

PERANCANGAN SISTEM TELEMETRI *WIRELESS* UNTUK MENGUKUR SUHU DAN KELEMBABAN BERBASIS ARDUINO UNO R3 ATMEGA328P DAN *XBEE PRO*

Heri Susanto, Rozeff Pramana, Muhammad Mujahidin

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Maritim Raja Ali Haji

Tanjung Pinang, Kepulauan Riau

Email: rozeff_p@yahoo.co.id

ABSTRAK

Telemetri adalah proses pengukuran parameter suatu obyek (benda, ruang, kondisi alam) yang hasil pengukurannya di kirimkan ke tempat lain melalui proses pengiriman data baik dengan menggunakan kabel maupun tanpa menggunakan kabel (*wireless*). Diharapkan dapat memberi kemudahan dalam pengukuran, pemantauan dan mengurangi hambatan untuk mendapatkan informasi. Dengan menggunakan sistem telemetri *wireless* pengukuran suhu dan kelembaban bisa dilakukan dari tempat berbeda. Tujuan penelitian ini merancang sistem telemetri *wireless* yang dapat mengukur suhu dan kelembaban dengan desain *portable* yang dilengkapi perekam data dan hasil pengukuran dapat ditampilkan melalui LCD. Sistem telemetri *wireless* ini terbagi unit pengirim (*transmitter*) dan unit penerima (*receiver*). Unit pengirim terdiri dari sensor DHT11, I/O *expansion*, Arduino Uno R3, mikrokontroler ATmega328P, modul *Xbee Pro* dan baterai. Unit penerima terdiri dari Modul *Xbee Pro*, I/O *expansion*, Arduino Uno R3, *mikrokontroller* ATmega328P, LCD, Modul *SD Card* dan baterai. Hasil penelitian alat ukur dapat bekerja dengan baik pada pengujian *outdoor* dan *indoor* baik dengan ada halangan maupun tanpa halangan. Proses pengujian dilakukan pada kondisi alat statis dan pengiriman data secara garis lurus. Sensor DHT 11 mendeteksi suhu dan kelembaban dengan baik dan sensitif terhadap aliran udara. Untuk penyimpanan data digunakan Data *Logger* dengan memori 4 GB yang mampu menyimpan data hasil ukur selama 432 hari.

Kata Kunci : Telemetri, *Wireless*, Arduino Uno R3, *mikrokontroller* ATmega328P, *Xbee Pro*, Sensor DHT11.

1. PENDAHULUAN

Seiring dengan perkembangan zaman dan teknologi kebutuhan informasi yang cepat sangat dibutuhkan dalam berbagai bidang, baik pertanian, perindustrian, maupun stasiun meteorologi sehingga bisa menunjang kinerja bidang tersebut. Salah satunya adalah informasi suhu dan kelembaban. Namun dalam pemantauan dan pengukuran tidak semua kondisi memungkinkan dilakukan secara langsung dikarenakan faktor geografis dan jarak, hal itu dapat menghambat memperoleh informasi tersebut. Kendala pengukuran pada lokasi yang sulit terjangkau dapat diatasi dengan menggunakan metode pengukuran jarak jauh (telemetri).

Secara umum sistem telemetri terdiri atas enam bagian pendukung yaitu objek ukur, sensor, pemancar, saluran transmisi, penerima dan tampilan/*display* (Manik Alit

Wastharini, 2010). Penelitian yang pernah dilakukan berkaitan pengembangan sistem telemetri *wireless* diantaranya yang dilakukan oleh Azam Muzakhim (2011) yaitu Telemetri dan Telekontrol Antara *Mikrokontroller* Menggunakan *Xbee Pro Wireless*. Pada Penelitian ini sistem Telemetri suhu dan kelembaban menggunakan *Xbee Pro* Mencapai jarak 110 meter dan belum mempunyai data *logger* Penelitian Hendrit (2011) menggunakan modul *Xbee Pro* untuk komunikasi data antara *mikrokontroller* dengan *personal* komputer untuk monitoring suhu dan kelembaban. Dengan demikian dibutuhkan sebuah sistem yang dapat melakukan pengukuran dan pemantauan suhu dan kelembaban dari lokasi yang berjauhan dengan cara *wireless*. Sehingga diharapkan

dapat mengurangi hambatan untuk mendapatkan data/informasi.

2. KAJIAN LITERATUR

2.1 Mikrokontroler ATmega328P

Mikrokontroler adalah sebuah sistem mikroprosesor yang bagiannya terdiri dari CPU, *Read Only Memory* (ROM), *Random Access Memory* (RAM), *Input-Output*, *timer*, *interrupt*, *Clock* dan peralatan *internal* lainnya yang saling terhubung dan terorganisasi dengan baik dalam satu *chip*. Setiap *mikrokontroler* dapat dikendalikan dengan program yang bisa ditulis dan dihapus dengan cara khusus sesuai aturan oleh pabrik yang membuatnya (Ardi Winoto, 2010).

Sebuah *mikrokontroler* dapat bekerja bila didalamnya terdapat sebuah program yang berisikan instruksi-instruksi yang akan digunakan untuk menjalankan sistem *mikrokontroler* tersebut. Program pada *mikrokontroler* tersebut dijalankan secara bertahap. Pada program tersebut terdapat beberapa set instruksi yang mana tiap instruksi tersebut dijalankan secara bertahap atau berurutan (Hendawan Soebhakti, 2007).

Penelitian ini menggunakan *mikrokontroler* ATmega328P. *Mikrokontroler* jenis ini memiliki kemudahan program dengan menggunakan pemrograman bahasa C dan proses *download* program yang cepat antar PC terhadap *mikrokontroler*. Memiliki 28 pin dan merupakan *mikrokontroler* yang sudah terintegrasi dengan Arduino Uno R3.

(PCINT14/RESET) PC6	1	28	PC5 (ADC5/SCL/PCINT13)
(PCINT16/RXD) PD0	2	27	PC4 (ADC4/SDA/PCINT12)
(PCINT17/TXD) PD1	3	26	PC3 (ADC3/PCINT11)
(PCINT18/INT0) PD2	4	25	PC2 (ADC2/PCINT10)
(PCINT19/OC2B/INT1) PD3	5	24	PC1 (ADC1/PCINT9)
(PCINT20/XCK/T0) PD4	6	23	PC0 (ADC0/PCINT8)
VCC	7	22	GND
GND	8	21	AREF
(PCINT6/XTAL1/TOSC1) PB6	9	20	AVCC
(PCINT7/XTAL2/TOSC2) PB7	10	19	PB5 (SCK/PCINT5)
(PCINT21/OC0B/T1) PD5	11	18	PB4 (MISO/PCINT4)
(PCINT22/OC0A/AIN0) PD6	12	17	PB3 (MOSI/OC2A/PCINT3)
(PCINT23/AIN1) PD7	13	16	PB2 (SS/OC1B/PCINT2)
(PCINT0/CLKO/ICP1) PB0	14	15	PB1 (OC1A/PCINT1)

Gambar 1. Struktur Pin Mikrokontroler ATmega328P

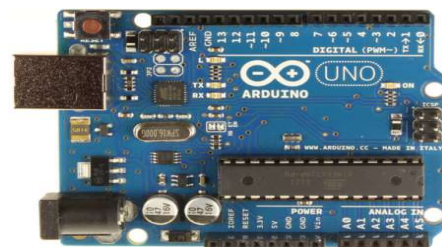
Mikrokontroler ATmega328P memberikan beberapa *fitur* diantaranya 8 Kb *system*

programmable flash dengan kemampuan *read while write*, 1 KB EEPROM, 2 KB SRAM, 8 Kb *system programmable flash* dengan kemampuan *read while write*, 23 *general purpose I/O*, 32 *register* serba guna, 3 buah *timer/counter*, *Interrupt internal* maupun *eksternal*, serial untuk pemrograman dengan menggunakan USART, *peripheral interface* (SPI), *two wire interface* (I2C), 6 port PWM (*Pulse Width Modulation*), 6 port 10 bit ADC dan *Watchdog Timer* dengan *osilator internal* (alldatasheet.com).

2.2 Arduino Uno R3

Physical computing adalah membuat sebuah sistem atau perangkat fisik dengan menggunakan *software* dan *hardware* yang sifatnya interaktif yaitu dapat menerima rangsangan dari lingkungan dan merespon balik. Pada prakteknya konsep ini diaplikasikan dalam desain-desain alat atau *project-project* yang menggunakan sensor dan *mikrokontroler* untuk menerjemahkan *input* analog ke dalam sistem *software* untuk mengontrol gerakan alat-alat elektro-mekanik seperti lampu, motor dan sebagainya (Feri Djuandi, 2011).

Arduino merupakan pengembangan *prototype* berbasis *mikrokontroler* yang sering digunakan dalam *physical computing*. Arduino dikatakan sebagai sebuah *platform* dari *physical computing* yang bersifat *open source*. Arduino tidak hanya sekedar sebuah alat pengembangan, tetapi kombinasi dari *hardware*, bahasa pemrograman dan *Integrated Development Enviromen* (IDE) (Muhammad Iqbal, 2012). IDE adalah Sebuah perangkat lunak (*software*) yang berperan menulis program, meng-*compile* program menjadi kode biner dan meng-*upload* kedalam memori *mikrokontroler*.

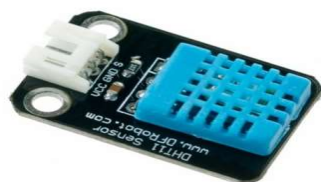


Gambar 2. Arduino Uno R3

Arduino Uno R3 adalah *board* sistem minimum berbasis *mikrokontroler* ATmega328P jenis AVR. Arduino Uno R3 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*.

2.3 Sensor DHT 11

Sensor DHT 11 merupakan sensor dengan kalibrasi sinyal digital yang dapat mengukur suhu dan kelembaban. Sensor ini termasuk elemen resistif dan perangkat pengukur suhu NTC yang memiliki tingkat kualitas dan stabilitas sangat baik, respon cepat dan 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. Besaran yang sering digunakan untuk menyatakan kelembaban udara adalah kelembaban (*Humidity*) relatif (RH), dan skala suhu yang biasa digunakan adalah skala celsius (°C) atau fahrenheit (°F).



Gambar 3. Sensor DHT 11

Spesifikasi perangkat:

Supply Voltage = 5 VDC
Temperature Range = 0-50 °C error ± 2 °C
Humidity = 20-90% RH $\pm 5\%$
RH error
Interface = Digital

2.4 Xbee Pro

Xbee Pro merupakan modul yang memungkinkan Arduino Uno R3 untuk berkomunikasi secara *wireless* menggunakan *protocol ZigBee*. *ZigBee* beroperasi pada spesifikasi IEEE 802.15.4 dengan *frekuensi*

2.4 GHz, 900 MHz dan 868 MHz. *Xbee Pro* dapat digunakan sebagai pengganti kabel serial (Khamdan Amin Biysri, 2012). *Xbee Pro* bisa menjadi konektivitas berdaya rendah dengan sumber baterai yang bisa digunakan selama beberapa bulan sampai beberapa tahun dan tidak memerlukan kecepatan transfer data tinggi (Khamdan Amin Biysri, 2012). Komunikasi *wireless* dengan *Xbee Pro* dapat mencapai jangkauan hingga 100 meter untuk *indoor* dan 1500 meter *outdoor*.



Gambar 4. Modul *Xbee Pro*

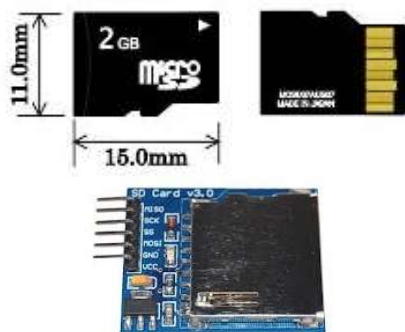
Modul *Xbee Pro* dikoneksikan melalui *asynchronous serial port*. Melalui serial port ini, modul dapat berkomunikasi dengan *logic* dan *voltage* kompatibel *Universal Asynchronous Receiver-Transmitter* (UART) atau melalui level translator ke semua serial device contohnya pada RS-232 atau *USB interface board*. UART adalah bagian perangkat keras komputer yang menerjemahkan bit-bit paralel data dan bit-bit serial. Tegangan Supplynya 2.8 – 3.3 VDC dan memiliki 20 pin.

2.5 Data Logger

Didalam mendesain suatu sistem yang dapat menyimpan data, proses penyimpanan dan ukuran data yang dapat disimpan perlu diperhatikan. Semakin banyak data yang ingin diambil akan semakin besar media penyimpanan yang dibutuhkan. Untuk menyimpan data dapat digunakan beberapa media, diantaranya *flashdisk*, *memory card*, *hardisk* dan lain sebagainya. Untuk menyimpan data *memory card* lebih sesuai karena memiliki ukuran fisik yang kecil sehingga tidak memerlukan tempat yang besar (Ade Yuriyanto, 2011).

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. Untuk menghubungkan *micro SD* dan board arduino uno, digunakan modul *SD Card*.



Gambar 5. Micro SD dan modul

Mode komunikasi pada *SD card* menggunakan *SPI (Serial Peripheral Interface) mode*. Mode komunikasi ini mudah diterapkan (Acta Withaman, 2009). *Serial Peripheral Interface (SPI)* merupakan jalur data serial *synchronous* dan bisa mengirim data hingga kecepatan 3Mhz. SPI terdiri dari 4 pin utama yaitu *master input slave output (MISO)*, *Master output slave input (MOSI)*, *Serial Clock (SCK)* dan *Slave Select (SS)* (Acta Withaman, 2009).



Gambar 6. Skema Antar Muka komunikasi SPI

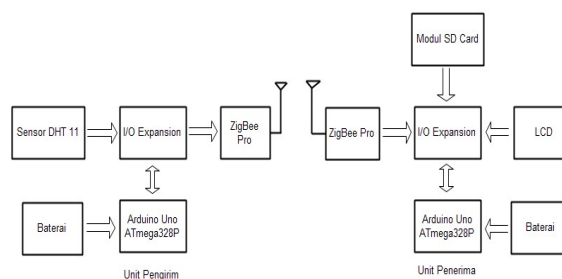
2.6 Software

Software yang digunakan untuk menunjang penelitian ini adalah Arduino-1.0.1 dan X-CTU. Software Arduino-1.0.1 digunakan untuk penulisan kode, sedangkan software X-CTU digunakan untuk koneksi antara *transmitter-receiver* dan *receiver-transmitter* pada perangkat.

3. METODOLOGI PERANCANGAN

Perangkat yang dirancang secara umum terdiri dari dua bagian utama yaitu unit pengirim (Tx) dan unit penerima (Rx).

Pada unit pengirim terdiri dari board Arduino Uno R3 dan mikrokontroler ATmega328P, I/O expansion, modul Xbee pro, sensor suhu dan kelembaban (DHT 11) dan baterai. Sedangkan pada unit penerima terdiri dari board Arduino Uno R3 dan mikrokontroler ATmega328P, I/O expansion, modul Xbee Pro, LCD untuk menampilkan data, modul SD Card (slot *memory card*) sebagai data logger.



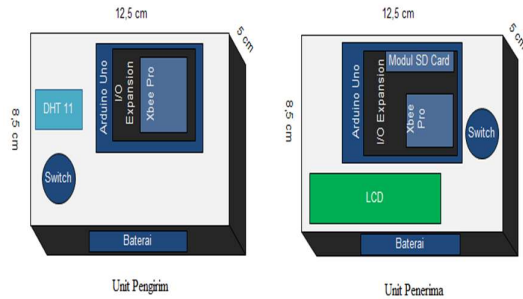
Gambar 7. Blok Diagram

Sensor DHT 11 berfungsi mendeteksi suhu dan kelembaban. Data dari DHT 11 masuk ke I/O expansion sebagai penghubung antara Arduino Uno R3 dan mikrokontroler ATmega328P. Data dikirim secara *wireless* oleh pengirim (Tx) melalui modul Xbee pro. Data tersebut akan diterima oleh bagian penerima (Rx) melalui modul Xbee pro. Data yang telah diterima masuk ke I/O expansion sebagai penghubung antara Arduino Uno R3 dan mikrokontroler ATmega328P untuk diproses, hasil pengukuran suhu dan kelembaban ditampilkan pada LCD. Data hasil pengukuran tersebut disimpan pada *memory card*. Untuk penghubung antara *memory card* dengan board Arduino Uno R3 digunakan modul SD Card.

3.1 Perancangan Chasing

Chasing yang dirancang berfungsi sebagai tempat untuk meletakkan seluruh perangkat keras sehingga dapat diaplikasikan. Chasing ini terbuat dari bahan plastik hitam dan ditutup dengan acrylic bening yang

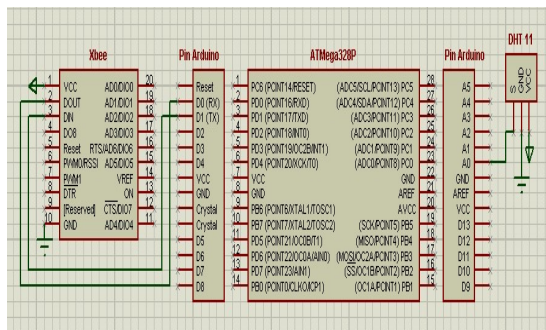
berjumlah 2 unit yaitu untuk unit pengirim (Tx) dan unit penerima (Rx).



Gambar 8. Chasing Unit pengirim Dan Unit Penerima

3.2 Perancangan Unit Pengirim (Tx)

Unit pengirim dirancang sebagai perangkat yang mampu mengukur besaran parameter suhu dan kelembaban menggunakan sensor DHT11. Hasil pengukuran diterima oleh modul *Xbee Pro* kemudian dikirim secara *wireless* ke unit penerima untuk diproses.



Gambar 9. Rangkaian Skematik DHT 11 Dan *Xbee Pro*

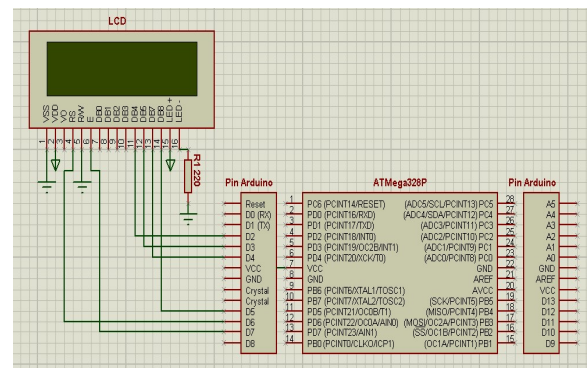
Pada rangkaian sensor digunakan untuk pembacaan suhu dan kelembaban. DHT11 sudah dikalibrasi dari pabrik, sehingga tidak membutuhkan rangkaian yang rumit dalam penggunaannya. Power yang digunakan pada alat ini adalah 5 VDC yang dihasilkan oleh rangkaian regulator yang menghasilkan tegangan stabil 5 VDC. Pin VCC dari DHT11 dihubungkan dengan catu daya pada pin *power* 5 VDC yang terdapat pada Arduino Uno R3. Pin GND dihubungkan ke Pin GND pada Arduino Uno R3 dan pin S (Data) yang dihubungkan ke pin A0 Analog Input pada Arduino Uno R3.

Board Arduino Uno R3 sudah mendukung komunikasi untuk mengkonversi komunikasi

serial ke USB dengan menggunakan *mikrokontroller* ATmega16U2. Sehingga lebih memudahkan pemasangan modul *Xbee pro* ke pin-pin yang ada di *board* Arduino Uno R3. Berikut ini adalah hubungan antar pin Arduino dengan *Xbee Pro*.

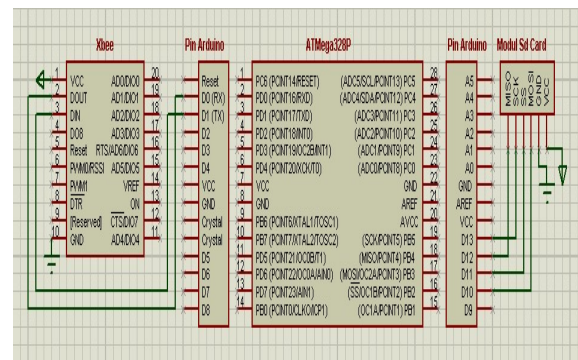
3.3 Perancangan Unit Penerima (Rx)

Unit penerima dirancang untuk menerima data pengukuran suhu dan kelembaban dari unit pengirim. Data ditampilkan di LCD untuk monitoring. Power yang digunakan Pada LCD ini adalah 5 VDC. Pin 16 tersambung resistor 220 Ω untuk mengurangi pencahayaan yang berlebihan dan led layar agar tidak cepat panas.



Gambar 10. Rangkaian Skematik LCD

Unit pengirim dilengkapi dengan *SD card* yaitu slot *memory card* yang berfungsi sebagai data *logger*. Modul *SD card* menggunakan tegangan 5 VDC. Komunikasi yang dilakukan *board* Arduino Uno R3 dengan modul *SD Card* menggunakan komunikasi *serial peripheral interface* (SPI).

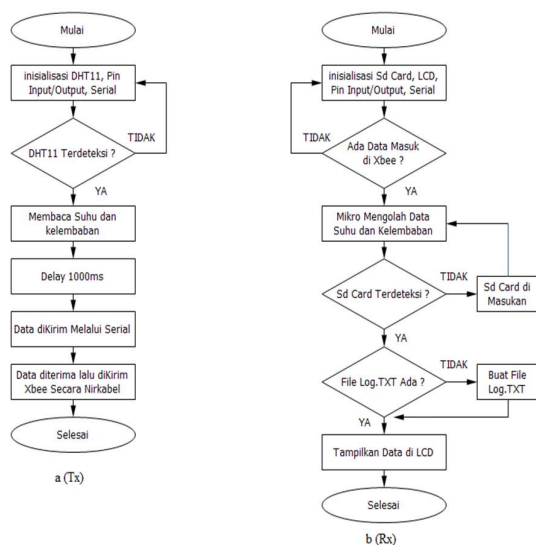


Gambar 11. Rangkaian Skematik Modul *SD Card* dan *Xbee Pro*

3.4 Perancangan Software

Software di program untuk mengoperasikan perangkat pengirim (Tx) dan perangkat penerima (Rx). Pada awal program dilakukan proses inisialisasi seluruh bagian dari sistem. Pada unit pengirim data yang diperoleh dari *input* sensor DHT11 diproses oleh *mikrokontroler*. Waktu pendeteksian perubahan suhu dan kelembaban adalah 1000ms. Kemudian data dikirim melalui *Xbee Pro* dengan komunikasi serial. Pada unit penerima data yang diterima diproses oleh *mikrokontroler* dan disimpan oleh *memory card*.

Bila nama *file* belum dibuat atau nama *file* tidak sesuai dengan program, maka data tidak tersimpan. Data suhu dan kelembaban ditampilkan pada LCD. Berikut *flowchart* program tersebut.



Gambar 12. *Flowchart* Program (a) Unit Pengirim Tx Dan (b) Unit Penerima Rx

4. PENGUJIAN DAN HASIL

Pengujian dilakukan untuk mendapatkan data – data hasil pengujian alat dan untuk mengetahui apakah alat bekerja sesuai dengan rancangan. Pengujian dilakukan dengan mengirimkan data dari unit pengirim ke unit penerima dan diberi jarak yang berbeda - beda antara kedua unit tersebut. Pengujian perangkat dilakukan *indoor* dan *outdoor*.

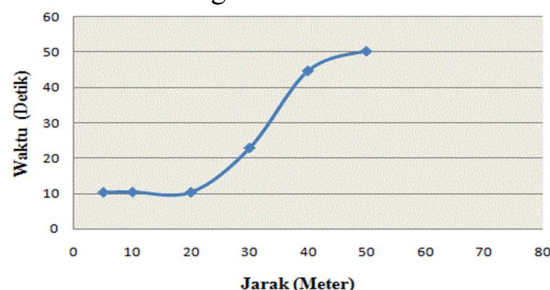
4.1 Pengujian Indoor

Pengujian *indoor* dilakukan dengan memberikan halangan berupa “dinding” antara perangkat pengirim (Tx) dengan perangkat penerima (Rx). Berikut hasil pengukuran yang ditampilkan pada layar LCD perangkat.

Tabel 1. Pengujian *Indoor* dengan halangan

Jarak (m)	Data Tampilan LCD Unit Penerima		Waktu (Detik)	Keterangan
	Suhu (°C)	Kelembaban (%)		
5	31	61	10,31	Terkirim
10	32	59	10,37	Terkirim
20	32	58	10,32	Terkirim
30	32	59	22,9	Terkirim
40	31	60	44,77	Terkirim
50	30	61	50,32	Terkirim
60	-	-	-	Tidak Terkirim
70	-	-	-	Tidak Terkirim

Dari data diatas, perangkat yang dihalangi oleh objek tersebut dapat mengukur dan mengirimkan hasil ukurnya maksimal sampai jarak 50 m. Pada jarak tersebut data dapat di transfer ke perangkat penerima (Rx) dengan lama waktu 50,32 detik. Semakin pendek jarak antara perangkat pengirim dengan perangkat penerima, maka waktu transfer akan semakin singkat.



Grafik 1. Jarak terhadap Waktu Pengujian *Indoor* dengan halangan

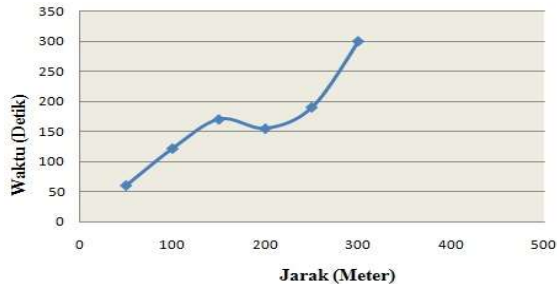
4.2 Pengujian Outdoor

Pengujian *outdoor* dilakukan dengan dua kondisi, yaitu dengan ada halangan dan tanpa ada halangan. Pengujian dilakukan di jalan raya yang dilintasi oleh kendaraan.

Tabel 2. Pengujian *Outdoor* Kondisi Ada Kendaraan Melintas

Jarak (m)	Data Tampilan LCD Unit Penerima		Waktu (Detik)	Keterangan
	Suhu (°C)	Kelembaban (%)		
50	31	62	60.39	Terkirim
100	32	62	122.03	Terkirim
150	31	66	170.56	Terkirim
200	30	64	155.10	Terkirim
250	32	61	190.65	Terkirim
300	32	61	300.77	Terkirim
350				Tidak Terkirim
400				Tidak Terkirim

Pada pengujian *outdoor* dengan memperhitungkan halangan yang ada (kendaraan melintas), dapat dianalisa perangkat masih bisa mengukur dan mengirimkan hasil ukurnya sampai jarak 300 m, dengan respon waktu yang berbeda-beda bergantung pada jarak. Pada jarak 50 m waktu transfer data dari perangkat pengirim (Tx) ke perangkat penerima (Rx) adalah 60,39 detik dan pada jarak 300 m membutuhkan waktu 300,77 detik.

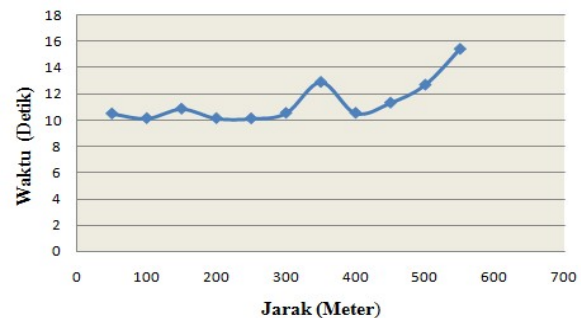
Grafik 2. Jarak Terhadap Waktu Pengujian *Outdoor* Kondisi Ada Kendaraan Melintas

Pada pengujian *outdoor* dengan memperhitungkan tidak ada halangan (kendaraan yang melintas), dapat dianalisa perangkat masih bisa mengukur dan mengirimkan hasil ukurnya sampai jarak 550 m, dengan respon waktu yang berbeda-beda bergantung pada jarak. Pada jarak terjauh dimana data masih bisa dikirimkan ke perangkat penerima (Rx) yaitu 550 m, dibutuhkan waktu transfer 15,43 detik.

Semakin jauh jarak antara perangkat pemancar dan penerimanya maka semakin lama waktu transfer datanya.

Tabel 3. Pengujian *Outdoor* Kondisi Tidak Ada Kendaraan Melintas

Jarak (m)	Data Tampilan LCD Unit Penerima		Waktu (Detik)	Keterangan
	Suhu (°C)	Kelembaban (%)		
50	31	65	10.51	Terkirim
100	32	61	10.15	Terkirim
150	32	61	10.87	Terkirim
200	31	61	10.15	Terkirim
250	31	61	10.13	Terkirim
300	29	65	10.55	Terkirim
350	30	68	12.91	Terkirim
400	31	68	10.55	Terkirim
450	31	68	11.33	Terkirim
500	29	68	12.70	Terkirim
550	29	70	15.43	Terkirim
600	-	-	-	Tidak Terkirim
650	-	-	-	Tidak Terkirim

Grafik 3. Jarak Terhadap Waktu *Outdoor* Kondisi Tidak Ada Kendaraan Melintas

5. KESIMPULAN

Perangkat yang dirancang pada penelitian ini bekerja dengan semestinya. Sistem sudah berhasil mengirimkan hasil pengukuran *indoor* secara *wireless* dengan kondisi ada penghalang dengan jarak maksimal 50 m. Sedangkan untuk pengukuran *Outdoor* dengan kondisi ada penghalang jarak maksimal yang dapat diukur adalah 300 m dan kondisi tidak ada penghalang jarak maksimal 550 m. Adanya perbedaan jarak ukur dipengaruhi oleh penghalang yang ada di sekitar perangkat, semakin banyak penghalang semakin pendek jarak jangkauan perangkat.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Arifianto, Deni., (2011). Kamus Komponen Elektronika. Kawan Pustaka. Jakarta Selatan.
- Cooper, William David., (1999)., Instrumentasi Elektronik dan Teknik Pengukuran. Terjemahan oleh Ir. Sahat Pakpahan. Erlangga. Jakarta
- Djuandi, Feri., (2011). Pengenalan Arduino.
- Faludi, Robert., (2011). Building Wireless Sensor Networks. O'Reilly Media, Inc.
- Garaudry, Hendrit., (2011). Perancangan Sistem Monitoring Kelembaban dan Suhu Menggunakan Komunikasi ZigBee 2,4 GHz. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Iqbal, Muhammad., (2012). Pembuatan Sistem Pendeteksi Wajah menggunakan Sensor Kamera *Face detector* berbasis Arduino ATMEGA328P. Universitas Pendidikan Indonesia.
- Iskandar, A., dan Pramana, Rozeff., (2012). Mini boat Dengan Sistem Kontrol Berbasis ATMEGA dan Zig Bee Pro. Universitas Maritim Raja Ali Haji. Kepulauan Riau.
- Kalinsky, David., dan Roee. Kalinsky., (2002). *Introduction to Serial Peripheral*.
- Khamdan, Amin ,Biysri., (2012). Rancang Bangun Komunikasi Data *Wireless* Mikrokontroler Menggunakan Modul XBEE ZIGBEE (IEEE 802.15.4). Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Limantoro, Djoko (2005). Alat Ukur Kelembaban Berbasis AVR Menggunakan Sensor RHK1AN. Universitas Kristen Petra. Surabaya.
- Manik, Alit, Wastharini., (2010). Perancangan dan Implementasi Sistem Telemetri Suhu Ruangan Berbasis Mikrokontroler. Institut Teknologi Telkom. Bandung.
- Muzakim, Azam., (2011). Telemetri dan Telekontrol Antar Mikrokontroler Menggunakan *Xbee Pro Wireless*. Jurnal E/LTEK, Volume 09 Nomor 02.
- R.Sumiharto., (2010). *Logger Suhu dan Kelembaban Udara Menggunakan Multi Media Card (MMC) Sebagai Media Penyimpanan*. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Soebhakti, Hendarawan., (2007). Basic AVR Mikrokontroler Tutorial. Politeknik Batam. Batam.
- Withaman, Acta., (2009). Rancang Bangun Rekam Data Kelembaban Relatif dan Suhu Udara Berbasis Mikrokontroler. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Winoto Ardi., (2008). Mikrokontroler AVR Atmega8/32/16/8535 dan pemogramannya dengan bahasa C pada win AVR. Informatika. Cirebon.
- Yurianto, Ade., (2012). Perancangan Sistem Otomasi dan *Data Logger* Terintegrasi Untuk BTS Pada Remote Area. Universitas Indonesia. Depok.
- www.alldatasheet.com.
- www.arduino.cc.

Biography

Rozeff Pramana, Penulis meraih gelar Sarjana Teknik Elektro (S.T) di Institut Sains dan Teknologi Nasional-Jakarta pada tahun 2003, kemudian melanjutkan ke pascasarjana dan meraih Magister Teknik (M.T) di Universitas Trisakti-Jakarta pada tahun 2009 dengan jurusan yang sama. Sudah mulai bekerja sejak duduk di bangku kuliah dan mulai berkecimpung didunia industri dari tahun 2000 hingga 2009 pada beberapa perusahaan yang berpusat di Jakarta. Pekerjaan utama saat ini adalah sebagai dosen tetap Teknik Elektro di Fakultas Teknik Universitas Maritim Raja Ali Haji-Tanjungpinang sejak tahun 2009 dengan jabatan fungsional Asisten Ahli dan telah meraih Sertifikasi Dosen nasional pada tahun 2012. Penelitian yang dilakukan oleh penulis difokuskan pada teknologi kemaritiman.

