

PERANCANGAN SISTEM PENGUKURAN TEMPERATUR DAN KELEMBABAN PADA ALAT UJI PENGKONDISIAN UDARA

Untung Aji Tia¹⁾, Agung Nugroho Adi²⁾

Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia^{1,2)}

Jl. Kaliurang km. 14 Sleman Yogyakarta

Telepon (0274) 893287 ekst 147

E-mail : cjekcha@yahoo.com¹⁾, nugroho@fti.uii.ac.id²⁾

Abstrak

Kelembaban dan temperatur merupakan aspek yang sangat berpengaruh pada kenyamanan manusia. Untuk mencapai temperatur dan kelembaban yang diinginkan, maka dibutuhkan alat pengkondisi udara. Saat ini di Laboratorium Konversi Energi Jurusan Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia telah terdapat alat uji pengkondisian udara yang dapat digunakan untuk melakukan percobaan mengenai berbagai macam proses pengkondisian udara. Namun alat ukur temperatur dan kelembaban yang digunakan masih sangat sederhana, yaitu menggunakan sepasang termometer, yang terdiri dari termometer bola kering dan termometer bola basah.

Tujuan dari penelitian ini adalah merancang sistem pengukuran temperatur dan kelembaban yang hasilnya dapat ditampilkan pada PC. Dalam perancangan ini, digunakan sensor temperatur dan kelembaban Sht11, mikrokontroler AtMega8535 sebagai pengolah data dan komputer sebagai penampil data hasil pengukuran. Untuk mengirimkan data dari mikrokontroler menggunakan komunikasi serial asinkron. Dari penelitian ini menghasilkan suatu sistem pengukuran temperatur dan kelembaban yang dapat langsung ditampilkan berupa nilai dan grafik, data percobaan dapat disimpan maupun diolah lebih lanjut menggunakan PC.

Kata Kunci : Kelembaban, temperatur, pengkondisian udara, sensorSht11,mikrokontroler AtMega8535, PC.

LATAR BELAKANG

Udara atmosfer terdiri dari campuran udara kering dan uap air. Udara kering, yang mempunyai jumlah relatif tetap, terdiri dari campuran beberapa macam gas, yaitu Nitrogen (78%) dan Oksigen (21%), beserta sejumlah kecil gas lainnya. Uap air meskipun kecil, bervariasi antara 1 % hingga 3 % massa udara atmosfer, namun sangat berpengaruh pada kenyamanan manusia. Sifat yang menunjukkan banyaknya uap air pada udara atmosfer disebut kelembaban.

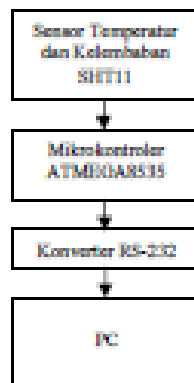
Kelembaban beserta temperatur merupakan sifat udara yang sangat penting dalam proses pengkondisian udara (air conditioning). Pengkondisian udara adalah proses mengkondisikan suatu udara dalam suatu ruang mencapai temperatur, kelembaban, kandungan oksigen dan tingkat kebersihan sesuai dengan yang diinginkan (Ariamandur, 1986). Selain untuk kenyamanan manusia, pengaturan temperatur dan kelembaban juga mempunyai banyak aplikasi di industri, seperti pada pengeringan tembakan dan kayu, industri komponen pesawat, industri elektronika, serta ruang yang berisi komputer.

Saat ini di Laboratorium Konversi Energi Jurusan Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia telah

terdapat alat uji pengkondisian udara yang dapat digunakan untuk melakukan percobaan mengenai berbagai macam proses pengkondisian udara (Anggit, 2005; Denny, 2008). Namun alat ukur temperatur dan kelembaban yang digunakan masih sangat sederhana, yaitu menggunakan sepasang termometer, yang terdiri dari termometer bola kering dan termometer bola basah. Alat ukur tersebut mempunyai kekurangan, antara lain nilai kelembaban tidak dapat terbaca secara langsung, harus menggunakan diagram psikrometri, serta tidak dapat digunakan untuk mengukur kelembaban udara yang diam/tidak bergerak (Tim Laboratorium Konversi Energi UII, 2008). Untuk mengatasi kekurangan tersebut pada penelitian ini dirancang suatu alat ukur digital yang dapat mengukur temperatur dan kelembaban yang dapat ditampilkan hasilnya pada penampil (display) berupa PC (Personal Computer) ataupun LCD (Liquid Crystal Display). Alat ukur digital ini mempunyai kelebihan dibandingkan alat ukur yang telah digunakan selama ini yaitu hasil pengukuran temperatur dan kelembaban dapat langsung ditampilkan dalam bentuk nilai maupun grafik, data percobaan dapat disimpan ataupun diolah lebih lanjut menggunakan PC, serta akurasi pengukuran yang lebih baik.

PERANCANGAN SISTEM PENGUKURAN

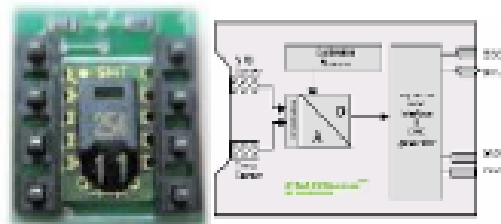
Sistem pengukuran yang akan dibuat terdiri dari beberapa peranti utama, seperti terlihat pada gambar 1. Sebagai sensor temperatur dan kelembaban digunakan modul sensor SHT11. Mikrokontroler ATMEGA8535 digunakan untuk menerima data dari sensor dan secara berkala mengirimkan data ke PC melalui komunikasi serial. Karena level tegangan yang berbeda antara port serial mikrokontroler dan PC maka digunakan MAX232 sebagai konverter tegangan. Pada sistem ini PC dimanfaatkan sebagai pengolah, penampil, serta penyimpanan data.



Gambar 1 Diagram blok sistem pengukuran temperatur dan kelembaban

Modul Sensor SHT11

Sensor adalah suatu elemen mekatronika atau sistem pengukuran yang berfungsi mengubah input variabel fisik menjadi suatu output variabel berupa sinyal yang dapat diproses oleh sistem. Sistem monitoring dan kendali memerlukan sensor untuk mengukur besaran fisik seperti posisi, jarak, gaya, tekanan, suhu, getaran, dan percepatan. (Alciatore dan Michael, 2003).



Gambar 2 Modul sensor SHT11 beserta diagram bloknya.

Pada penelitian ini digunakan modul sensor temperatur dan kelembaban SHT11 yang diproduksi oleh Sensirion (www.sensirion.com). SHT11 merupakan suatu modul yang di dalamnya terdapat sensor temperatur dan kelembaban relatif, pengkondisi sinyal, dan konverter antarmuka serial dalam satu chip. Output modul ini berupa output digital terkalibrasi melalui antarmuka 2-wire.

Tabel 1 Spesifikasi kinerja modul sensor SHT11

Parameter	Conditions	Mn.	Typ.	Max.	Units
Humidity					
Resolution ⁽¹⁾		1.5	0.03	0.03	%RH
		8	12	12	bit
Repeatability			±0.1		%RH
Accuracy ⁽²⁾	linearized	see figure 1			
Uncertainty					
Interchangeability		Fully interchangeable			
Nonlinearity	see data		±3		%RH
	linearized		<<1		%RH
Range		0		100	%RH
Response time	1/τ (63%) steady moving air		4		s
Hysteresis			±1		%RH
Long term stability	typical		< 0.5		%RH/yr
Temperature					
Resolution ⁽¹⁾		0.04	0.01	0.01	°C
		0.07	0.02	0.02	°F
		2	14	14	bit
Repeatability			±0.1		°C
			±0.2		°F
Accuracy		see figure 1			
Range		-40		123.8	°C
		-40		254.9	°F
Response Time	1/τ (63%)	5		30	s

Spesifikasi teknis modul sensor SHT11 adalah sebagai berikut :

Rentang temperatur : -40°C (-40°F) hingga +123,8°C (+254,9°F)

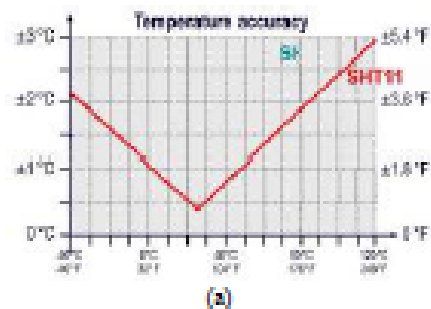
Rentang kelembaban : 0 hingga 100% RH

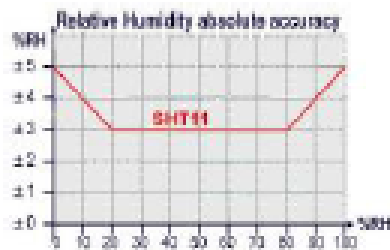
Output : antarmuka serial sinkron 14 bit

Konsumsi arus : 30 µW (tipikal)

Tegangan catu daya 2,4 – 5,5 VDC

Tabel 1 menunjukkan spesifikasi kinerja selengkapanya dari SHT11 sedangkan gambar 3 menunjukkan akurasiya.





Gambar 3 Akurasi SHT11 untuk (a) temperatur (b) kelembaban relatif

Mikrokontroler ATmega8535

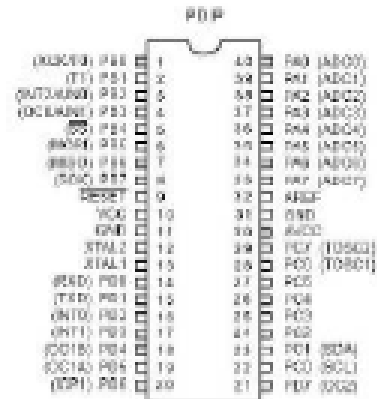
Mikrokontroler pada dasarnya adalah komputer dalam satu chip, yang di dalamnya terdapat mikroprosesor, memori, jalur Input/Output (I/O) dan perangkat pelengkap lainnya (Alciatore dan Hirstand 2003). Meskipun kecepatan dan kapasitas memori pada mikrokontroler jauh lebih kecil jika dibandingkan dengan PC, kemampuan mikrokontroler sudah cukup untuk digunakan pada banyak aplikasi. Sistem yang menggunakan mikrokontroler sering disebut sebagai *embedded system* (sistem tertanam) atau *dedicated system* (sistem yang dimaksudkan hanya untuk suatu fungsi tertentu) (Mazidi dan Mazidi 2000). Penggunaan mikrokontroler antara lain pada Engine Control Unit (ECU) pada mesin mobil, perlengkapan rumah tangga dan perkantoran, serta untuk pengendalian peralatan di industri.

Mikrokontroler ATmega8535 adalah salah satu jenis dari mikrokontroler keluarga AVR 8 bit yang diproduksi oleh Atmel (www.atmel.com). AVR memiliki arsitektur RISC (Reduced Instruction Set Computing), yaitu terdapat pemisahan memori antara kode program dan data. Instruksi pada AVR dikemas dalam kode 16 bit dan sebagian besar instruksi dieksekusi dalam 1 atau 2 clock.

Beberapa fasilitas yang terdapat pada mikrokontroler ATmega8535 antara lain :

- Kapasitas memori flash 8 kB, SRAM (Static Random Access memory) 512 byte, dan EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read Only Memory) 512 byte.
- Saluran I/O sebanyak 32 buah, yang terdiri dari 4 port yaitu Port A, Port B, Port C, dan Port D.
- 8 saluran ADC (Analog to Digital Converter) 10 bit.
- 2 buah pewaktu/pencacah (timer/counter) 8 bit dan 1 buah pewaktu/pencacah 16 bit.
- Unit antarmuka internal dan eksternal.
- Port USART (Universal Synchronous-Asynchronous Receiver Transmitter) untuk komunikasi serial.
- Port antarmuka SPI (Serial Peripheral Interface).
- Komparator analog.
- 4 saluran output PWM (Pulse Width Modulation).
- Komunikasi serial TWI (Two Wire Interface) atau I2C (Inter-Integrated Circuit).

Gambar 4 menunjukkan susunan dan fungsi pin dari mikrokontroler ATmega8535.



Gambar 4 Susunan pin mikrokontroler ATmega8535.

Komunikasi Serial

Pada dasarnya komunikasi serial merupakan pertukaran data yang dilakukan per bit sehingga lebih lambat di bandingkan komunikasi paralel yang mampu mengirim/menerima data secara sekaligus. Namun demikian komunikasi serial mempunyai kelebihan, yaitu mampu bertukar data pada jarak yang lebih jauh dibandingkan pada komunikasi paralel.



Gambar 5 Transmisi simplex dan duplex

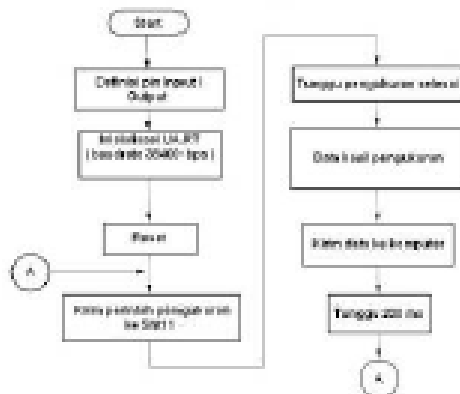
Berdasarkan pengiriman dan penerimaan data, transmisi data dapat dibagi menjadi dua, yaitu transmisi simplex dan duplex (gambar 5). Pada transmisi simplex komunikasi dilakukan satu arah, satu peranti berfungsi sebagai pengirim dan peranti lainnya sebagai penerima. Pada transmisi duplex komunikasi dilakukan dua arah, pada masing-masing peranti terdapat pengirim dan penerima. Transmisi duplex dibagi menjadi dua, yaitu full duplex, dimana data dapat dikirim dan diterima secara bersamaan, serta half duplex, dimana data hanya dapat dikirim atau diterima saja pada waktu bersamaan.

Terdapat dua metode yang dapat digunakan pada komunikasi serial, yaitu sinkron dan asinkron. Pada metode sinkron, selain jalur data terdapat satu jalur tambahan yang dipergunakan sebagai clock untuk mengkoordinasikan proses pengiriman/penerimaan data. Pada metode asinkron clock dibangkitkan secara terpisah pada masing-masing pengirim dan penerima. Pada perancangan ini komunikasi serial sinkron digunakan untuk komunikasi antara modul sensor

SHT11 dengan mikrokontroler sedangkan komunikasi serial asinkron digunakan antara mikrokontroler dan PC.

Pemrograman

Pada penelitian ini terdapat dua buah bahasa pemrograman, yaitu Code Vision AVR untuk pemrograman mikrokontroler dan Borland Delphi untuk pemrograman pada PC.



Gambar 6 Diagram alir pemrograman mikrokontroler menggunakan Code Vision AVR.

Gambar 6 menunjukkan diagram alir pemrograman mikrokontroler. Program diawali dengan inialisasi definisi I/O serta penentuan kecepatan komunikasi serial dan direset dengan reset. Mikrokontroler selanjutnya mengirimkan perintah pengukuran ke SHT11 dan menunggu hingga sensor selesai melakukan pengukuran. Kemudian mikrokontroler menerima data hasil pengukuran yang dikirimkan sensor. Langkah pengukuran ini dilakukan dua kali masing-masing untuk pengukuran kelembaban dan temperatur. Setelah itu mikrokontroler akan mengirimkan data ke PC.

Antarmuka (interfacing) merupakan suatu cara menghubungkan komputer dengan piranti lain di luar komputer (Romy dan Joseph, 2007). PC dapat dimanfaatkan sebagai pusat kendali untuk mengendalikan dan berkomunikasi piranti eksternal dengan memanfaatkan parallel port atau dahulu dikenal sebagai printer port dan serial port atau sering disebut sebagai COM port.

Borland Delphi adalah sebuah bahasa pemrograman yang ditulis dan dikembangkan oleh perusahaan perangkat lunak Borland Corporation. Delphi dirancang untuk beroperasi pada bidang operasi Microsoft Windows. Bahasa pengembangan yang dipergunakan adalah Turbo Pascal. Turbo Pascal mempunyai kelebihan dalam kecepatan eksekusi dan kompilasi. Integrated Development Environment (IDE) yang ditrapakan oleh Turbo Pascal sangat memudahkan pemrogram untuk dapat merealisasikan program aplikasi yang telah dirancang. Dengan IDE seorang pemrogram dapat dengan cepat dan mudah

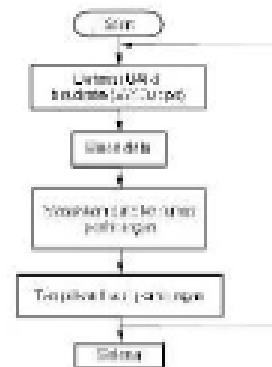
menulis kode program, melakukan kompilasi, melihat kesalahan (error) program, serta langsung melihat kesalahan dan memperbaiki kesalahan tersebut. Ada beberapa keuntungan yang diperoleh dari penggunaan Delphi dalam perancangan aplikasi, antara lain :

Pemrograman aplikasi yang cepat, sederhana dan mudah.

Banyak dukungan untuk pengembangan kemampuan aplikasi dan kemampuan para programmer Delphi.

Delphi mempunyai kompatibilitas yang baik antara versi yang lama dengan versi terbarunya.

Aplikasi yang dirancang dengan Delphi sangat bervariasi, misalnya aplikasi matematis, pengolah kata, komputer grafis, multimedia dan sebagainya. Jenis aplikasi yang lebih aplikatif misalnya pemrograman basis data, pemrograman web, dan aplikasi pengendalian.

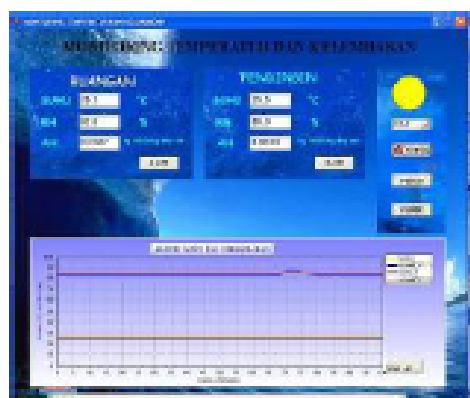


Gambar 7 Diagram alir pemrograman PC menggunakan Borland Delphi.

Gambar 7 menunjukkan diagram alir pemrograman PC menggunakan Borland Delphi. Program diawali dengan inialisasi untuk menentukan kecepatan komunikasi serial. Selanjutnya dilakukan pembacaan data yang dikirim oleh mikrokontroler melalui port serial, yang dilanjutkan dengan perhitungan untuk memperoleh data temperatur dan kelembaban serta dilanjutkan dengan menampilkan hasil perhitungan pada layar PC.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari perancangan ini dihasilkan alat ukur temperatur, kelembaban relatif, dan kelembaban absolut yang nilai dan grafiknya dapat langsung ditampilkan dalam bentuk nilai maupun grafik, data percobaan dapat disimpan atapun dapat diolah lebih lanjut menggunakan PC, serta akurasi pengukuran yang lebih baik. Alat ukur tersebut dilengkapi dengan dua buah sensor Sht11, sehingga mampu mengukur temperatur, kelembaban relatif dan kelembaban absolut pada dua ruangan yang berbeda. Gambar 8 menunjukkan tampilan program yang telah dibuat sedangkan gambar 9 menampilkan hasil perancangan secara keseluruhan.



Gambar 8 Tampilan program dengan grafik temperatur dan kelembaban relatif.



Gambar 9 Rancangan alat ukur secara keseluruhan.

Pada penelitian ini telah dilakukan tahap pengujian. Pengujian ini dilakukan dengan membandingkan hasil pengukuran antara alat ukur temperatur dan kelembaban yang telah dibuat dengan *hygrometer* digital buatan *Dekko* seri 642 dengan resolusi temperatur 0.1 °C dan kelembaban 1% (gambar 10). Pengujian ini bukan merupakan proses kalibrasi, dikarenakan *output* sensor *Sht11* berupa sinyal digital dan sudah terkalibrasi (www.sensiron.com). Pengujian dilakukan pada alat uji pengkondisian udara yang memiliki empat ruang yaitu ruang dengan temperatur ruangan (27°C-29°C), ruang pendingin, ruang pemanas (*heater*), dan ruang *water sprayer*. Pengujian ini dilakukan pada masing-masing ruang.



Gambar 10 Hygrometer digital dekho-642

Pengujian dilaksanakan pada tiap ruang alat uji pengkondisian udara secara bergantian (gambar 11). Pada pengujian pertama, sensor *Sht11* dan *hygrometer* digital dipasang pada ruangan dengan temperatur 27°C-29°C. Pada pengujian kedua, sensor *Sht11* dan *hygrometer* digital dipasang pada ruang pendingin. Pada pengujian ketiga, sensor *Sht11* dan *hygrometer* digital dipasang pada ruang pemanas. Dan pada pengujian keempat, sensor *Sht11* dan *hygrometer* digital dipasang pada ruang *water sprayer*.



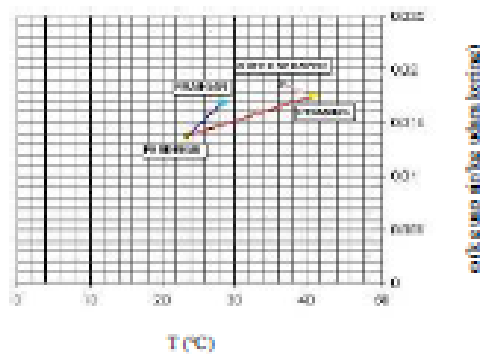
Gambar 11 Pengujian alat ukur pada alat uji pengkondisian udara.

Dari pengujian di tiap ruang pada alat uji pengkondisi udara, dapat dianalisa untuk mengetahui proses yang terjadi. Hasil pengukuran pada tiap ruang sebagai berikut :

1. Hasil pengukuran sensor 1 pada tabel 2 dan gambar 12.

Tabel 2 Hasil pengukuran pada tiap ruang menggunakan sensor 1

Ruang	T (°C)	Rh (%)	ω (kg/kg)
Temperatur 27°C-29°C	28,41	67,73	0,01683
Pendingin	23,49	73,60	0,01370
Heater	41,01	35,18	0,01753
Water Sprayer	36,56	47,35	0,01865

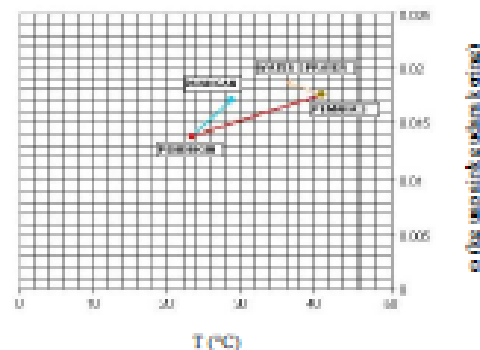


Gambar 12 Grafik psikrometri hasil pengukuran sensor 1.

2. Hasil pengukuran sensor 2 pada tabel 3 dan gambar 13.

Tabel 4.6 Hasil pengukuran rata-rata pada tiap ruang menggunakan sensor 2

Ruang	T (°C)	Rh (%)	ω (kg/kg)
Temperatur 27°C-29°C	28,70	67,61	0,01708
Pendingin	23,48	74,81	0,01378
Heater	41,00	35,36	0,01763
Water Sprayer	36,37	47,21	0,01864

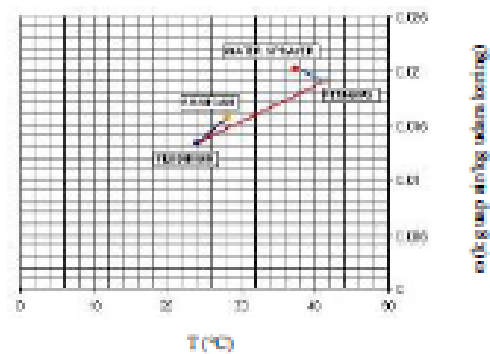


Gambar 13 Grafik psikrometri hasil pengukuran sensor 2

3. Hasil pengukuran higrometer dakko-642 pada tabel 4 dan gambar 14.

Tabel 4 Hasil pengukuran pada tiap ruang menggunakan higrometer dakko-642

Ruang	T (°C)	Rh (%)	ω (kg/kg)
Temperatur 27°C-29°C	28,02	67,70	0,015664
Pendingin	23,86	73,58	0,01332
Heater	41,38	35,12	0,01906
Water Sprayer	37,32	47,32	0,02010



Gambar 14 Grafik psikrometri hasil pengukuran hygrometer dakko-642.

Dari grafik psikrometri menunjukkan bahwa pada ruang pendingin terjadi proses pendinginan dan pengurangan kelembaban (*cooling and dehumidifying*). Pada ruang pemanas terjadi proses pemanasan dan penambahan kelembaban (*heating and humidifying*). Dan pada ruang *water sprayer* terjadi proses pendinginan dan penambahan kelembaban. Menurut teori seharusnya proses yang terjadi pada ruang pemanas adalah pemanasan sensibel dimana kelembaban absolut tidak mengalami perubahan. Dikarenakan tidak adanya sekat antara ruang pendingin dan ruang pemanas, mengakibatkan uap air dari ruang pendingin mengalir ke ruang pemanas sehingga pada ruang pemanas mengalami penambahan kelembaban. Berdasarkan analisa pada data yang dihasilkan, melalui tes Fisher kesamaan harga rata-rata $t < t_{975}$, sehingga hasil pengukuran antara kedua sensor Still dengan *hygrometer dakko-642* datanya dapat dianggap seragam.

PENUTUP

Dari penelitian ini dihasilkan suatu alat ukur digital, yang berfungsi sebagai pengukur temperatur, kelembaban relatif dan kelembaban absolut yang nilai dan grafik hasil pengukurannya dapat ditampilkan dan disimpan pada PC. Alat ukur yang dihasilkan mempunyai resolusi sesuai dengan *datasheet*, yaitu 0,01°C untuk temperatur dan 0,03% untuk kelembaban relatif. Berdasarkan dari pengujian, menunjukkan alat ini secara keseluruhan bekerja dengan baik. Hasil dari pengukuran menjadi lebih teliti dan data hasil pengukuran tertata dan terpusat karena data tersebut tersimpan dalam PC.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Agus Bejo (2008). C & AVR, Rahasia Kemudahan Bahasa C dalam Mikrokontroler Atmega8535. Graha Ilmu, Yogyakarta.
- [2] Alciatore, D. G. dan Hirstand, M. E. (2003). *Introduction to Mechatronics and Measurement System* (Edisi 2). McGraw-Hill, Inc.

- [3] Anggit Nugroho (2004).Perancangan dan Pembuatan Saluran Pengkondisian Udara Tugas Akhir Tidak Dipublikasikan, Jurusan Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- [4] Anonim (2003), Datasheet Atmega8535. Atmel, Diakses pada 5 Maret 2004 dari www.atmel.com.
- [5] Anonim (2005), Datasheet SHT1x/SHT7x Humidity & Temperature Sensor. Sensirion Co, Diakses pada 25 Agustus 2005 dari www.sensirion.com.
- [6] Cengel, Yunus A. & Boles, Michael A (2003). *Thermodynamics, An Engineering Approach*. McGraw-Hill Book Company.
- [7] Denny Eka Putra (2008).Perancangan dan Pembuatan Mesin Refrigerasi untuk Saluran Pengkondisian Udara. Tugas Akhir Tidak Dipublikasikan, Jurusan Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- [8] Mazidi, Muhammad & Mazidi, Janice, (2000). *The 8051 Microcontroller and Embedded Systems*. Prentice Hall.
- [9] Romy Bradhi Widodo & Joseph Dedy Irawan (2007). *Interfacing Parallel & Serial Menggunakan Delphi*. Graha Ilmu, Yogyakarta.
- [10] Srivastava, A. C. (2006). *Teknik Instrumentasi* (diterjemahkan oleh Sutanto). Penerbit Universitas Indonesia (UI-Press), Jakarta.
- [11] Tim Laboratorium Konversi Energi. (2008). *Penunjuk Praktikum Fenomena Dasar Mesin*. Tidak diterbitkan, Laboratorium Konversi Energi UII, Yogyakarta.
- [12] Wiranto Ariumnandar & Heizo Sato(1980). *Pengawasan Udara*. Pradnya Paramita, Jakarta.