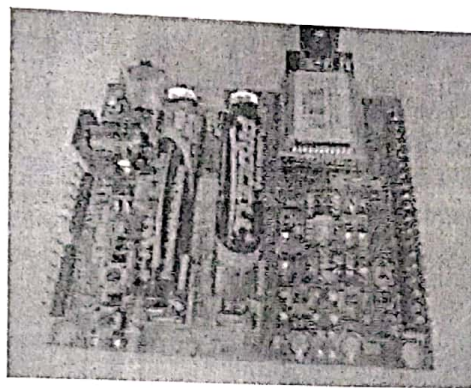
Node sensor (board sensor) merupakan sebuah board yang bertugas sebagai node pada sistem WSN. Di dalam suatu board sensor terdapat lima komponen utama yaitu: kontroler, memori, sensor/aktuator, perangkat komunikasi dan catudaya.

Kontroler berfungsi memproses semua data yang relevan dan berkemampuan untuk mengeksekusi kode-kode program. Memori digunakan untuk menyimpan program dan

data intermediate yang nantinya akan dikirimkan ke controller board. Sensor dan aktuator merupakan antarmuka terhadap parameter-parameter fisik lingkungan. Perangkat komunikasi digunakan sebagai peralatan jaringan untuk mengirimkan dan menerima informasi melalui kanal nirkabel. Catudaya sebagai penyimpan energi untuk mengaktifkan semua komponen dalam board.

Pada mikrokontroler JN5139, sebagai antar-muka antara sensor dan CPU digunakan ADC 12-bit berjumlah empat buah. Rentang nilai masukan yang diijinkan pada mikrokontroler JN5130 adalah tegangan 0-2,3 volt sesuai dengan kemampuan ADC.

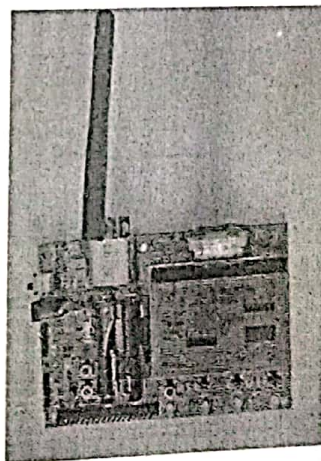
Gambar 2.3 memperlihatkan contoh modul node sensor dari Jennic. Controller board dibangun dari microcontroller JN5139, di dalamnya sudah terintegrasi tranceiver 2,4 GHz, 32-bit RISC processor, 192kB ROM, 96kB RAM, 4-input 12-bit ADC, 2 output 11-bit DAC, 2 comparator, 2 UART. Catudaya modul sensor ini dapat dipilih 2 buah baterai 1,5 volt tipe AAA atau menggunakan adaptor.



Gambar 2.3. Node Sensor (board sensor)

2.4. Gateway

Pada intinya node gateway (board coordinator) merupakan sebuah board sensor, tetapi sebagai tambahan dilengkapi dengan layar LCD 128x64 piksel untuk menampilkan data-data yang dianggap penting. Selain board ini memonitoring lingkungan sekitar melalui sensor-sensornya. Board ini juga berfungsi mengendalikan jaringan dan data yang masuk dari node sensor lainnya. Board ini mempunyai port UART untuk pemakaian komunikasi serial ke komputer (base station). Contoh node gateway seperti pada Gambar 2.4.

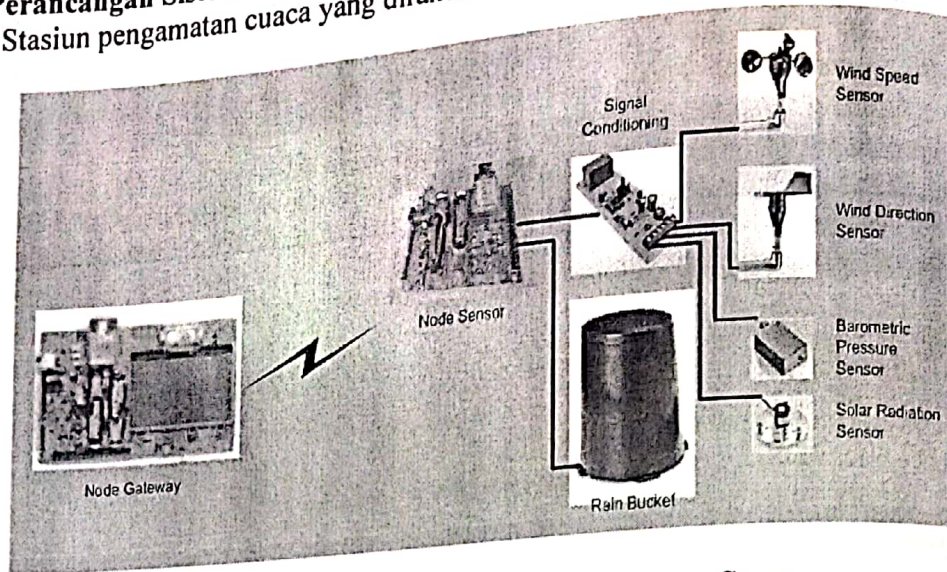


Gambar 2.4. Node Gateway

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Perancangan Sistem

Stasiun pengamatan cuaca yang dirancang dapat di lihat pada Gambar 3.1.

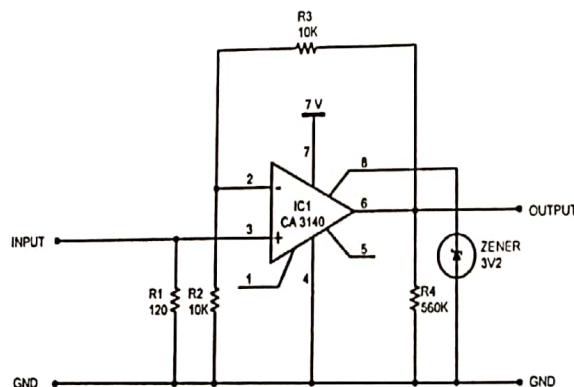


Gambar 3.1. Rancangan Stasiun Pengamatan Cuaca

Sensor-sensor yang digunakan pada rancangan stasiun pengamatan cuaca ini adalah sebagai berikut : kecepatan angin, arah angin, suhu udara, tekanan udara, kelembaban udara, radiasi matahari, dan curah hujan.

Untuk sensor kecepatan angin, arah angin, tekanan udara dan radiasi memiliki output 4-20 mA dan merupakan sensor eksternal yang dipasang pada node sensor. Sedangkan untuk sensor suhu dan kelembaban udara sudah terpasang di internal node sensor. Untuk curah hujan menggunakan rain bucket yang output-nya berupa pulsa.

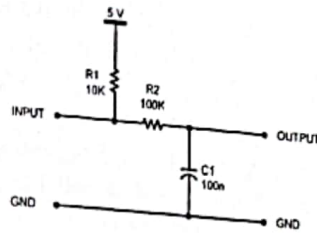
Dari sensor-sensor yang mempunyai output 4-20 mA sebelum dihubungkan dengan node sensor, terlebih dahulu diubah dari arus menjadi tegangan 0-2,3 Volt dengan menggunakan signal conditioning (Gambar 3.2), karena pada node sensor hanya terdapat input ADC yang berjumlah 4 kanal.



Gambar 3.2. Skematik Rangkaian Signal Conditioning

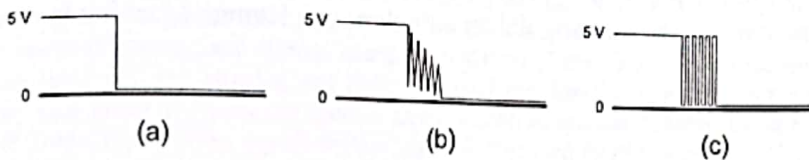
Sedangkan curah hujan akan dihitung dari pulsa rain bucket yang masuk kedalam node sensor melalui rangkaian bouncing remover (rangkaiannya RC), seperti yang terlihat

pada Gambar 3.3. Output dari rangkaian ini akan masuk ke node sensor melalui kanal DIO (Data Digital Input/Output).



Gambar 3.3. Skematik Rangkaian Bouncing Remover

Rangkaian ini digunakan untuk mengantisipasi kesalahan pembacaan node sensor dari saklar yang ada pada rain bucket. Ini dikarenakan pada saat kontak saklar ditekan terjadi getaran yang mengakibatkan adanya momentum dan elastisitas beraksi bersamaan. Seperti yang terlihat pada Gambar 3.4.

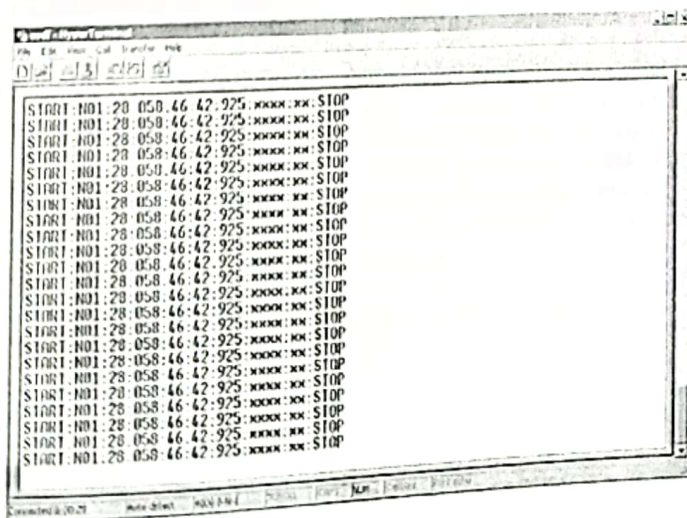


Gambar 3.4. Bouncing, (a) Sinyal seharusnya, (b) Sinyal bouncing, (c) Sinyal yang terbaca pada node sensor.

Pada saat saklar ditekan dari 1 ke 0 akan terjadi bouncing (Gambar 3.4 (b)) sehingga sinyal ini akan dianggap terjadi perubahan dari 1 ke 0 berkali-kali pada pembacaan node sensor (Gambar 3.4 (c)). Setelah menggunakan rangkaian bouncing remover, maka sinyal yang terbaca akan seperti yang seharusnya (Gambar 3.4 (a)).

3.2. Hasil Pengukuran pada Node Sensor

Pada saat sistem diaktifkan, hasil dari pendeteksian yang dilakukan sensor-sensor yang dikirim ke node sensor adalah seperti ditunjukkan dalam Gambar 3.5.



Gambar 3.5. Hasil pada Node Sensor.

Hasil pengukuran pada node sensor dapat dilihat dengan menggunakan kabel USB pada port USB dengan menggunakan aplikasi Hyper Terminal pada Windows. Pembacaan pada node sensor dapat dijelaskan sebagai berikut. Pembacaan dimulai dengan kata "START", lalu diikuti berturut-turut dengan kode node: suhu: kelembaban udara: arah angin: kecepatan angin: tekanan udara, radiasi matahari: curah hujan, diakhiri dengan kata "STOP". Data-data ini selanjutnya akan dikirim ke node gateway melalui radio. Di node gateway data-data ini akan ditampilkan di LCD.

4. KESIMPULAN

Dari beberapa pembahasan di atas, maka dapat diambil beberapa kesimpulan bahwa pada sistem jaringan sensor nirkabel ini antara node sensor dan node gateway harus berhadapan langsung dan tidak terhalang. Jarak antara node sensor dan node gateway dekat (± 10 m), untuk jarak yang lebih jauh lagi perlu digunakan amplifiser ataupun gain antenna. Penanganan bouncing pada rain bucket selain dengan menggunakan rangkaian RC, dapat juga dilakukan dengan menggunakan rangkaian IC7400 dan ini terbukti lebih stabil. Untuk kelanjutan kegiatan ini berupa penyedia data dan informasi, maka perlu dibuat kegiatan lain yaitu penyimpanan dan pengolahan data dan juga Human Machine Interface-nya.

DAFTAR RUJUKAN

- Raghavendra C.S., Krisna M. Sivalingam, Taieb Znati, 2006, *Wireless Sensor Network*, Springer Science+Business Media LLC, New York.
- Karl, Holger and Andreas Willig, 2005, *Protocols and Arsitectures for Wireless Sensor Networks*, John Wiley and Sons Ltd, West Sussex.
- Jennic, "Product Brief JN5139, IEEE802.15.4 and ZigBee Wireless Microcontrollers", http://www.jennic.com/files/product_briefs/JN5139_PB_V1.23.2.pdf.
- Iwan Muh. Erwin, Bambang Sugiarto, Indra Sakti, 2009, *Perancangan Sistem Monitoring Kualitas Udara Menggunakan Teknologi Wireless Sensor Network*, Prosiding seminar nasional Riset Teknologi Informasi 2009, STMIK AKAKOM, Yogyakarta.
- Jennic, "Integrated Peripheral API, Reference Manual", http://www.jennic.com/support/support_files/jn-rm-2001_integrated_peripheralapi.
- Laila, Nurziha, 2007, *Interfacing Instrumen Sistem Monitoring Klimatologi Menggunakan Borland Delphi 6.0*, Tugas Akhir, FMIPA, Universitas Diponegoro.
- Global Water, <http://www.globalw.com>.