

Pembuatan Modul Sensor Berbasis XBEE

Siska Putri Utami, Huda Ubaya*, Sri Desy Siswati
Fakultas Ilmu Komputer
Universitas Sriwijaya
Palembang, Indonesia
Email : huda@unsri.ac.id

Abstrak— Alat ini dibuat untuk memberikan informasi suhu dan kelembaban pada tanah dan air. Pengukuran suhu dan kelembaban sangat penting dilakukan pada daerah tertentu yang sangat sensitif terhadap perubahan suhu dan kelembaban. Sistem pengukur suhu dan kelembaban yang digunakan saat ini menggunakan sensor DHT11, LM35 dan soil moisture. Sensor DHT11 adalah sensor digital yang dapat mengukur suhu dan kelembaban udara di sekitarnya. sensor LM35 berfungsi untuk mengukur suhu udara dan sensor soil moisture berfungsi untuk membaca kelembaban tanah. Alat ini dibuat untuk mengukur suhu dan kelembaban lalu dapat dihubungkan dengan komputer, data ditampilkan melalui LCD dan dapat menyimpan hasil pengukuran pada logger. Sistem ini memanfaatkan kemampuan mikrokontroler dalam proses akuisisi data suhu dan kelembaban dari sensor. Komunikasi antara mikrokontroler dan komputer dibuat menggunakan komunikasi serial. Komunikasi serial dibangun dengan Xbee. Data suhu dan kelembaban yang diukur sensor dibaca oleh mikrokontroler dan dikirimkan ke komputer melalui port serial. Hasil pengujian sistem secara keseluruhan menunjukkan bahwa data pengukuran suhu dan kelembaban dapat dikirimkan dan ditampilkan di komputer. Dari hasil pengukuran suhu dan kelembaban didapatkan data error sensor suhu 0.41°C - 2.26°C dan error pada pengukuran kelembaban 7.15%-47.8%.

Kata Kunci— Sensor DHT11, sensor LM35, sensor kelembaban tanah, Xbee.

I. PENDAHULUAN

Tanah adalah bagian yang terdapat pada kerak bumi dan tersusun atas mineral dan bahan organik. Tanah merupakan salah satu penunjang yang membantu kehidupan semua makhluk hidup yang ada di bumi. Tanah sangat mendukung terhadap kehidupan tanaman yang menyediakan hara dan air di bumi[1]. Pada masa sekarang ini bidang elektronika mengalami kemajuan yang sangat pesat dan tidak terlepas pada bidang komputerisasi. Komputer saat ini telah menjadi alat bantu utama bagi manusia dan digunakan bukan hanya untuk menyelesaikan permasalahan di tempat kerja. Dengan adanya teknologi yang terus berkembang saat ini, maka akan semakin mudah untuk mengetahui apakah tanda-tanda aktifitas itu akan berprospek menjadi bencana alam ataukah dapat dimanfaatkan [2].

Salah satu teknologi terapan itu adalah alat yang berfungsi untuk mengukur suhu dan kelembaban tanah melalui tampilan LCD dan komputer. Namun peralatan yang ada sekarang masih sederhana sehingga memerlukan pengembangan teknologi yang lebih efektif sehingga teknisi tidak harus selalu siap di lapangan untuk mencatat setiap perubahan suhu dan kelembaban dengan rentang waktu tertentu, sesuai yang diperlukan pada saat pengambilan sample suhu dan kelembaban, kemudian diteliti lebih lanjut supaya dapat ditindak lanjuti baik dampak positif maupun negatifnya.

Lalu timbul ide penulis untuk membuat alat untuk mengukur suhu dan kelembaban tanah, yang dibangun sebagai suatu sistem yang mampu mengukur perubahan suhu

dan kelembaban pada tanah dan menyimpan data pengukuran itu pada memori internal alat sebagai penyimpan data sementara untuk dipindahkan kekomputer sebagai penyimpan data permanen, sehingga akan lebih mengefektifkan waktu dan biaya operasional karena alat ini mempunyai fasilitas yang lebih lengkap dan menunjang.

Penelitian kali ini membutuhkan banyak data suhu dan kelembaban yang akan diterima melalui tampilan komputer/laptop dan Display (LCD). Oleh karena itu, diperlukan suatu alat yang bisa mengukur variabel-variabel tersebut secara otomatis dan bisa menghasilkan banyak data yang dapat disesuaikan dengan selang waktu yang diinginkan.

II. STUDI PUSTAKA

A. Sensor Kelembaban dan Suhu (DHT11)

Sensor ini merupakan sensor dengan kalibrasi sinyal digital yang mampu memberikan informasi suhu dan kelembaban. Sensor ini tergolong komponen yang memiliki tingkat stabilitas yang sangat baik. Sensor ini termasuk elemen resistif dan perangkat pengukur suhu NTC. Memiliki kualitas yang sangat baik, respon cepat, dan dengan harga yang terjangkau. DHT11 memiliki fitur kalibrasi yang sangat akurat [3].

Koefisien kalibrasi ini disimpan dalam OTP program memory, sehingga ketika internal sensor mendeteksi sesuatu, maka module ini membaca koefisien sensor tersebut. DHT11 ini termasuk sensor yang memiliki kualitas terbaik, dinilai dari respon, pembacaan data yang cepat, dan kemampuan anti-interference [4]. Range kelembaban yang dapat diukur antara 20% - 90% RH dengan tingkat akurasi $\pm 4\%$ RH dan sensitivitas 1%RH. DHT 11 memiliki 3 buah pin, yang terdiri dari pin VCC, DATA, dan GND. Pin VCC dihubungkan dengan tegangan 5V, pin GND ke ground, dan pin DATA ke pin A0-A7 pilih salah satu pada Arduino Uno 328p[5].

Dari penjelasan (Tabel 2.1) diatas bahwa struktur yang merupakan cara kerja dari sensor kelembaban udara/Humidity DHT11 memiliki empat buah kaki yaitu: pada bagian kaki(VCC), dihubungkan ke bagian Vss yg bernilai sebesar 5V, pada board arduino uno dan untuk bagian kaki GND dihubungkan ke ground (GND) pada board arduino uno, sedangkan pada bagian kaki data yang merupakan keluaran (Output) dari hasil pengolahan data analog dari sensor DHT11 yang dihubungkan ke bagian analog input (pin3), yaitu pada bagian pin PWM (Pulse Width Modulation) pada board arduino uno dan yang tak ketinggalan terdapat satu kaki tambahan yaitu kaki NC (Not Connected), yang tidak dihubungkan ke pin manapun.

Sensor kelembaban lain yang banyak dikembangkan adalah jenis sensor serat optik[6] yang menggunakan serat optik sebagai bahan sensor. Berbagai metode dan bahan untuk sensor telah dikembangkan pada sensor serat optik ini.

Metode pengukuran yang digunakan seperti misalnya; pengukuran serapan gelombang, pengukuran pelemahan gelombang, dan pengukuran intensitas. Material yang digunakan untuk sensor kebanyakan adalah bahan-bahan hidrogel seperti gelatin murni atau gelatin yang didoping, polimer yang didoping CoCl₂+PVA, polianilin dengan nano Co, dan agarosa. Pemanfaatan POF (polymer optical fiber) sebagai sensor kelembaban telah dilakukan oleh Shinzo dengan konfigurasi probe sensor berbentuk lurus, diperoleh rentang kelembaban yang dapat dideteksi antara 20-90%. Penelitian lain oleh Arregui dengan gel agarosa yang digunakan sebagai pengganti cladding dari probe, diperoleh hasil yang lebih baik. Rentang kelembaban yang mampu dideteksi 10-100% dengan waktu respon 90 detik. Oleh karena itu pada penelitian ini telah dirancang dan dibuat sensor kelembaban menggunakan POF dengan modifikasi cladding menggunakan bahan gelatin dan chitosan, kemudian probe dari sensor dibengkokkan membentuk huruf “U”.

Dengan membuat probe sensor bengkok seperti huruf “U” diharapkan hasil yang diperoleh akan lebih baik dari pada hasil-hasil penelitian sebelumnya. Dalam penelitian ini dilakukan juga tentang uji life time untuk mendapatkan tingkat ketahanan suatu sensor terhadap waktu.

B. Sensor suhu LM35

Sensor suhu adalah alat yang digunakan untuk mengubah besaran panas menjadi besaran listrik yang dapat dengan mudah dianalisis besarnya. Ada beberapa metode yang digunakan untuk membuat sensor ini, salah satunya dengan cara menggunakan material yang berubah hambatannya terhadap arus listrik sesuai dengan suhunya.

Sensor suhu LM35 adalah komponen elektronika yang memiliki fungsi untuk mengubah besaran suhu menjadi besaran listrik dalam bentuk tegangan. LM35 tidak membutuhkan kalibrasi eksternal yang menyediakan akurasi $\pm 1/4^\circ\text{C}$ pada temperatur ruangan dan $\pm 3/4^\circ\text{C}$ pada kisaran -55 sampai $+150^\circ\text{C}$. LM35 dimaksudkan untuk beroperasi pada 55° hingga $+150^\circ\text{C}$. Sensor LM35 umumnya akan naik sebesar 10mV setiap kenaikan 1°C (300mV pada 30°C).

Meskipun tegangan sensor ini dapat mencapai 30 volt akan tetapi yang diberikan ke sensor adalah sebesar 5 volt, sehingga dapat digunakan dengan satu daya tunggal dengan ketentuan bahwa LM35 hanya membutuhkan arus sebesar 60 μA hal ini berarti LM35 mempunyai kemampuan menghasilkan panas (self-heating) dari sensor yang dapat menyebabkan kesalahan pembacaan yang rendah yaitu kurang dari $0,5^\circ\text{C}$ pada suhu 25°C . (Data sheet LM35).

C. Xbee Series 2

Xbee series 2 modul RF dirancang untuk beroperasi dalam protokol ZigBee dengan biaya yang murah dan jaringan sensor nirkabel menggunakan daya yang rendah. Modul ini membutuhkan daya yang rendah dan dapat melakukan pengiriman data yang handal antara perangkat dengan jarak yang jauh. Modul ini beroperasi pada frekuensi 2.4 GHz. (Inc, XBee Series 2 OEM RF Modules, 2007).

Xbee series 2 ini mempunyai beberapa model antena, salah satunya adalah chip antenna. Chip antenna merupakan suatu chip keramik yang terletak pada board modul Xbee, bentuknya lebih kecil. Chip antenna memiliki pola radiasi

cardoid, yang berarti sinyal dilemahkan dalam berbagai arah dan sangat baik digunakan dalam area yang tidak luas atau kecil.

D. Arduino Uno

Arduino Uno adalah board mikrokontroler berbasis ATMEGA 328P (datasheet). Memiliki 14 pin input dari output digital dimana 6 pin input tersebut dapat digunakan sebagai output PWM dan 6 pin input analog, 16 MHz osilator kristal, koneksi USB, jack power, ICSP header, dan tombol reset. Untuk mendukung mikrokontroler agar dapat digunakan, cukup hanya menghubungkan Board Arduino Uno ke komputer dengan menggunakan kabel USB atau listrik dengan AC yang ke adaptor-DC atau baterai untuk menjalankannya.

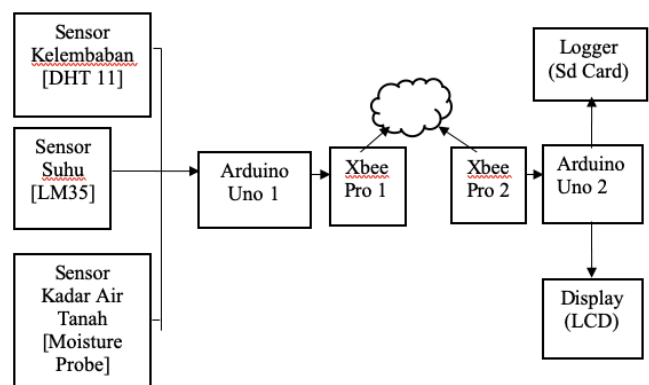
Uno berbeda dari semua papan sebelumnya dalam hal itu tidak menggunakan FTDI chip driver USB-to-serial. Sebaliknya, fitur Atmega16U2 (Atmega8U2 hingga versi R2) diprogram sebagai konverter USB-to-serial. Revisi 2 dari dev board Uno memiliki resistor menarik garis 8U2 HWB ke tanah, sehingga lebih mudah untuk dimasukkan ke dalam mode DFU.

Mikrokontroler ATmega 328P memiliki arsitektur Harvard, yaitu memisahkan memori untuk kode program dan memori untuk data sehingga dapat memaksimalkan kerja dan parallelism. Instruksi – instruksi dalam memori program dieksekusi dalam satu alur tunggal, dimana pada saat satu instruksi dikerjakan instruksi berikutnya sudah diambil dari memori program. Konsep inilah yang memungkinkan instruksi – instruksi dapat dieksekusi dalam setiap satu siklus clock.

III. PERANCANGAN SISTEM

Gambar 1 merupakan diagram blok rangkaian secara keseluruhan. Diagram blok rangkaian ini merupakan bagian penting dalam perancangan peralatan elektronik ataupun pembuatan alat dari rangkaian sistem monitoring online kelembaban dan temperatur pada tanah yang dibuat.

Pada perancangan dan pembuatan sensor nirkabel berbasis Xbee ini terdapat beberapa bagian yang digunakan sebagai input, proses dan output. Masing-masing bagian itu dibuat menjadi sistem yang dapat bekerja sesuai dengan perancangan. Rangkaian diagram blok dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Rangkaian Diagram Blok

Adapun masing-masing penjelasan dari diagram Ablok rangkaian pada gambar 1 dapat dilihat pada penjelasan dibawah ini :

- **Sensor Kelembaban (DHT11)**
Sensor ini merupakan sensor suhu dan kelembaban udara dengan kalibrasi sinyal digital yang mampu memberikan informasi suhu dan kelembaban. Sensor ini tergolong komponen yang memiliki tingkat stabilitas yang sangat baik. Sensor ini termasuk elemen resistif dan perangkat pengukur suhu NTC. Memiliki kualitas yang sangat baik, respon cepat, dan dengan harga yang terjangkau. DHT11 memiliki fitur kalibrasi yang sangat akurat. Koefisien kalibrasi ini disimpan dalam OTP program memory, sehingga ketika internal sensor mendeteksi sesuatu, maka module ini membaca koefisien sensor tersebut. produk ini cocok digunakan untuk banyak aplikasi-aplikasi pengukuran suhu dan kelembaban.
- **Sensor Suhu (LM35)**
Sensor suhu LM35 ialah sensor temperatur paling banyak digunakan untuk praktik, karena selain harganya cukup murah, linearitasnya lumayan bagus. Komponen elektronika yang memiliki fungsi untuk mengubah besaran suhu menjadi besaran listrik dalam bentuk tegangan. Sensor Suhu LM35 yang dipakai dalam penelitian ini berupa komponen elektronika yang diproduksi oleh National Semiconductor. LM35 memiliki keakuratan tinggi dan kemudahan perancangan jika dibandingkan dengan sensor suhu yang lain, LM35 juga mempunyai keluaran impedansi yang rendah dan linieritas yang tinggi sehingga dapat dengan mudah dihubungkan dengan rangkaian kendali khusus serta tidak memerlukan penyetelan lanjutan.
- **Sensor Kadar Air Tanah (*Moisture Probe*)**
Moisture Probe adalah suatu alat yang terbuat dari materi logam dengan bahan tertentu. Moisture Probe yang terbuat dari logam ini digunakan sebagai sensor untuk pengukuran kadar air di dalam tanah. Moisture Probe yang dibuat terdiri dari dua batang logam stainless steel. Moisture probe ini berperan seperti sebuah kapasitor dengan tanah sebagai dielektriknya. Moisture probe ini disebut juga sebagai capacitance probe. Moisture probe yang dibuat ini sangat sederhana, sehingga harganya relatif murah.
- **Arduino Uno**
Arduino Uno adalah board sistem minimum berbasis mikrokontroler ATmega328P jenis AVR. Arduino Uno memiliki 14 digital input/output (6 diantaranya dapat digunakan untuk PWM output), 6 analog input, 16 MHz osilator kristal, USB connection, power jack, ICSP header dan tombol reset.
- **Xbee**
Xbee merupakan perangkat yang menunjang komunikasi data tanpa kabel (*wireless*), xbee bekerja pada frekuensi 2,4 GHz, 868 MHz dan 915 MHz, dimana ketiga rentang frekuensi ini merupakan rentang frekuensi yang gratis, yaitu 2,4-2.4835 GHz, 868-870 MHz, dan 902-928 MHz. setiap frekuensi tersebut dibagi menjadi 16 channel. Dan bandwidth untuk xbee ini adalah 250 Kbps.
- **Logger**
Perekam Data disebut juga data logger. Secara umum perekam data sederhana terdiri dari mikrokontroler,

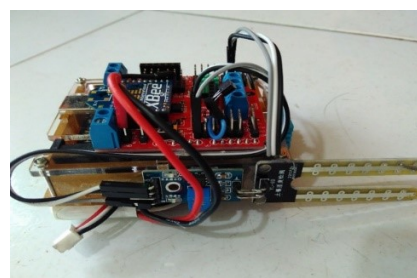
- sensor dan media penyimpanan. Mikrokontroler merupakan bagian dari perekam data yang mengatur komunikasi antar perangkat. Sensor berfungsi untuk mengubah sinyal analog menjadi sinyal digital. Media penyimpanan berfungsi untuk menyimpan data Dalam sistem telemetri ini terdapat fitur data logger, yaitu fitur yang berfungsi sebagai penyimpanan semua data-data kondisi dari suhu dan kelembaban yang diukur. Kemudian Data ini nantinya akan tersimpan didalam media penyimpanan yaitu *memory card*. Pada perancangan ini jenis *memory card* yang akan digunakan adalah micro SD (*Secure Digital*) dengan kapasitas 4 GB.
- **Display (LCD)**
LCD (*Liquid Cristal Display*) adalah salah satu komponen elektronika yang berfungsi sebagai tampilan suatu data, baik karakter, huruf ataupun grafik. Dipasaran tampilan LCD sudah tersedia dalam bentuk modul yaitu tampilan LCD beserta rangkaian pendukungnya termasuk ROM dll. LCD mempunyai pin data, kontrol catu daya, dan pengatur kontras tampilan.
 - **Komputer/Laptop**
Komputer/Laptop sebagai penampil data berupa grafik yang di kirim dari hasil pengiriman.

Alat dan bahan yang digunakan dalam pembuatan sensor nirkabel untuk *monitoring* kelembaban dan temperatur pada tanah menggunakan *wireless* berbasis *xbee*. Tabel 1 menunjukkan bahan Pembuat Rangka Alat.

Tabel 1. Bahan Pembuat Rangka

No	Alat	Jumlah
1	Komputer/Laptop	1 Buah
2	Sensor Kelembaban (DHT 11)	1 Buah
3	Sensor Suhu (LM35)	1 Buah
4	Sensor Kadar Air Tanah (Soil Moisture)	1 Buah
5	Arduino Uno	2 Buah
6	Shield LCD	1 Buah
7	Xbee Pro (Zbee)	2 Buah
8	Shield Xbee	1 Buah
9	Data Logger (Micro SD)	1 Buah
10	Display (LCD)	1 Buah
11	Kabel Pelangi	Secukupnya
12	Baterai Lippo	1 Buah
13	Pot Tanaman	1 Buah
14	Multimeter (Alat Ukur)	1 Buah
15	Tatakan (Papan Alas)	1 Buah
16	Baut dan Mur	Secukupnya
17	Kabel USB printer	Secukupnya

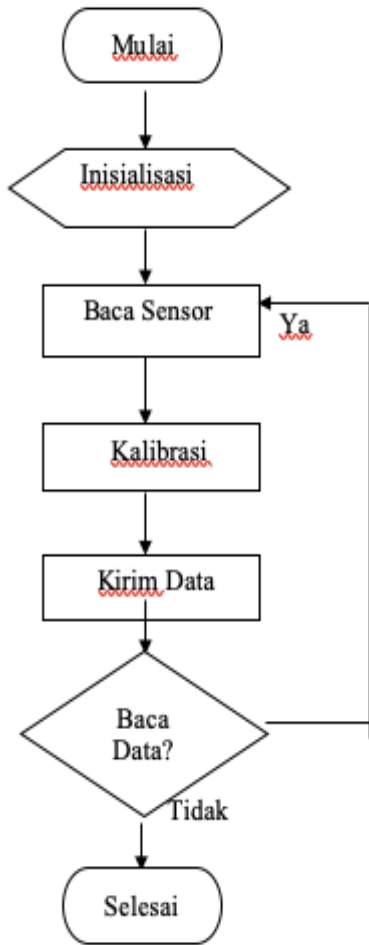
Setelah semua bahan telah siap, maka selanjutnya dilakukan perancangan sesuai dengan desain yang telah dibuat. Hasil desain alat pengirim ditunjukkan pada gambar 1 dan hasil desain alat penerima ditunjukkan pada gambar 2 sedangkan gambar 3 menjelaskan aliran proses pada sistem.



Gambar 1. Transmitter Sensor Kelembaban Tanah



Gambar 2. Receiver Sensor Kelembaban Tanah



Gambar 3. Flowchart sistem

Dua simbol terminal, yang berperan sebagai “mulai” dan “selesai” pada aliran proses flowchart prosedur yang sedang berjalan. 1 (satu) simbol predefined process, menyatakan persediaan penyimpanan suatu pengolahan untuk memberi harga awal. Pada simbol ini diberi nama inisialisasi yang berperan sebagai proses pengolahan data dalam storage dimana port sensor pada proses transmitter berupa sinyal analog dan digital. Sinyal analog berupa sensor LM35 dan soil moisture dan sinyal digital berupa sensor dht, nilai variabel awal sensor adalah 0. 3 simbol proses, pertama adalah baca sensor yang menyatakan suatu tindakan (proses), inisialisasi komunikasi serial nya 9600 bps.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini, pengujian dilakukan untuk mendapatkan data dari suatu alat sehingga dapat diketahui spesifikasi dari alat tersebut. Disamping itu hasil pengujian tersebut dapat dijadikan dasar penganalisaan berdasarkan teori teori serta dapat menentukan kesalahan yang terjadi pada alat tersebut. Untuk memperoleh hasil yang lebih optimal, maka diperlukan suatu rancangan yang baik yaitu dengan memperhatikan sifat-sifat dari setiap komponen yang digunakan sehingga kemungkinan kerusakan komponen dapat dihindari atau dapat diperkecil. Metode pengujian yang dilakukan adalah pengujian pada masing-masing sensor untuk mengetahui karakteristik output nya dan kesesuaian antara satu blok dengan blok lainnya. Adapun metode yang digunakan dalam pengujian tegangan ini yaitu dengan menguji pada setiap titik uji agar mudah dalam mengetahui karakteristik input dan output yang sesuai dengan blok satu dan lainnya. Yang akan di ukur pada alat ini adalah tegangan pada rangkaian. Adapun langkah-langkah pengujian ini adalah sebagai berikut:

- Siapkan peralatan yang diperlukan dalam pengukuran ini.
- Tentukan titik pengujian dari masing-masing rangkaian.
- Melakukan langkah-langkah pengujian secara berurutan sehingga akan sesuai dengan kriteria pengukuran yang di inginkan.
- Catat hasil pengukuran dari setiap pengujian.

Sensor suhu LM35 diuji dengan cara memberikan catudaya serta memberikan pendinginan secara tidak langsung, sedangkan, tegangan keluaran langsung diamati dengan voltmeter. Dari pengujian didapatkan data seperti terlihat pada tabel 2 sedangkan pengujian error sensor suhu dapat dilihat di tabel 3.

Tabel 2 hasil pengujian

No	Pengujian ke	Vcc (Volt)
1	1	4.90
2	2	4.88
3	3	4.86
4	4	4.89
5	5	4.91

Table 3. Pengujian error sensor suhu

No	Suhu pengukuran (°c)	Nilai referensi (mV)	Pengukuran (mV)	% error
1	7.15	71 mV	70 mV	1.40
2	22.2	221 mV	216 mV	2.26
3	25.2	252 mV	250 mV	0.79
4	26.7	267 mV	270 mV	1.12
5	27.9	279 mV	280 mV	0.35
6	29.1	291 mV	288 mV	1.03
7	36.3	363 mV	360 mV	0.82
8	47.8	478 mV	480 mV	0.41

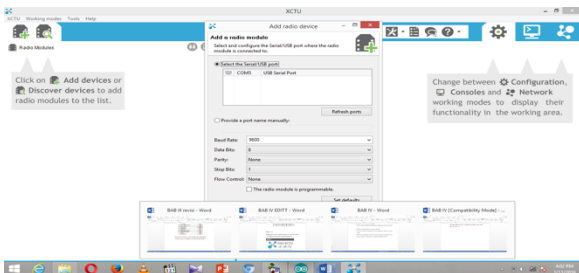
Pengujian *soil moisture sensor* dilakukan dengan mengambil beberapa sample tanah. Pengujian dilakukan pada tiga jenis sampel tanah yang berbeda. Cara pengujian yaitu dengan memasukan probe sensor (terhubung ke mikrokontroler) kedalam wadah yang berisi tanah, kemudian pembacaan sensor dilihat pada menu debug didalam PC. Untuk pengukuran tegangan keluaran dilakukan dengan multimeter digital dikaki keluaran sensor. Tabel 4 hasil pengujian yang telah dilakukan.

Tabel 4. Hasil Pengujian *Soil Moisture Sensor*

No	Pengujian ke	Vcc (Volt)
1	1	4.8
2	2	4.8
3	3	4.8
4	4	4.8
5	5	4.8

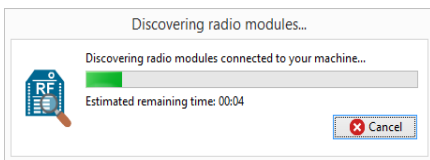
Pengujian pada modul xbee dilakukan dengan alat bantu berupa tool digi xctu. Pengujian modul xbee menggunakan software digi xctu ini meliputi pengujian pada pengalamanan port serial pada komputer untuk mengakses modul xbee, pengujian signal strength, dan terminal consule.

Pada pengujian pertama, yaitu pengujian pengaksesan serial com pada komputer untuk mengakses modul xbee, didapatkan alamat *port* COM5 sebagai jalur pengkasesan xbee. Pada sesi ini, terdapat *interface* pengaturan nilai parameter yang terdiri dari *baudrate*, *data bits*, *parity*, *stop bits*, dan *flow control*. Dari gambar 4 pengaksesan serial com adalah proses melakukan pengujian untuk mencari alamat port pasangan dengan menggunakan aplikasi xctu.



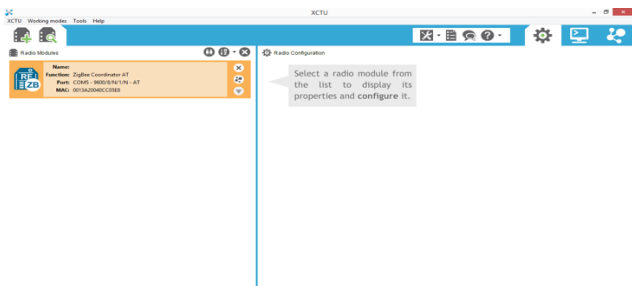
Gambar 4. Pengaksesan Serial Com

Setelah proses pengaksesan port berhasil, maka dilakukan searching device xbee secara scanning hingga modul xbee yang dipasang pada alamat com port 5 dapat ditampilkan. Bisa dilihat pada gambar 5 proses pengaksesan port.



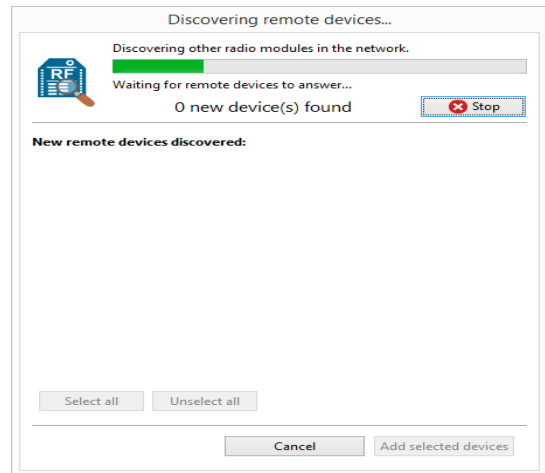
Gambar 5. Proses Pengaksesan Port

Jika proses scanning berhasil, maka akan ditampilkan identitas modul xbee yang terdeteksi beserta setting parameter serta alamat mac address yang menyertainya. Bisa dilihat pada gambar 6 proses scanning.



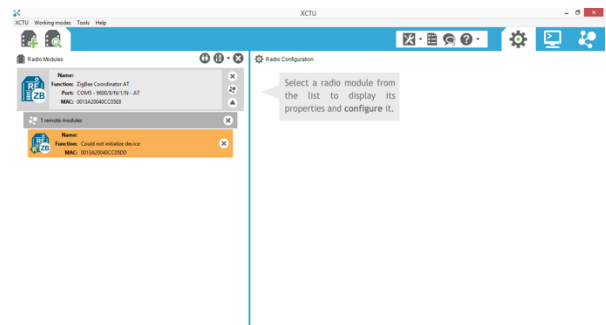
Gambar 6. Proses Scanning

Langkah berikutnya adalah mencari perangkat pasangan yang akan berkomunikasi dengan modul xbee. Pada gambar 7 proses pencarian perangkat pasangan yang merupakan modul xbee yang akan dipasangkan pada rangkaian transmiter.



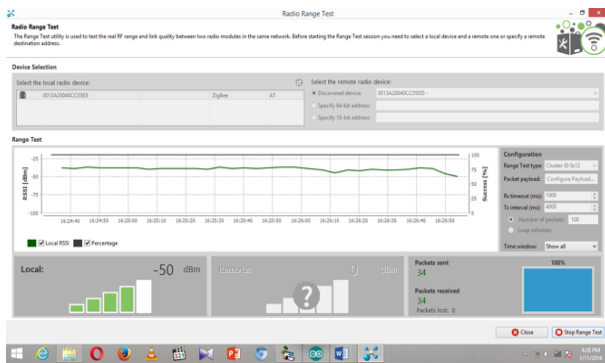
Gambar 7. Proses Pencarian Perangkat Pasangan

Setelah perangkat pasangan tersebut ditemukan, selanjutnya status perangkat pasangan akan ditampilkan pada monitor. Seperti pada gambar 8 serial port pengirim dan penerima.



Gambar 8. Serial Port Pengirim dan Penerima

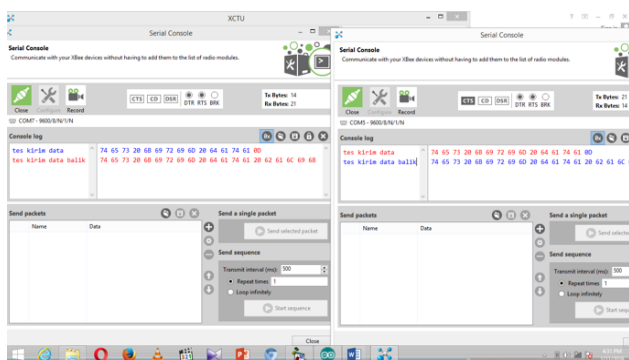
Pada pengujian *range test* modul xbee dilakukan untuk mengecek kondisi pengiriman data terhadap data yang mampu diterima oleh modul xbee. Prosedur pengujian dilakukan dengan mengaktifkan tool radio range test pada *software* xctu. Proses pengujian yang dilakukan ini terdiri dari proses pengiriman data oleh xbee menuju xbee pasangan, dan xbee pasangan mengembalikan pengiriman paket data menuju xbee utama. Dari hasil pengujian ini dapat diketahui kemampuan modul xbee mengirimkan data yang meliputi nilai paket data yang terkirim dan nilai paket data yang diterima dengan pengujian dalam interval waktu tertentu. Selain itu ditampilkan juga *signal strength* yang menunjukkan kualitas sinyal yang menghubungkan komunikasi data antara kedua perangkat. Seperti pada gambar 9 pengujian *range test* modul xbee.



Gambar 9. Pengujian Range Test Modul Xbee

Dari hasil pengujian yang dilakukan dalam interval waktu antara pukul 16.24.40. hingga 16.26.50, maka dapat diamati bahwa kejadian pengiriman data yang berhasil dilakukan sejumlah 34 paket data, dan kemampuan receiver sejumlah 34 paket data juga. Berdasarkan data ini, maka dapat diambil kesimpulan bahwa tidak ada data yang hilang selama proses pengiriman dan penerimaan data terjadi. Dapat disimpulkan juga dari pengujian ini bahwa modul telah siap digunakan untuk menjalin komunikasi data dengan baik.

Pengujian berikutnya adalah dengan menguji serial console untuk memastikan bahwa modul siap berkomunikasi dengan membawa informasi yang ditulis sesuai dengan kebutuhan alat. Proses pengujian komunikasi data dengan serial console ini meliputi pengujian pengiriman dan penerimaan data dari modul a ke b, dan pengujian pengiriman dan penerimaan data dari modul b ke a, bisa dilihat pada gambar 10 pengujian pengiriman data atau informasi (xbee). Dari pengujian yang telah dilakukan ini, dapat disimpulkan bahwa modul telah berhasil melakukan pengiriman dan penerimaan data secara baik dengan mode dua arah.



Gambar 10. Pengujian Pengiriman Data atau Informasi (Xbee)

Pengujian alat dilakukan pada masing-masing sensor. Sensor yang pertama adalah sensor LM35, sensor suhu ini diuji dengan cara memberikan catudaya serta memberikan pendinginan secara tidak langsung, sedangkan, tegangan keluaran langsung diamati dengan multimeter.

Dari tabel 2, terdapat 5 kali uji coba terhadap masing-masing tegangan. Saat pengujian vcc atau tegangan sensor diukur satu per satu dalam waktu yang berbeda. Hal tersebut dilakukan, untuk membuktikan apakah alat bekerja dengan baik atau masih terdapat kesalahan. Angka-angka yang terdapat pada tabel 2 adalah data yang didapat dari pengujian tegangan menggunakan multimeter. Data tersebut merupakan hasil pengujian dari multimeter.

Selanjutnya, pengujian pada data *error* sensor suhu pada tabel 3. Pengujian data *error* sensor suhu terdapat 8 kali percobaan, pengujian pertama pada suhu pengukuran ($^{\circ}\text{C}$) dengan nilai 7.15 nilai referensi (mV) yaitu 71mV dan pengukuran (mV) yaitu 70mV setelah dihitung nilai *error* pada sensor suhu yaitu 1.40. Pengujian kedua suhu pengukuran ($^{\circ}\text{C}$) memiliki nilai 22.2, nilai referensi (mV) yaitu 221mV dan pengukuran (mV) yaitu 216mV maka hasil *error* yang didapatkan pada pengujian yaitu 2.26. Pada pengujian ketiga, suhu pengukuran ($^{\circ}\text{C}$) memiliki nilai 25.2, nilai referensi (mV) yaitu 252mV dan pengukuran (mV) yaitu 250mV maka hasil *error* yang didapatkan pada pengujian yaitu 0.79. Dari percobaan tersebut dapat kita lihat bahwa semakin besar suhu pengukuran, nilai referensi dan pengukuran maka *error* yang didapatkan tidak seimbang.

V. KESIMPULAN

Pada penelitian ini telah dilakukan pembuatan modul sensor berbasis Xbee. Berdasarkan dari hasil pengujian diketahui bahwa kinerja alat ukur pada pembuatan sensor nirkabel menggunakan sensor LM35, *soil moisture* dan juga DHT11 yang sudah dirancang mendapatkan hasil yang mendekati pengukuran sebenarnya. Nilai dari persentase kesalahan atau *error* pada 0,41% - 2.26%. Pengukuran yang dilakukan melalui alat harus mengikuti prosedur yang telah dirancang, sehingga pengukuran dapat dilakukan dengan benar. Pengukuran dapat terganggu oleh adanya beberapa gangguan, baik itu dari faktor human *error* ataupun dari alat itu sendiri.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Arifin, "Perlindungan Hukum Terhadap Penguasaan Hak Atas Lidah Tanah (Aanslibbing) Perlindungan Hukum Terhadap Penguasaan Hak Aanslibbing) Di Indonesia Menurut Undang Pokok Agraria Undang-Undang Pokok Agraria," Universitas 17 Agustus 1945, 2019.
- [2] S. P. B. Rahmad And S. Sugiono, "Sistem Simulasi Dini Bencana Banjir," *Konvergensi*, Vol. 14, No. 2, 2018.
- [3] H. Susanto, R. Pramana, And M. Mujahidin, "Perancangan Sistem Telemetri Wireless Untuk Mengukur Suhu Dan Kelembaban Berbasis Arduino Uno R3 Atmega328p Dan Xbee Pro," *Univ. Marit. Raja Ali Tanjung Pinang*, 2013.
- [4] S. Mahasari, "Rancang Bangun Internet Of Things (Iot) Node Sensor Cuaca Dengan Menggunakan Website," Politeknik Negeri Sriwijaya, 2017.
- [5] I. Zulkarnain, Z. Azmi, A. Pranata, And F. R. Hidayat, "Sistem Kendali Temperature Dan Humadity Pada Kotak Penyimpanan Kamera Dslr Menggunakan Metode Fuzzy Berbasis Arduino," *J. Saintikom (Jurnal Sains Manaj. Inform. Dan Komputer)*, Vol. 18, No. 1, Pp. 75–81, 2019.
- [6] F. Khairunnisa And H. Harmadi, "Rancang Bangun Alat Ukur Kelembaban Udara Berbasis Mikrokontroler Atmega328 Dengan Sensor Serat Optik Evanescent Menggunakan Film Gelatin," *J. Fis. Unand*, Vol. 6, No. 3, Pp. 217–224, 2017.