

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

Heri Susanto, Rozeff Pramana, ST. MT., Muhammad Mujahidin, ST. MT.

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Maritim Raja Ali Haji
Jln. Politeknik, KM 24 Senggarang, Tanjung Pinang, Indonesia

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. Penelitian ini merancang sistem telemetri *wireless* yang dapat mengukur suhu dan kelembaban dengan desain *portable* yang dilengkapi perekam data, hasil pengukuran tersebut bisa ditampilkan melalui LCD. Sistem telemetri *wireless*. Sistem terbagi dua bagian yaitu Unit pengirim terdiri dari sensor DHT11, *I/O expansion*, Arduino Uno R3, mikrokontroler ATmega328P, modul *Xbee Pro* dan baterai. Unit penerima terdiri dari 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 dengan pengujian *outdoor* tanpa halangan jarak maksimal 550 m, waktu penerimaan data tercepat 10.13 detik dan *outdoor* dengan halangan jarak maksimal 300 m, waktu penerimaan data tercepat 60,39 detik. *Indoor* dengan halangan dinding jarak maksimal 50 m, waktu tercepat penerimaan data 10,31 detik. Proses pengujian dengan kondisi alat statis dan pengiriman data secara garis lurus. Sensor DHT 11 mendeteksi suhu dan kelembaban dengan baik dan sensitif terhadap aliran udara. Data *Logger* menggunakan *memory card* 4 GB dan mampu menyimpan selama 432 hari.

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

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

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).

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*). 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 informasi.

Penelitian yang telah dilakukan tentang pengembangan sistem telemetri *wireless* diantaranya 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. penelitian ini Penulis merancang sistem

telemetri *wireless* yang *portable* dimana modul *Xbee Pro* digunakan sebagai komunikasi data antara *mikrokontroller* ATmega328P dengan *mikrokontroller* ATmega328P. Pada *board control* menggunakan Arduino Uno R3 yang terintegrasi dengan ATmega328P. Sensor DHT11 digunakan untuk mengukur Suhu dan kelembaban dan juga menampilkan data pengukuran pada LCD. Perancangan ini dilengkapi dengan perekam data (*data logger*).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang permasalahan diatas, maka rumusan masalah adalah :

1. Bagaimana merancang sistem telemetri *wireless* terdiri dari dua parameter yaitu suhu dan kelembaban berbasis *mikrokontroller* ATmega328P yang terintegrasi dengan Arduino Uno R3 dan *Xbee Pro*.
2. Bagaimana merancang sistem telemetri *portable* yang dilengkapi perekam data.

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari pembuatan tugas akhir ini adalah:

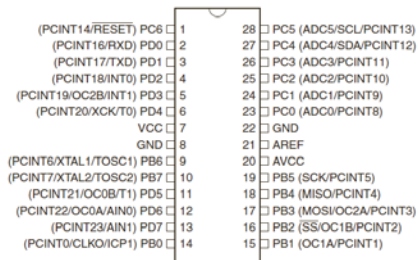
- 1 Sistem Telemetri dapat mengukur suhu dan kelembaban secara *wireless* berbasis *mikrokontroller* ATmega328P yang terintegrasi dengan Arduino Uno R3 dan *Xbee Pro*.

2 Sistem telemetri dapat menampilkan dan menyimpan data suhu dan kelembaban serta alat ukur yang *portable*.

II. KAJIAN LITERATUR

2.1 Mikrokontroler ATmega328P

Mikrokontroler adalah sebuah sistem mikroprosesor dimana didalamnya sudah terdapat CPU, *Read Only Memory* (ROM), *Random Access Memory* (RAM), *Input-Output*, *timer*, *interrupt*, *Clock* dan peralatan *internal* lainnya yang sudah saling terhubung dan terorganisasi dengan baik dalam satu *chip* yang siap dipakai.



Gambar 2.1 Struktur Pin ATmega328P

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*.

2.2 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*. Skema dari Arduino Uno R3 tampak dari atas dapat dilihat pada Gambar 2.2 dengan karakteristik sebagai berikut:

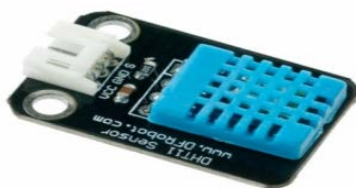
- *Operating voltage* 5 VDC.
- Rekomendasi *input voltage* 7-12 VDC
- Batas *input voltage* 6-20 VDC.
- Memiliki 14 buah *input/output* digital.
- Memiliki 6 buah *input* analog.
- DC *Current* setiap I/O Pin sebesar 40mA.
- DC *Current* untuk 3.3V Pin sebesar 50mA.
- Flash *memory* 32 KB.
- SRAM sebesar 2 KB.
- EEPROM sebesar 1 KB.
- 11 *Clock Speed* 16 MHz.



Gambar 2.2 Arduino Uno R3

2.3 Sensor DHT 11

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. 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. Gambar dan spesifikasi dari sensor DHT 11 ini adalah sebagai berikut :



Gambar 2.3 Sensor DHT 11

Tabel 2.1 Spesifikasi Sensor DHT 11

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

2.4 Xbee Pro

Xbee Pro merupakan modul yang memungkinkan Arduino Uno untuk berkomunikasi secara *wireless* menggunakan *protocol ZigBee*. *ZigBee* beroperasi menggunakan pada spesifikasi IEEE 802.15.4 beroperasi pada *frekuensi* 2.4 GHz, 900 dan 868 MHz. *XBee Pro* dapat digunakan sebagai pengganti kabel serial.

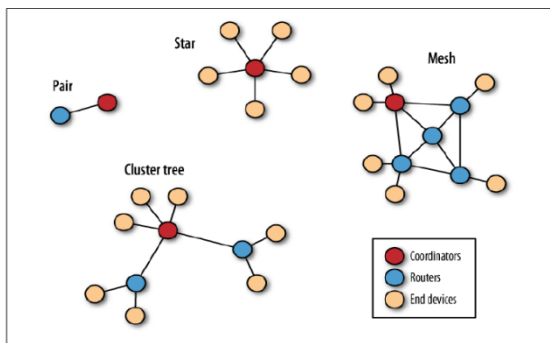
Xbee Pro diharapkan dapat memperkecil biaya dan menjadi konektivitas berdaya rendah untuk peralatan yang memerlukan baterai untuk hidup selama beberapa bulan sampai beberapa tahun, tetapi tidak memerlukan kecepatan transfer data tinggi. *Xbee Pro* memungkinkan komunikasi *wireless* dalam jangkauan hingga 100 meter *indoor* dan 1500 meter *outdoor*.



Gambar 2.4 Modul Xbee Pro

2.4.1 Topologi Jaringan

Sistem pemantauan dan pengukuran jarak jauh terdiri dari 2 buah modul *Xbee Pro* yang sama yang sebelumnya telah diprogram sebagai sebuah *receiver-transmitter* maupun *transmitter-receiver*. Ada beberapa bentuk topologi yang biasa digunakan antara lain topologi *mesh*, *peer*, *star*, dan *cluster Tree*.



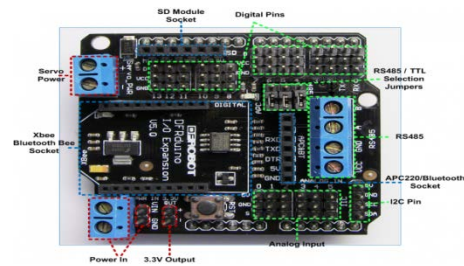
Gambar 2.5 Topologi pada jaringan *Xbee Pro*

Topologi pair merupakan jaringan yang sederhana dengan hanya menggunakan dua buah *xbee* atau node. Satu node harus menjadi *coordinator* sehingga jaringan dapat dibentuk. Dan yang lain dikonfigurasi sebagai *router* atau perangkat akhir.

2.5 I/O Expansion Shield Arduino

I/O Expansion Shield untuk Arduino adalah perangkat tambahan yang digunakan untuk *interface* beberapa modul yang *compatible* dengan *board* arduino. *Board I/O expansion* ini memiliki *input* tegangan 5 VDC. Modul- modul yang cocok dan sesuai dengan *board* Arduino

dapat mendukung RS485. *Xbee Pro*, APC220, *SD Card* dan *Bloetooth*.



Gambar 2.6 I/O Expansion Shield Arduino

2.6 Perekam Data (Data Logger)

Perekam Data disebut juga data *logger*. Secara umum perekam data sederhana terdiri dari *mikrokontroller*, sensor dan media penyimpanan. *Mikrokontroller* 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.



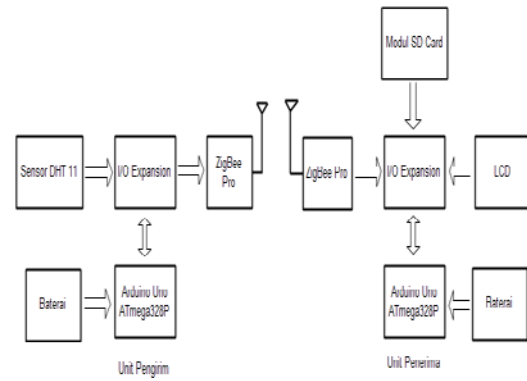
Gambar 2.7 Bentuk Fisik *Micro SD* dan Modul *SD Card*

Ada tiga macam cara berkomunikasi dengan *SD card*, yaitu *One-bit SD mode*, *Four-bit SD mode*, *SPI (Serial Peripheral Interface) mode*. Cara komunikasi yang terakhir merupakan cara termudah karena protokolnya mudah dipelajari. Sehingga komunikasi yang umum digunakan menggunakan *mikrokontroller* adalah *SPI mode*.

III. METODEODOLOGI PENELITIAN

3.1 Perancangan Sistem

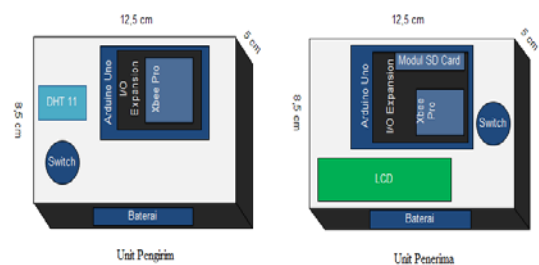
pada perancangan sistem teletri ini ini terdiri dari dua bagian utama yaitu unit pengirim (Tx) dan unit penerima (Rx). Pada unit pengirim terdiri dari *board* Arduino Uno R3 dan *mikrokontroller* ATmega328P, *I/O expansion*, modul *Xbee pro*, sensor suhu dan kelembaban (DHT 11) dan baterai. Sedangkan pada unit penerima terdiri dari *board* Arduino Uno R3 dan *mikrokontroller* ATmega328P, *I/O expansion*, modul *Xbee Pro*, LCD untuk menampilkan data, modul *SD Card* (slot *memory card*) sebagai data *logger*. Skema lengkap diagram blok dapat dilihat pada gambar 3.1.



Gambar 3.1 Blok Diagram Perancangan Sistem

3.2 Perancangan Chasing

Perancangan *chasing* merupakan sebuah rancang bangun yang berfungsi sebagai tempat untuk meletakkan seluruh perangkat keras sehingga dapat diaplikasikan. *Chasing* ini terbuat dari bahan kotak plastik hitam dan ditutup dengan *acrylic* bening yang berjumlah 2 unit yaitu untuk unit pengirim (Tx) dan unit penerima (Rx).

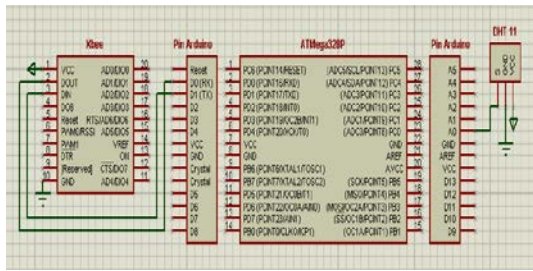


Gambar 3.2 *Chasing* Unit pengirim dan Unit Penerima

3.3 Unit Pengirim

Unit pengirim dirancang sebagai perangkat yang mampu mengukur besaran

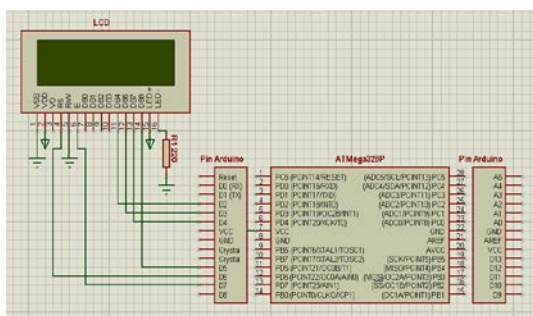
parameter suhu dan kelembaban menggunakan sensor DHT11.



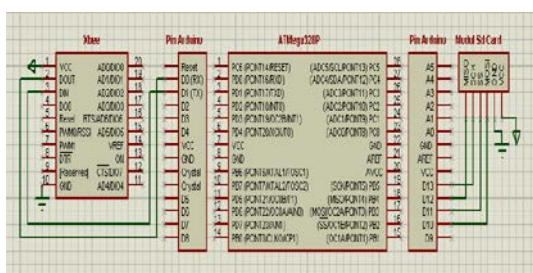
Gambar 3.3 Rangkaian Skematik DHT 11 dan Xbee Pro

3.4 Unit Penerima

Unit penerima dirancang untuk menerima data pengukuran suhu dan kelembaban dari unit pengirim. Data ditampilkan di LCD sebagai pemantau data pengukuran telah diterima. Di unit pengirim dilengkapi dengan SD card yaitu slot memory card yang berfungsi sebagai data logger.



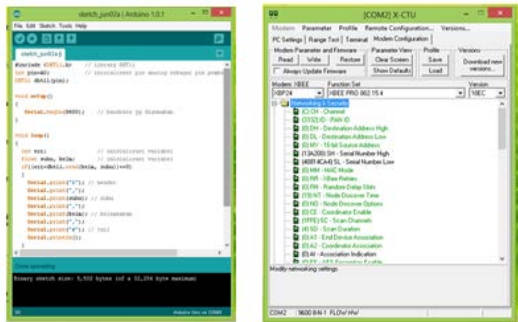
Gambar 3.4 Rangkaian Skematik LCD



Gambar 3.5 Rangkaian Skematik Modul SD Card dan Xbee Pro

3.5 Arduino 1.0.1 dan XCTU

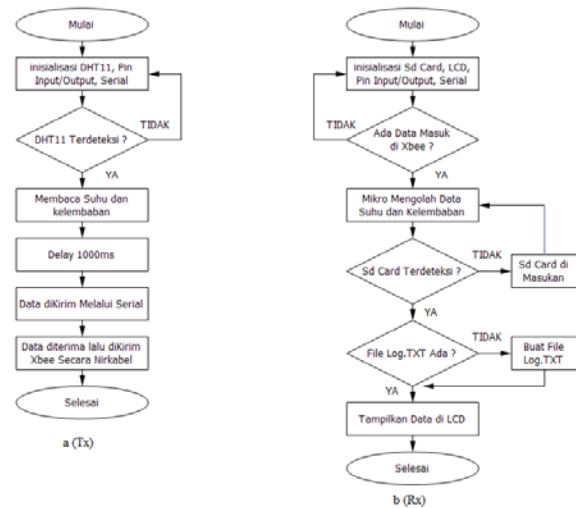
Arduino merupakan perangkat pemrograman mikrokontroler jenis Atmel yang tersedia secara bebas (*open-source*) dengan menggunakan bahasa pemrograman C. Untuk menyelesaikan rangkaian agar bisa bekerja, maka langkah selanjutnya adalah membuat program yang akan diupload ke board Arduino. Penelitian ini menggunakan software Arduino 1.0.1 untuk membuat program pada sketch Arduino kemudian *diverify* untuk memastikan program sudah benar, selanjutnya program di *upload*. Setelah program di *upload* dan tidak ada kesalahan maka akan tampil *done uploading*. Untuk mengaplikasikan program pada sistem telemetri ini maka dibutuhkan perangkat lunak yang untuk *men-setting* atau pun pemberian alamat pada Xbee Pro untuk melakukan komunikasi antara unit pengirim dan unit penerima. Adapun perangkat lunak yang di gunakan adalah perangkat lunak X-CTU, yaitu perangkat lunak dari produk Xbee Pro. Berikut ini adalah gambar tampilan X-CTU.



Gambar 3.6 Program Arduino Berhasil di Upload dan Tampilan Settingan Xbee Pro Pada X-CTU.

3.6 Flowchart Program

Flowchart terdiri dari unit pengirim dan unit penerima. Pada awal program dilakukan proses inialisasi seluruh bagian dari sistem. Pada unit pengirim data yang diperoleh dari input sensor DHT 11 proses oleh mikrokontroller. 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 mikrokontroller dan disimpan oleh memory card. Bila nama file belum dibuat atau nama file tidak sesuai dengan program maka data tidak tersimpan. Kemudian data suhu dan kelembaban ditampilkan melalui LCD.



Gambar 3.7 Flowchart Program (a) Unit Pengirim Rx dan (b) Unit Penerima Tx.

IV. PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengujian Fungsional

Pengujian fungsional pada setiap bagian sistem dari keseluruhan sistem.

4.1.1 Pengujian Sensor DHT 11

Pengujian Sensor suhu dilakukan dengan membandingkan hasil pengukuran sensor DHT 11 dengan thermometer humidity digital HTC 2. Pengujian dilakukan dengan suhu dan kelembaban awal dari DHT 11 33°C dan 55%, dengan mendekatkan sensor DHT 11 dan alat pembanding pada sebuah lilin dengan jarak 5 cm disebuah kamar. Pengambilan data dilakukan selang 3 menit sekali selama 30 menit dan dilakukan pada tanggal 19 juni 2013 pukul 10.00 WIB.

Tabel 4.1 Hasil Pengukuran Suhu dan Kelembaban

DHT 11		HTC-2		Error (%)	Error (°C)
Suhu (°C)	Kelembaban (%)	Suhu (°C)	Kelembaban (%)		
33	55	33,2	56	1	0,2
34	47	33,5	57	10	0,5
35	44	33,5	57	13	1,5
36	43	34,8	59	16	1,2
36	41	34,4	57	16	1,6
38	40	35	56	16	3
38	39	35,4	57	18	2,6
38	38	36,8	56	18	1,2
38	38	36,2	55	17	1,8
37	39	36,2	55	16	0,7
Rata-rata				14,1	1,43

Dari hasil pengujian sensor DHT 11 yang dibandingkan dengan alat ukur HTC-2 pembanding pada table 4.2. dari hasil tersebut dapat diambil kesimpulan bahwa suhu yang terukur dari DHT 11 mendekati suhu terukur dari HTC2, dengan rata-rata kesalahan $\pm 1,43$. Sedangkan untuk kelembaban relatif semakin tinggi temperatur maka kelembaban ruangan semakin kecil.



Gambar 4.1 Pengujian Sensor DHT 11

4.2 Pengujian Sistem Secara Keseluruhan.

Setelah *Prototype* sistem telemetri selesai, maka, maka dilakukan pengujian terhadap alat tersebut. Pengujian dilakukan untuk mendapatkan data – data hasil pengujian alat dan sekaligus mendapatkan

hasil yang baik dan untuk mengetahui apakah alat sudah sesuai dengan rancangan. Pengujian dilakukan dengan dengan pengiriman data dari unit pengirim ke unit penerima. Model pengujian dengan memberikan variasi jarak yang berbeda - beda antara unit pengirim dengan unit penerima. Pengujian pengiriman data berkondisi garis lurus dan alat berkeadaan statis. Berikut adalah pengujian *indoor* dengan kondisi penghalang dinding. dilakukan tanggal 18 juni 2013 pukul 08.45 WIB.

Tabel 4.2 Pengujian *Indoor* Kondisi Halangan Dinding

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

Dari table 4.1 didapatkan jarak 5 m sampai 50 m data masih bisa terkirim. Dengan waktu yang berbeda – beda. Berikut adalah pengujian *outdoor* dengan kondisi tidak ada kendaraan melintas. Lokasi pengujian dilaksanakan disebuah jalan raya yang lurus. Pelaksanaan pada tanggal 1 juli 2013 pukul 17.15 WIB.

Tabel 4.3 Pengujian *Outdoor* kondisi tidak ada kendaraan melintas

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

Dari table 4.4 didapatkan jarak 50 m sampai 550 m data masih bisa terkirim. Dengan waktu yang berbeda – beda. Berikut adalah pengujian *outdoor* dengan kondisi ada kendaraan melintas. . Lokasi pengujian dilaksanakan disebuah jalan raya yang lurus. Pelaksanaan pada tanggal 18 juni 2013 pukul 08.15.

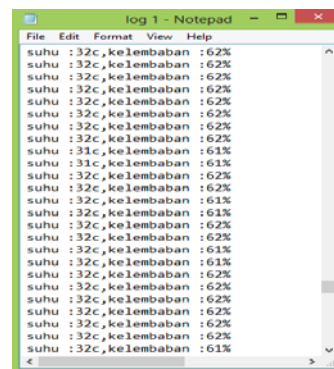
Tabel 4.4 Pengujian *Outdoor* kondisi ada kendaraan melintas

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

Dari table 4.4 didapatkan jarak 50 m sampai 300 m data masih bisa terkirim. Dengan respon yang berbeda – beda.

Pengujian dari fungsi data *logger* dari alat ukur ini dilaksanakan dikamar yang berukuran 3 x 2 m. dimulai dari

tanggal 15 juni 2013 pukul 10.00 WIB sampai 16 juni 2013 pukul 10.00 WIB. *Memory card* yang digunakan memiliki kapasitas 4 GB. Dari hasil penelitian ini dibutuhkan sekitar 9 MB selama 24 jam untuk penyimpanan data. *SD card* 4 GB memiliki nilai kapasitas yang dapat digunakan adalah 3896 MB. Untuk proses penyimpanan data *SD card* mampu meyimpan selama $3896/9 = 432,8$ Sehingga *SD card* mampu menyimpan data selama 432 hari.



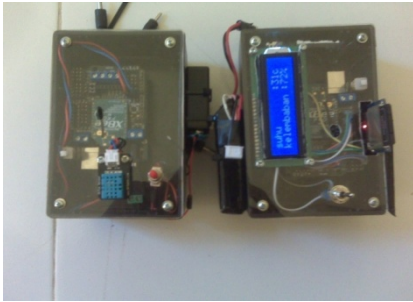
Gambar 4.2 file yang menyimpan data suhu dan kelembaban

4.3 Spesifikasi Alat Ukur

Memiliki jangkauan maksimal *Outdoor* 550 m tidak ada kendaraan dan 300 m ada kendaraan melintas sedangkan *Indoor* halangan berupa dinding dengan jarak 50 m. *Power* menggunakan baterai isi ulang di unit pengirim NIMH 9 VDC, 175mA dan di unit penerima lithium polymer 11 VDC, 1000mA serta bisa juga menggunakan adaptor diatas 7 VDC. Alat ukur ini berdimensi.

Tabel 4.5 Dimensi Alat

Dimensi	Unit Pengirim	Unit Penerima
Panjang	12.5 cm	12.5 cm
Lebar	8.5 cm	8.5 cm
Tinggi	5 cm	5 cm
Berat	200 gr	350 gr



Gambar 4.3 *Prototype* Alat Ukur Telemetry

V. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari penelitian ini dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Secara keseluruhan sudah bekerja dengan baik. Sistem sudah berhasil mengirimkan hasil pengukuran secara *wireless* dengan jangkauan *Indoor* kondisi penghalang dinding dengan jarak maksimal 50 m. *Outdoor* kondisi tidak ada kendaraan dengan jarak maksimal 550 dan kondisi ada kendaraan melintas jarak maksimal 300 m.
2. Sensor DHT 11 sensitif terhadap aliran udara karena, DHT 11 dapat mengukur suhu dan kelembaban terhadap aliran udara yang masuk kesensor.

3. Sistem data *logger* memiliki *Memory card* yang mampu menyimpan data selama 432 hari.

5.2 Saran

1. Pada sistem data *logger* hendaknya menambah RTC (*Real Time Clock*) yaitu penentuan waktu dalam proses penyimpanan data dan diperlukan alat pembanding data *logger* untuk mengetahui keandalan sistem.
2. Menambah jangkauan pengiriman data alat ukur.
3. Perlunya desain *chasing* yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Faludi, Robert., (2011). Building Wireless Sensor Networks. O'Reilly Media, Inc
- Khamdan, Amin ,Bisri., (2012). Rancang Bangun Komunikasi Data *Wireless* Mikrokontroler Menggunakan Modul XBEE ZIGBEE (IEEE 802.15.4). Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Manik, Alit, Wastharini., (2010). Perancangan dan Implementasi Sistem Telemetry Suhu Ruang Berbasis Mikrokontroler. Institut Teknologi Telkom. Bandung.
- Muzakim, Azam., (2011). Telemetry dan Telekontrol Antar Mikrokontroler Menggunakan *Xbee Pro Wireless*. Jurnal ELTEK, Volume 09 Nomor 02.

Winoto Ardi., (2008). Mikrokontroller AVR Atmega8/32/16/8535 dan pemogramannya dengan bahasa C pada win AVR.Informatika. Cirebon.

Withaman, Acta.,(2009). Rancang Bangun Rekam Data Kelembaban Relatif dan Suhu Udara Berbasis Mikrokontroler. Institut Pertanian Bogor. Bogor

www.linkspritedirect.com. diakses hari senin 25 maret 2013.

www.alldatasheet.com. diakses hari kamis 14 maret 2013.

www.arduino.cc. diakses hari kamis 28 maret 2013.

www.geraicerdas.com. diakses hari sabtu 23 maret 2013.

www.sgbotic.com. diakses hari kamis 21 maret 2013.

www.dfrobot.com. diakses hari senin 25 maret 2013.

en.wikipedia.org. diakses hari kamis 28 maret 2013.

www.energizer.com. diakses hari rabu 5 juni 2013.