

RANCANG BANGUN SISTEM SENSOR DAN TRANSDUSER BERBASIS MIKROKONTROLER UNTUK STUDI EKSPERIMENTAL PEMANTAUAN DAN PENGUKURAN BESARAN FISIS

Arief Goeritno¹, Dwi Jatmiko Nugroho², Rakhmad Yatim³

¹Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Ibn Khaldun Bogor

arief.goeritno@ft.uika-bogor.ac.id

²PT Tirta Fresindo Jaya Jatmikodwi72@yahoo.com

³Pusat Teknologi Satelit – LAPAN kossidi@yahoo.com

Abstract. *A detailed engineering of the sensor-transducer system based on microcontroller for experimental study to monitoring and measuring against the amount of physic through steps: (a) integrating the sensor-transducer system to the microcontroller system, (b) programming the microcontroller to operating the actuator system, and (c) verification test against the program in the microcontroller. Integration of the sensor-transducer system to the microcontroller system, namely providing of five prime pins in the microcontroller for the lines of input and output. Five prime pins were connected to: (i) power supply 12 volt dc, (ii) SHT11 sensor, (iii) LCD 2x16, (iv) downloader, and (v) output. Based on connection of the sensor-transducer system to microcontroller system has obtained the addressing command of "0000011" for measuring the temperature and addressing command of "0000101" for measuring the relative humidity. Using the Basic Compiler (Bascom) language to programming against the microcontroller with two targets, namely the conditioning of temperature and relative humidity. The verification test against the program for the achievement of target have been done. Target of the temperature are 23 °C (lower target) and 25 °C (upper target), where (i) if the temperature was smaller than the lower target, then the lamps was energized and handy cooler in the off situation; (ii) if the temperature higher than upper target, then the lamp was un-energized and handy cooler in the on situation; and (iii) if the temperature can be achieved according to the lower and upper target, then the lamp was un-energized and handy cooler in the off situation. Target of humidity was 43% (lower target) and 45% (upper target), where (i) if humidity is smaller than the lower*

target, then blower fan in the off situation and (ii) if the humidity is higher than upper target, than blower fan in the on situation.

Key words: *bascom language, a microcontroller, the sensor-transducer, temperature and relative humidity.*

1. LATAR BELAKANG

Besaran adalah segala sesuatu yang dapat diukur, dihitung, dan memiliki nilai dan satuan. Dua besaran fisis, yaitu suhu (*temperature*) dan kelembaban relatif (*relative humidity, %RH*) menjadi besaran yang penting dan harus dapat dilakukan pemantauan dan pengukurannya [1-9]. Sistem sensor-transduser untuk keperluan pemantau dan pengukuran suhu dan kelembaban relatif, adalah sensor SHT11 [1-9]. Sensor SHT11 berupa *chip* tunggal dengan keluaran digital terkalibrasi melalui antarmuka serial dua kawat (*2-wire serial interface*) yang mudah dihubungkan ke mikrokontroler [1-9], sehingga sangat hemat terhadap jalur masukan/keluaran (*I/O*) mikrokontroler [10-11]. Kisaran pengukuran dari 0-100% *RH* dengan akurasi absolut $\pm 3\%$ pada saat pengukuran kelembaban 20%-80% [1-9], sedangkan akurasi pengukuran suhu $\pm 0,4^{\circ}\text{C}$ pada suhu 25°C [1-9]. Beberapa karakteristik SHT11 yang lain, yaitu mempunyai stabilitas jangka panjang yang sempurna, konsumsi daya sangat rendah (sekitar 30 mikrowatt),

tidak memerlukan peranti luar tambahan, kemudahan dalam pemasangan, berukuran kecil, dan mudah dipasang atau dihubungkan [1-9].

Untuk kondisi dimana perubahan suhu dan kelembaban relatif berpengaruh terhadap kinerja suatu peranti atau berpengaruh terhadap suatu produk yang telah dihasilkan sebelum didistribusikan dan perlu penyimpanan atau berpengaruh terhadap suatu proses untuk suatu produk tertentu, maka diperlukan pengkondisian suhu dan kelembaban [6-7]. Nilai suhu dan kelembaban relatif dirasakan oleh sistem sensor dan diubah besarnya oleh transduser [1-9] yang dapat terukur dan ditampilkan dengan bantuan mikrokontroler [10-11], sehingga mikrokontroler berfungsi sebagai pusat pengontrol sistem [10-11]. Fungsi mikrokontroler tersebut dapat optimal, jika pada mikrokontroler telah ditanamkan program dengan bahasa tertentu yang dibuat terlebih dahulu. Salah satu bahasa program untuk mikrokontroler, adalah bahasa *BasCom* [12-14].

2. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

2.1 Tujuan Penelitian

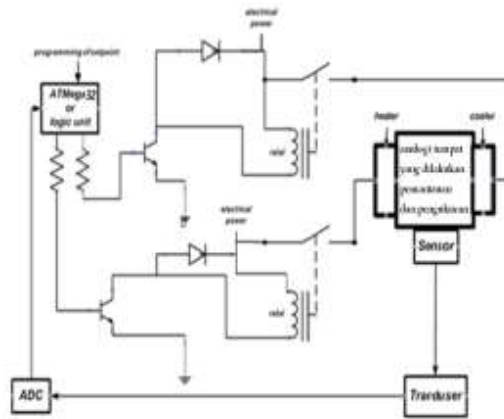
Berdasarkan uraian latar belakang, perlu dilakukan penelitian tentang rancang bangun dan implementasi sistem sensor-transduser untuk pemantauan dan pengukuran suhu dan kelembaban relatif berbasis mikrokontroler, melalui tujuan penelitian, yaitu: (a) pengintegrasian sistem sensor-transduser SHT11 [1-9] ke mikrokontroler ATmega32 [10-11] berbantuan program aplikasi *EAGLE* [15-18], (b) pemrograman terhadap mikrokontroler untuk pengoperasian aktuator, dan (c) uji verifikasi terhadap program pada mikrokontroler berbantuan program aplikasi *Proteus* [19-21].

2.2 Manfaat Penelitian

Setelah diperoleh tujuan penelitian, maka didapatkan manfaat penelitian, yaitu hasil pengint pengintegrasian sistem sensor-transduser SHT11 ke mikrokontroler ATmega32, pemrograman terhadap mikrokontroler untuk pengoperasian aktuator, dan uji verifikasi terhadap program pada mikrokontroler akan dijadikan acuan untuk pelaksanaan uji validasi pada pengkondisian suhu dan kelembaban relatif dengan studi kasus analogi ruang komputer *server*.

3 PERUMUSAN MASLAH

Dalam rancang bangun dan implementasi sistem sensor-transduser untuk pemantauan dan pengukuran suhu dan kelembaban relatif berbasis mikrokontroler mutlak dilakukan pembuatan program pada mikrokontroler untuk pendeteksian suhu dan kelembaban yang didasarkan kepada SCK dan DATA yang telah tersedia paada sistem sensor-transduser SHT11. SCK dan DATA harus disetel atau *reset* sesuai dengan diagram yang terdapat pada *datasheet* sistem sensor-transduser SHT11 [1-9]. Berdasarkan uraian tersebut, maka dibuat rancangan system sensor-transduser berbantuan mikrokontroler ATmega32 [10-11]. Pemilihan terhadap mikrokontroler ATmega32 didasarkan kepada kelebihan dari ATmega32 [10-11], yaitu memori (*Randaom Access Memory, RAM*) sebesar 32 *kilobyte* dan jumlah *port* lebih banyak dibandingkan seri sebelumnya. Sebelum dilakukan perancangan sistem, terlebih dahulu dilakukan pembuatan diagram blok sistem pemantauan dan pengukuran [22-24]. Diagram skematis sistem pemantauan dan pengukuran suhu dan kelembaban berbantuan sensor SHT11 dan mikrokontroler ATmega32, seperti ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram skematis sistem pemantauan dan pengukuran suhu dan kelembaban berbantuan sensor SHT11 dan mikrokontroler ATmega32

4 KAJIAN PUSTAKA

Untuk keperluan dukungan kepada pelaksanaan penelitian, diperlukan bahan pustaka penelitian berupa: (i) sensor suhu dan kelembaban relative [1-9], (ii) *chip AVR ATmega32* [10-11], dan (iii) beberapa program aplikasi: *Eagle* [15-18], *Bascom-AVR* [12-14], dan *Proteus* [19-21].

4.1 Sensor Suhu dan Kelembaban Relatif

Kenyamanan termal merupakan salah satu unsur kenyamanan yang sangat penting, karena menyangkut kondisi suhu ruangan yang nyaman. Untuk kondisi dimana manusia merasakan panas atau dingin merupakan

wujud dari sensor perasa pada kulit terhadap stimulus suhu di sekitarnya. Sensor perasa berperan menyampaikan informasi rangsangan kepada otak, dimana otak akan memberikan perintah kepada bagian-bagian tubuh tertentu, agar diantisipasi untuk mempertahankan suhu sekitar 37°C [25]. Kelembaban adalah konsentrasi uap air di udara. Angka konsentasi tersebut diekspresikan dalam kelembaban absolut, kelembaban spesifik, atau kelembaban relatif. Alat untuk mengukur kelembaban disebut higrometer.

sebuah humidistat digunakan untuk mengatur tingkat kelembapan udara dalam sebuah bangunan. Kelembaban relatif yang merupakan ukuran bagi kemampuan udara pada suhu yang ada untuk menyerap uap lebih lanjut. Kelembaban relatif diukur [26] dengan menghembuskan udara pada 2 buah termometer, salah satu diantaranya dibungkus dengan kain basah (bola basah) dan lainnya kering (bola kering).

Sensor adalah alat untuk pendeteksian/pengukuran sesuatu, yaitu digunakan untuk pengubahan variasi mekanis, magnetis, panas, sinar, dan/atau kimia menjadi tegangan atau arus listrik. Dalam lingkungan sistem pengontrolan dan robotika, sensor memberikan kesamaan yang menyerupai mata, pendengaran, hidung, dan/atau lidah

yang kemudian akan diolah oleh kontroler sebagai otaknya. Sensor dalam teknik pengukuran dan pengontrolan secara elektronik berfungsi mengubah besaran fisik (misalnya: temperatur, gaya, kecepatan putaran) menjadi besaran listrik yang proposional. Modul sensor SHT11 merupakan sensor produksi Sensirion Corp. di Zurich, Switzerland [1-9], telah dipasarkan sejak Februari 2002 dan telah diakui sebagai sensor yang sangat andal. Penggunaan sensor SHT11 telah merambah diberbagai bidang, terutama pada sistem *heating, ventilating, and air conditioning (HVAC)*, bidang otomotif, proses pembuatan barang-barang untuk kebutuhan manusia (*consumer goods*), peralatan pada stasiun cuaca, alat untuk menjaga uap air dalam ruang (*humidifiers*), alat untuk menghilangkan kandungan uap air dari udara (*dehumidifiers*), bidang tes dan pengukuran, sistem otomatisasi, implementasi di produksi *white goods* (seperti lemari pendingin dan mesin pencuci), dan bidang proses produksi obat-obatan [6,7].

4.2 *Chip Alf and Vegard's RISC Processor (AVR) ATmega32*[10]

Mikrokontroler adalah sebuah *chip* yang berfungsi sebagai pengontrol rangkaian elektronik dan umumnya dapat menyimpan

program di dalamnya. Mikrokontroler umumnya terdiri atas *Central Processing Unit (CPU)*, memori, *I/O* tertentu dan unit pendukung, seperti konverter analog ke digital (*Analog-to-Digital Converter, ADC*) yang sudah terintegrasi di dalamnya. Kelebihan utama dari mikrokontroler, adalah ketersediaan *Random Access Memory (RAM)* dan peralatan masukan/keluaran (*input/output, I/O*) pendukung, sehingga ukuran *board* mikrokontroler menjadi sangat ringkas. Selain hal tersebut, pada mikrokontroler tersedia fasilitas tambahan untuk pengembangan memori dan *I/O* yang disesuaikan dengan kebutuhan sistem, mikrokontroler mudah diperoleh di pasaran, dan harga mikrokontroler menjadi lebih murah.

Chip AVR ATmega32, adalah *chip* mikrokontroler generasi AVR dari keluarga ATmega dengan memiliki fasilitas lengkap berarsitektur *Reduced Instruction Set Computing (RISC)* 8-bit yang berdaya rendah (*low-power*), *CPU* terdiri atas 32 buah *register*, semua instruksi dikemas dalam kode 16-bit (16-bit *word*), dan sebagian dieksekusi dalam 1 (satu) siklus *clock*. Mikrokontroler ATmega32 merupakan mikrokontroler produksi dari ATMEL, memiliki *clock* dan kerja tinggi sampai 16 Megahertz, ukuran *flash memory* 32 kilobyte, *Electrical Erasable Programmable Read Only Memory*

(EEPROM) 1024 byte, kapasitas Static Random Access Memory (SRAM) sebesar 2 kilobyte, terdapat 8 channel 10-bit ADC pada salah satu port-nya, terdapat 32 pin pada port I/O (port-A, port-B, port-C, dan port-D) yang sangat memadai untuk berinteraksi dengan LCD dan keypad, unit interupsi internal dan eksternal, port untuk Universal Synchronous Asynchronous Receiver Transmitter (USART) guna komunikasi serial, programmable Serial USART, dan watchdog timer dengan osilator internal.

4.3 Program Aplikasi

4.3.1 Eagle

Kebutuhan pada proyek pembuatan sistem berbasis elektronika tidak dapat dilepaskan dari pembuatan papan tercetak (*printed circuit board*, PCB). Untuk keperluan pembuatan PCB perlu bantuan sebuah program aplikasi komputer. Salah satu program aplikasi untuk keperluan pembuatan PCB, adalah EAGLE. Program aplikasi EAGLE [18] digunakan dengan pentahapan: (i) rancangan dan prototipe, (ii) cakupan skematis, (iii) tata letak fisis komponen elektronika, (iv) pembuatan dan pengetesan, dan (v) finalisasi dan dokumentasi.

4.3.2 Basic Compiler

Secara umum bahasa pemrograman mikrokontroller adalah bahasa tingkat rendah, yaitu bahasa assembler. Setiap mikrokontroller memiliki bahasa pemrograman yang berbeda-beda. Keterbatasan user dalam penggunaan bahasa assembler, maka mulai dikembangkan suatu bahasa compiler atau perangkat lunak untuk bahasa tingkat tinggi. Untuk keluarga ATmega atau mikrokontroller AVR bahasa tingkat tinggi yang banyak dikembangkan antara lain Basic, Pascal, dan Bahasa C. Dalam melakukan pemrograman banyak software yang dapat digunakan, seperti Studio-4 dan BASCOM-AVR [12-14]. Kelebihan program Bascom dibanding dengan bahasa pemrograman lain, adalah: (i) merupakan bahasa tingkat tinggi, (ii) user friendly, (iii) logika yang digunakan lebih mudah dari bahasa tingkat tinggi yang lain, dan (iv) library command yang dimiliki lebih banyak.

4.3.3 Proteus

Proteus [19-21] dikembangkan oleh Labcenter Electronics, adalah sebuah perangkat lunak yang user friendly dengan kemudahan dalam pembuatan diagram skematis untuk rangkaian elektronika, pengembangan papan tercetak (*printed circuit*

board, *PCB*), dan pensimulasian mikroprosesor.

5 METODE PENELITIAN

Metode penelitian adalah tahapan yang dilakukan untuk perolehan setiap tujuan penelitian.

5.1 Pengintegrasian Sistem Sensor-transduser ke Sistem Mikrokontroler

Tahapam pengintegrasian, adalah: (a) pengawatan sistem sensor-transduser ke sistem mikrokontroler berbantuan program aplikasi *EAGLE* [15-18] , (b) pembuatan *board* untuk tata letak komponen pada sistem mikrokontroler ATmega32 [10-11], dan (c) pengawatan antara sistem sensor-transduser, sistem mikrokontroler, penampil, dan rangkaian pengoperasian aktuator

5.2 Pemrograman Mikrokontroler Untuk Pengoperasian Aktuator

Tahapan untuk pemrograman, adalah: (a) pembuatan diagram alir (algoritma) dan (b) penulisan sintaks.

5.3 Uji Verifikasi Terhadap Program pada Mikrokontroler

Tahapan uji verifikasi terhadap program berbasis bahasa *BasCom* [12-14] yang telah dibuat ke dalam program aplikasi *Proteus* [19-

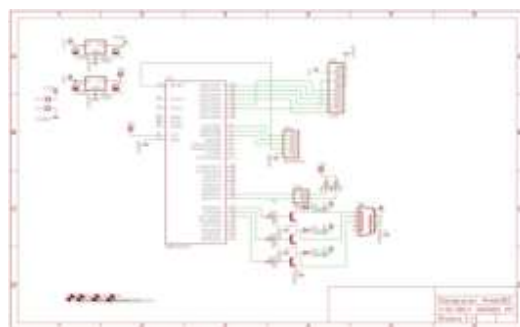
21] untuk mengetahui kestabilan kondisi suhu dan kelembaban relatif.

6 HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

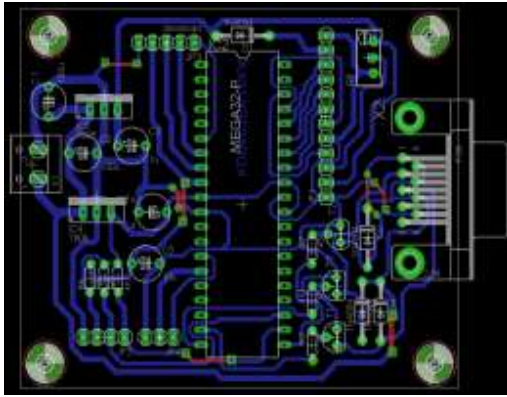
Berdasarkan tujuan penellitian, maka diuraikan hasil dan bahasan yang meliputi integrasi sistem sensor-transduser ke sistem mikrokontroler, pemrograman untuk mikrokontroler ATmega32, dan uji verifikasi.

6.1 Integrasi Sistem Sensor-Transduser ke Sistem Mikrokontroler

Integrasi berupa pembuatan diagram skematis rangkaian sistem mikrokontroler, pembuatan *board* untuk tata letak komponen sistem, pengawatan antara sensor dan sistem mikrokontroler, dan penempatan sensor ke mikrokontroler. Diagram skematis rangkaian terintegrasi pada sistem mikrokontroler, seperti ditunjukkan pada Gambar 2.

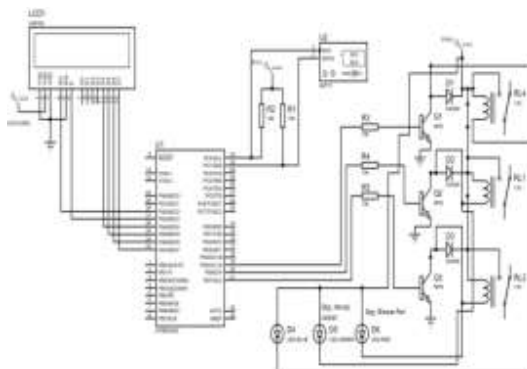


Gambar 2 Diagram skematis rangkaian terintegrasi pada sistem mikrokontroler



Gambar 3 Diagram skematis *board* untuk tata letak komponen sistem

Berdasarkan Gambar 3, dilakukan pengawatan antara sistem sensor-transduser, sistem mikrokontroler, penampil, dan rangkaian pengoperasian aktuator. Diagram skematis pengawatan antara sistem sensor-transduser, sistem mikrokontroler, penampil, dan rangkaian pengoperasian aktuator, seperti ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4 Diagram skematis antara sistem sensor-transduser, sistem mikrokontroler, penampil, dan rangkaian pengoperasian aktuator

Berdasarkan Gambar 4 ditunjukkan, bahwa penampil berupa *LCD 2x16* dan rangkaian pengoperasian aktuator digunakan untuk pengoperasian *blower fan*, *handy cooler*, dan lampu.

Pengoperasian sensor saat pengukuran suhu dan kelembaban relatif, digunakan sumber tegangan 5 Vdc dan komunikasi *bidirectional 2-wire*. Sensor mempunyai satu jalur data yang digunakan untuk perintah pengalamatan, pengambilan, dan pengiriman data. Pengambilan data untuk masing-masing pengukuran dilakukan dengan pemberian perintah pengalamatan oleh mikrokontroler. Keluaran sistem sensor-transduser berupa data nilai suhu dan kelembaban relatif pada *pin* data yang dilakukan secara bergantian sesuai dengan *clock* yang diberikan mikrokontroler, agar sensor dapat beroperasi dengan teratur. Pemanfaatan *pin* pada modul sistem sensor-transduser SHT11 hanya 4 dari 8 *pin* yang tersedia, dimana masing-masing digunakan untuk data (*pin-1*), *clock* (*pin-3*), *ground* (*pin-4*), dan catu daya +5 Vdc (*pin-8*).

Port mikrokontroler yang digunakan untuk sistem sensor SHT11, yaitu *port-C* (PC). PC0 digunakan untuk pembacaan dan penulisan data dari dan ke modul SHT11, sedangkan PC1 digunakan untuk menghasilkan pulsa (*clock*) untuk sinkronisasi

proses komunikasi 2-wire. Pengukuran suhu (*temperature*) dan kelembaban relatif secara teknis sama, tetapi memiliki perbedaan yang terletak pada nilai *byte* dalam permintaan pengukuran, yaitu “00000011” untuk pengukuran suhu dan “00000101” untuk pengukuran kelembaban relatif. Lima *port* utama pada board mikrokontroler ATmega32 yang digunakan, adalah untuk: (i) catu daya 12 Vdc pada ATmega32 melalui dua *integrated circuit (IC)* regulator 7805, (ii) sistem sensor SHT11, (iii) *LCD* 2x16, (iv) *downloader*, dan (v) keluaran. Keluaran mikrokontroler ATmega32 terhubung ke transistor 9013 dan relai elektromekanik. Transistor 9013 sebagai switching untuk pemberian pasokan energi ke koil relai elektromekanik. Untuk kondisi dimana suhu sudah mencapai target tertentu, maka keluaran ATmega32 yang sudah dipilih atau disetel akan memberikan tegangan 5 Vdc ke basis transistor. Relai elektromekanik digunakan untuk mekanisme pemutus dan penghubung catu daya ke aktuator untuk pengoperasian blower fan, handy cooler, dan lampu. Penggunaan relai elektromekanik didasarkan kepada kebutuhan nilai arus yang diinginkan untuk pengoperasian alat yang dikontrol.

6.2 Pemrograman Mikrokontroler Untuk Pengoperasian Sistem Aktuator

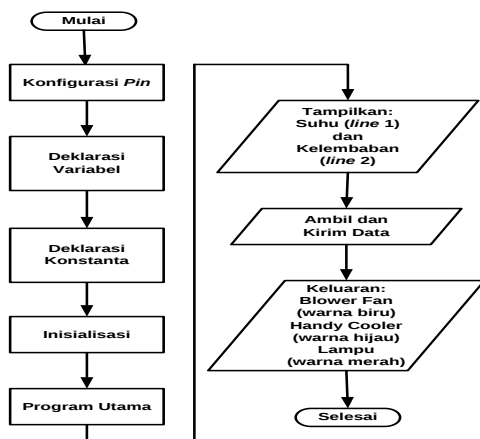
Pembacaan suhu dimulai dengan pengiriman sinyal start untuk memulai komunikasi serial 2-wire. Program akan mengirimkan 00000011 ke SHT11 yang merupakan perintah untuk memulai pengukuran suhu dan 00000101 untuk pengukuran kelembaban. Program perintah terhadap modul SHT11 untuk pelaksanaan pengukuran suhu dan kelembaban relatif dan pembacaan hasil pengukuran seperti ditunjukkan pada LAMPIRAN 1. Nilai suhu dan kelembaban relatif dapat dihasilkan dengan pengkonversian terlebih dahulu terhadap data hasil pembacaan SHT11 sebelum ditampilkan di *LCD* 2x16. Pengkonversian data hasil pembacaan sistem sensor-transduser SHT11 sebelum ditampilkan, seperti ditunjukkan pada Gambar 5.

Keterangan: **DataRead***, adalah data hasil pembacaan sistem sensor SHT11

$$\begin{aligned} \%RH &= (\text{DataRead*} \times 0.0405) - (\text{DataRead*} \times \\ &\quad \text{DataRead*} \times 0.0000028) - 4 \\ \text{Temp.} &= (\text{DataRead*} - 4000)/100 \end{aligned}$$

Gambar 5 Pengkonversian data hasil pembacaan sistem sensor SHT11 sebelum ditampilkan

Pemrograman terhadap mikrokontroler ATmega32 untuk pengoperasian sistem pengkondisian suhu dan kelembaban relatif digunakan *BasCom (Basic Compiler)*. Fungsi utama *BasCom*, sebagai peng-*comfile* kode program menjadi hexa-desimal (bahasa mesin). Diagram alir pemrograman mikrokontroler ATmega32 secara keseluruhan, seperti ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6 Diagram alir pemrograman terhadap mikrokontroler ATmega32 secara keseluruhan

Berdasarkan Gambar 7 ditunjukkan, bahwa diagram alir untuk pemrograman mikrokontroler ATmega32 terdiri atas sejumlah tahapan, yaitu: (i) konfigurasi pin, (ii) deklarasi variabel (peubah), (iii) deklarasi konstanta (tetapan), (iv) inisialisasi, (v) program utama, (vi) tampilan: suhu (*line-1*) dan kelembaban (*line-2*), (vii) ambil dan kirim

data, dan (viii) hasil keluaran: aktivasi *blower fan*, *handy cooler*, dan lampu.

i) Konfigurasi pin

Konfigurasi *pin* merupakan penentuan *port/pin* yang digunakan baik sebagai masukan atau keluaran. *Port/pin* tersebut dijadikan sebagai parameter dalam setiap pengalamatan program untuk penentuan *pin* pada ATmega32 baik untuk sistem sensor SHT11, *LCD 2x16*, dan keluaran berupa perintah untuk pengoperasian *blower fan*, *handy cooler*, dan lampu.

ii) Deklarasi variabel

Deklarasi variabel dilakukan untuk pendeklarasian jenis data yang harus dikerjakan.

iii) Deklarasi konstanta

Deklarasi konstanta merupakan pemberian nilai konstanta pada program berdasarkan *datasheet* sensor. Dalam deklarasi konstanta langsung disebut nilai, tidak digunakan tanda titik dua (:) seperti pada deklarasi variabel, tetapi digunakan tanda sama dengan (=).

iv) Inisialisasi

Inisialisasi, adalah pemberian inisial terhadap program yang dibuat untuk

mengetahui status setiap perintah pada program. Keberadaan inisialisasi diharapkan dapat mempersingkat perintah pada program selanjutnya.

v) Program utama

Program utama merupakan sumber dari pengontrolan program, karena semua perintah pada program diurutkan dari tampilan awal, pengambilan data, penampilan data pada *LCD* dan reaksi atau keluaran dari program yang dibuat.

vi) Tampilkan suhu dan kelembaban

Tampilkan suhu dan kelembaban dilakukan untuk mengetahui setiap perubahan yang terjadi pada suatu ruangan atau tempat. Suhu dan kelembaban relatif ditampilkan dengan ketentuan untuk suhu ditampilkan pada baris pertama (posisi atas), sedangkan kelembaban relatif ditampilkan pada baris ke dua (posisi bawah).

vii) Ambil dan kirim data

Data suhu dan kelembaban yang ditampilkan terlebih dahulu harus dilakukan pengambil data dari sensor yang digunakan dengan perintah atau ketentuan yang sesuai dengan *datasheet* sensor yang digunakan. Setelah diperoleh datanya, maka data tersebut

dikirim untuk dan selanjutnya ditampilkan pada *LCD*.

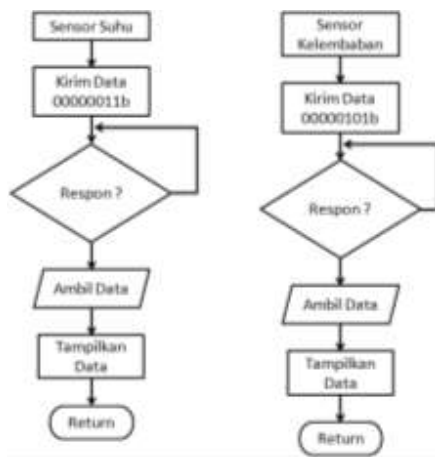
viii) Keluaran

Keluaran akibat keberadaan sintaks program yang merupakan reaksi terhadap masukan dari sumber masukan atau sensor. Program untuk keluaran dijadikan untuk pengoperasian tiga aktuator (berupa *blower fan*, *handy cooler*, dan lampu) akibat setiap perubahan suhu dan kelembaban yang terdeteksi oleh sensor.

6.3 Uji Verifikasi terhadap Program pada Mikrokontroler

Diperlukan uji verifikasi terhadap program yang telah dibuat untuk pengoperasian aktuator. Program yang telah dibuat dilakukan simulasi berbantuan program aplikasi *Proteus*. Rangkaian terlebih dahulu dirangkai dengan program aplikasi *Proteus*, kemudian program yang sudah dibuat dengan bahasa *BasCom* di-*comfile* menjadi bentuk heksa-desimal (bahasa mesin) dan di-*download*-kan ke rangkaian tersebut. Suhu dan kelembaban yang terdeteksi pada simulasi dapat diatur sesuai dengan yang diinginkan, hal itu untuk membuktikan apakah program yang telah dibuat sudah sesuai dengan yang diharapkan atau tidak. Diagram alir proses pemantauan dan pengukuran suhu dan

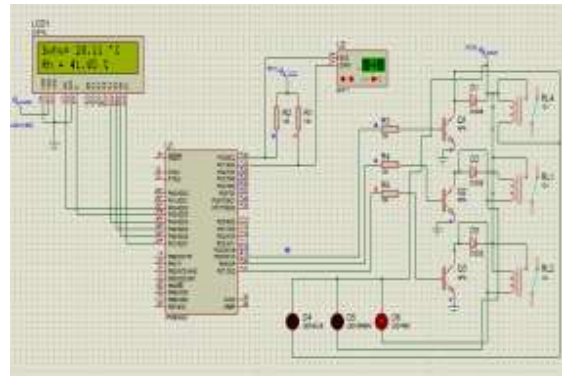
kelembaban berbasis mikrokontroler pada uji verifikasi, seperti ditunjukkan pada Gambar 7.



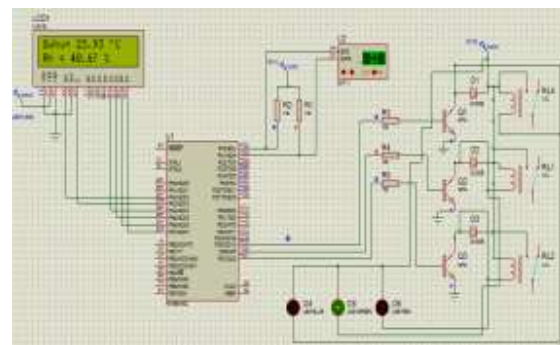
Gambar 7 Diagram alir proses pemantauan dan pengukuran suhu dan kelembaban relatif berbasis mikrokontroler pada uji verifikasi

Data suhu dan kelembaban yang terdeteksi dikirim melalui alamat yang sudah ditetapkan. Untuk kondisi dimana data suhu dan kelembaban relatif terjadi perubahan, maka data tersebut akan diambil dan ditampilkan, tetapi apabila data tidak terdapat perubahan atau respon, maka data akan tetap pada tampilan data sebelumnya.

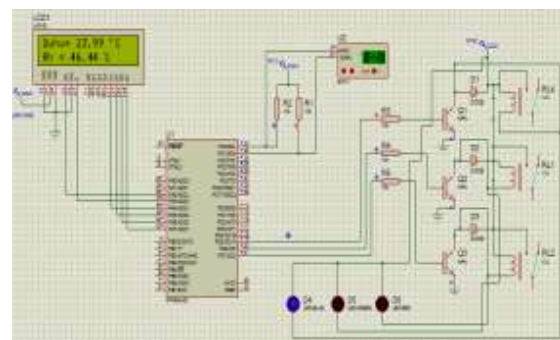
Pemrograman terhadap sistem pengkondisian suhu dan kelembaban relatif berbasis mikrokontroler, yaitu suhu dan kelembaban. Tampilan hasil uji verifikasi pemrograman terhadap mikrokontroler untuk pengoperasian aktuator, seperti ditunjukkan pada Gambar 9.



terhubung ke lampu



terhubung ke *handy cooler*



terhubung ke *blower fan*

Gambar 9 Tampilan hasil uji verifikasi pemrograman terhadap mikrokontroler untuk pengoperasian aktuator

Berdasarkan Gambar 9 ditunjukkan, bahwa target suhu 23 °C (batas bawah) dan 25 °C (target atas), dimana (i) jika suhu lebih kecil dari target bawah, maka lampu akan *on*, *handy cooler* akan *off*; (ii) jika suhu lebih besar dari target atas, maka lampu akan *off*, *handy cooler* akan *on*; dan (iii) jika suhu tercapai sesuai target bawah dan atas, maka lampu dan *handy cooler* akan *off*. Target kelembaban sebesar 43% (target bawah) dan 45% (target atas), dimana (i) jika kelembaban lebih kecil dari target bawah, maka *blower fan* akan *off* dan (ii) jika kelembaban lebih besar dari target atas, maka *blower fan* akan *on*. Struktur program untuk simulasi pengontrolan suhu dan kelembaban relatif berbasis mikrokontroler ATmega32, seperti ditunjukkan pada LAMPIRAN 2.

7 SIMPULAN DAN REKOMENDASI

7.1 Simpulan

Berdasarkan hasil dan bahasan, maka dapat ditarik kesimpulan sesuai tujuan penelitian.

- 1) Sesuai dengan pengintegrasi sensor ke sistem mikrokontroler ATmega32 ditunjukkan, bahwa: (i) pemanfaatan *pin* pada modul sistem sensor SHT11 hanya 4 dari 8 *pin* yang tersedia, dimana masing-masing digunakan untuk data (*pin-1*), *clock* (*pin-3*), *ground* (*pin-4*), dan catu daya +5

Vdc (*pin-8*).; (ii) *port* pada mikrokontroler yang digunakan untuk sistem sensor SHT11, yaitu *port C* (*PC*) dimana *PC0* digunakan untuk pembacaan dan penulisan data dari dan ke modul SHT11, sedangkan *PC1* digunakan untuk menghasilkan pulsa (*clock*) untuk sinkronisasi proses komunikasi 2-wire; dan (iii) lima port utama pada *board* mikrokontroler ATmega32 yang digunakan, adalah untuk: (i) catu daya 12 *Vdc* pada ATmega32 melalui dua *integrated circuit* (*IC*) regulator 7805, (ii) sistem sensor SHT11, (iii) *LCD* 2x16, (iv) *downloader*, dan (v) keluaran.

- 2) Berkaitan dengan pemrograman mikrokontroler ATmega32 untuk pengoperasian sistem, dilakukan penanaman program berbahasa *BasCom* dalam delapan tahapan, yaitu: (i) konfigurasi *pin*, (ii) deklarasi variabel (*peubah*), (iii) deklarasi konstanta (*tetapan*), (iv) inisialisasi, (v) program utama, (vi) tampilan: suhu (*line-1*) dan kelembaban (*line-2*), (vii) ambil dan kirim data, dan (viii) keluaran: aktivasi *blower fan*, *handy cooler*, dan lampu. Setiap tahapan disertai dengan sintaks masing-masing sesuai kebutuhan.

3) Uji verifikasi terhadap hasil program target suhu 23 °C (batas bawah) dan 25 °C (target atas), dimana (i) jika suhu lebih kecil dari target bawah, maka lampu akan *on*, *handy cooler* akan *off*; (ii) jika suhu lebih besar dari target atas, maka lampu akan *off*, *handy cooler* akan *on*; dan (iii) jika suhu tercapai sesuai target bawah dan atas, maka lampu dan *handy cooler* akan *off*. Target kelembaban sebesar 43% (target bawah) dan 45% (target atas), dimana (i) jika kelembaban lebih kecil dari target bawah, maka *blower fan* akan *off* dan (ii) jika kelembaban lebih besar dari target atas, maka *blower fan* akan *on*.

7.2 Rekomendasi

Melelengkapi simpulan yang telah disampaikan, penyusun menyampaikan rekomendasi berupa penelitian lanjutan tentang “Implementasi Sensor SHT11 dan Mikrokontroler ATmega32 Untuk Pengkondisian Suhu dan Kelembaban Relatif pada Analogi Ruang Komputer Server”.

8 UCAPAN TERIMA KASIH

Setelah selesai laporan penelitian ini, penulis menyampaikan terima kasih yang setulus-tusnya kepada:

- 1) Rektor Universitas Ibn Khaldun Bogor, yang telah menyetujui

pelaksanaan penelitian ini dan telah memberikan dana penelitian;

- 2) Kepala LPPM UIKA Bogor, yang telah berkenan memfasilitasi pelaksanaan presentasi hasil penelitian;
- 3) Dekan Fakultas Teknik UIKA Bogor, yang telah berkenan menyetujui laporan penelitian ini; dan
- 4) Semua pihak yang telah membantu dalam pelaksanaan penelitian maupun peran serta dalam penyelesaian laporan penelitian.

9 DAFTAR PUSTAKA

Annonymous, *Sistem sensor SHT11*, 2010 <https://electroniclib.wordpress.com/2010/07/15/sensor%C2%A0sht11/> diakses tanggal 30 Oktober 2014.

Sensirion, *SHT1x/SHT7x Humidity & Temperature Sensmitter*, 2002 <http://www.emesystems.com/pdfs/parts/SHT15.pdf> diakses tanggal 30 Oktober 2014.

Sensirion, *SHT1x/SHT7x Humidity & Temperature Sensor*, 2004 <http://www2.ece.ohio-state.edu/~bibyk/ee323/SHT11humiditySensor.pdf> diakses tanggal 24 Oktober 2014.

- Sensirion, *Datasheet SHT1x (SHT10, SHT11, SHT15) Humidity & Temperature Sensor*, 2008
https://www.sparkfun.com/datasheets/Sensors/SHT1x_datasheet.pdf diakses tanggal 30 Oktober 2014.
- Sensirion, *Datasheet SHT1x (SHT10, SHT11, SHT15) Humidity & Temperature Sensor*, 2008
<http://courses.cs.tau.ac.il/embedded/docs/TelosB/SHT11.pdf> diakses tanggal 30 Oktober 2014.
- Sensirion, *Datasheet SHT1x (SHT10, SHT11, SHT15) Humidity & Temperature Sensor*, 2010
<http://depokinstruments.files.wordpress.com/2011/11/datasheet-humidity-sensor-sht1x.pdf> diakses tanggal 24 Oktober 2014.
- Sensirion, *Datasheet SHT1x (SHT10, SHT11, SHT15) Humidity & Temperature Sensor IC*, 2011
http://www.sensirion.com/fileadmin/user_upload/customers/sensirion/Dokumentation/Humidity/Sensirion_Humidity_SHT1x_Datasheet_V5.pdf diakses tanggal 24 Oktober 2014.
- Parallax, *Sensirion SHT11 Sensor Module (#28018) Precision Temperature and Humidity Measurement*, 2008
<http://www.parallax.com/sites/default/files/downloads/28018-Sensirion-Temperature-Humidity-Sensor-Documentation-v1.0.pdf> diakses tanggal 30 Oktober 2014.
- Micromega Corporation, *Application Note 33: Sensirion SHT11 Temperature and Humidity Sensor*, 2006
<http://www.micromegacorp.com/downloads/documentation/AN033-V3%20Sensirion%20SHT11.pdf> diakses tanggal 30 Oktober 2014.
- ATMEL, *8-bit Microcontroller with 32Kbytes In-System Programmable Flash*, 2011
www.atmel.com/images/doc2503.pdf diakses tanggal 18 Mei 2014.
- Fansuri, Aldo, *Tentang Mikrokontroler ATmega32*, 2011
<http://risnotes.com/2011/10/tentang-mikrokontroler-ATmega32/> diakses tanggal 9 Juni 2014.
- Metrologic Instruments Inc., *BASIC Compiler*, 2005
<http://www.kalischgmbh.de/doku/msoptbasiccompiler/v3.04.pdf> diakses tanggal 1 Mei 2014.
- Mogensen, Torben Ægidius, *Basics of Compiler Design*, 2010
http://www.diku.dk/~torbenm/Basics/basics_lulu2.pdf diakses tanggal 1 Mei 2014.

- Annonymous, *BasCom-AVR Version 1.0.0.8*, (tanpa tahun) <http://web.sfc.keio.ac.jp/~esoc/avr/datas/bascavr.pdf> diakses tanggal 1 Mei 2014.
- Clarke, Tom, *The EAGLE Schematic and PCB Layout Editor - A Guide*, 2008 <http://www2.ee.ic.ac.uk/t.clarke/eagle/The%20EAGLE%20Guide.pdf> diakses tanggal 30 Oktober 2014.
- EAGLE (Easily Applicable Graphical Layout Editor), *Manual Version 5*, 2009 http://www.multi-circuit-boards.eu/fileadmin/user_upload/downloads/EAGLE-Manual_5.pdf diakses tanggal 30 Oktober 2014.
- Yudi, Nyoman, *Tutorial Eagle Step By Step*, 2011 <http://www.aisti555.com/2011/07/tutorial-eagle-step-by-step.html> diakses tanggal 16 Mei 2014.
- Aono, Kenji, *Application Note: PCB Design with EAGLE*, 2011 http://www.egr.msu.edu/classes/ece480/capstone/spring11/group05/documents/app_note_s11_dt5_kenji.pdf diakses tanggal 30 Oktober 2014.
- E-MU System, *Proteus VX Operation Manual*, 2007 <http://origin.creative.com/emu/files/ProteusVXManual.pdf> diakses tanggal 2 Juni 2014.
- Labcenter Electronics, *Getting Started Guide*, 2007 <http://opt.zju.edu.cn/weijiyuanli/upload/PROTEUS/isistut.pdf> diakses tanggal 2 Juni 2014.
- Labcenter Electronics, *Copyright Notice*, 2007 <http://opt.zju.edu.cn/weijiyuanli/upload/PROTEUS/vsmtut.pdf> diakses tanggal 2 Juni 2014.
- Andoni, Sandi, Sofwan, Ibnu, Lukito, *Alat Pengukur Suhu dan Kelembaban Udara Berbasis Mikrokontroler ATmega32*, 2011 <http://www.scribd.com/doc/250743764/SANDI-ANDONI-13-10-2281-pdf#scribd> diakses tanggal 9 Juni 2014.
- Kusumah, Maulana rekha, *Sistem Penyiraman Tanaman Jamur Tiram Otomatis Berbasis Mikrokontroler ATmega32*, 2013 <http://digilib.polban.ac.id/gdl.php?mod=browse&op=read&id=jbtpolban-gdl-maulanarek-3638> diakses tanggal 9 Juni 2014.
- Nugroho, D.J., Goeritno, A., Muhidin. 2014. Prototipe Sistem Akuisisi dan Kontrol Berbasis Mikrokontroler untuk Studi Eksperimental Pengontrolan Suhu dan Kelembaban Relatif pada Analogi Rak Komputer Server. Prosiding Seminar Forum Pendidikan Tinggi Teknik Elektro

Indonesia. 2-4 Juni 2014. Bandung,
Indonesia. Halaman: (tidak
dicantumkan).

Rilatupa, J., *Aspek Kenyamanan Termal Pada
Pengkondisian Ruang Dalam*, Jurnal
Sains dan Teknologi EMAS, Vol. 18, No.
3, Agustus 2008.

Prasasti, I., *Pengaruh Kualitas Udara Dalam
Ruangan Ber-AC Terhadap Gangguan
Kesehatan*, Jurnal Kesehatan
Lingkungan Vol.1, No.2, Januari 2005.