

Perancangan Perangkat Keras Pengendali Fuzzy Berbasis Mikrokontroler ATmega32 sebagai Pengendali Suhu dan Kelembaban

Nova El Maidah^{†1}, Agfianto Eko Putra² dan MHD. Reza M. I. Pulungan³

Jurusan Ilmu Komputer dan Elektronika, Universitas Gadjah Mada
Sekip Utara, Bulaksumur, Yogyakarta, Telp/Fax (0274)546194

novael.maidah@gmail.com¹

agfi@ugm.ac.id²

pulungan@ugm.ac.id³

Abstrak – Adanya sistem tertanam dan automasi merupakan hal penting dalam sistem kendali. Hal tersebut mempermudah kerja operator pengguna sistem kendali. Untuk keakuratan, sistem kendali dapat digunakan sistem cerdas sebagai dasar pengambilan keputusan kendali. Telah dibuat rancangan perangkat keras pengendali fuzzy berbasis mikrokontroler ATmega32 sebagai pengendali suhu dan kelembaban. Rancangan ini dibuat agar mikrokontroler dapat berfungsi sebagai pengendali suhu dan kelembaban berdasarkan logika fuzzy. Menggunakan sistem RFID sebagai pemicu kerja sistem pengendali, DHT 11 sebagai sensor suhu dan kelembaban, thermoelectric cooler dan kipas sebagai aktuator sistem serta LCD16*2, LED, dan buzzer sebagai penampil pengguna. Pemrograman mikrokontroler dibuat agar mikrokontroler dapat berkomunikasi dengan perangkat keras lainnya dan juga dapat melakukan pengendalian fuzzy untuk mengatur suhu dan kelembaban. Hasil perancangan ini dapat diterapkan langsung pada perangkat keras, dalam penelitian ini diterapkan dalam purwarupa sistem gudang adaptif.

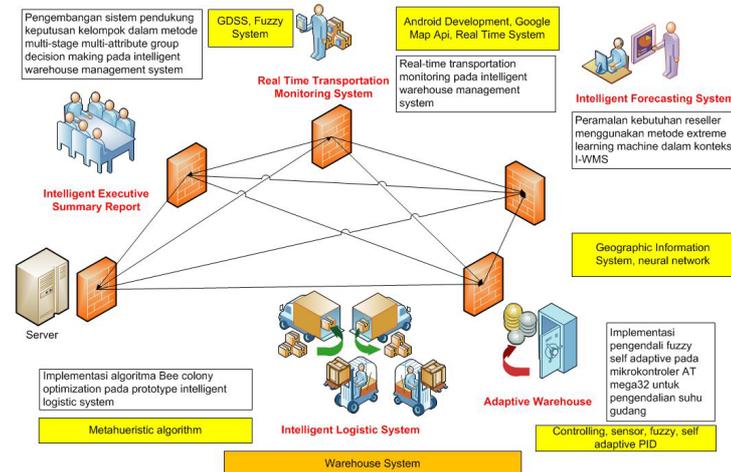
Kata kunci: sistem tertanam, pengendali suhu dan kelembaban, pengendali fuzzy, mikrokontroler, RFID.

1 PENDAHULUAN

Menurut Tompkins (2002), gudang cerdas dapat mengintegrasikan sistem komputer, peralatan penanganan material, peralatan penyimpanan, dan pengguna menjadi satu elemen kerja tunggal yang terpadu. Peningkatan kualitas informasi, akan menghasilkan lebih sedikit kesalahan. Informasi berkualitas tinggi juga dapat mengurangi jam kerja tidak produktif, meminimalkan kesalahan dan meningkatkan hasil produktivitas tenaga kerja dalam meningkatkan kepuasan pelanggan sehingga meningkat yang menghasilkan penjualan yang lebih tinggi. Penjualan yang lebih tinggi akan mendorong pertumbuhan. Untuk itu perlu *I-WMS (Intelligent Warehouse Management System/Sistem Manajemen Pergudangan Cerdas)* merupakan pengembangan *WMS (Warehouse Management System)* konvensional yang diharapkan lebih efektif dan efisien dalam pemanfaatan sumber daya sehingga mutu barang yang akan diterima konsumen terjamin. Untuk mencapai efektifitas dan efisiensi sistem *I-WMS* dibangun dari lima subsistem penyusun yaitu *Intelligent Logistic System (ILS)*, *Adaptive Warehouse System (AWS)*, *Intelligent Forecasting Sales System (IFSS)*, *Realtime Transportation Monitoring (RTM)* dan *Intelligent Executive Summary System (IESS)* yang saling bersinergi dalam melakukan fungsi dan tugasnya masing-masing. *ILS* merupakan sistem yang mengatur rantai suplai dalam *I-WMS*. *ILS* berfungsi sebagai pengendali proses logistik barang dari tempat penyimpanan (*warehouse*) ke konsumen, melakukan inventori barang yang akan masuk dan keluar barang dengan melakukan identifikasi barang. *ILS* juga

[†] Corresponding author

melakukan pemilihan jalur yang paling efisien dalam pengiriman barang ke *reseller*. *AWS* pada *I-WMS* berfungsi sebagai gudang (tempat penyimpanan barang). *IFSS* merupakan subsistem yang dapat memprediksi kebutuhan produk seperti menentukan prediksi yang akurat terhadap permintaan produk dari *reseller*. *RTM* bertugas untuk melakukan pemantauan terhadap pengiriman dan distribusi barang dari sumber ke tempat tujuan. Dan *IESS* yang berfungsi sebagai media pendukung pengambilan keputusan di tingkat manajer. Gambaran sistem ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Arsitektur Sistem Manajemen Pergudangan Cerdas

AWS merupakan salah satu komponen *I-WMS* yang berfungsi sebagai tempat penyimpanan (gudang) barang-barang sementara menunggu penjadwalan untuk didistribusikan. Penyimpanan juga diharapkan dapat mempertahankan mutu barang.

Prototipe *AWS* yang dibuat dapat melakukan identifikasi barang yang masuk dan keluar dengan *RFID* dengan menggunakan metode *FEFO* (*First Expired First Out*) dan pengendalian suhu dan kelembaban di ruang penyimpanannya berbasis mikrokontroler dengan model pengendalian *fuzzy*. Penggunaan pengendalian *fuzzy* diharapkan sistem dapat mencapai *steady state* sistem tanpa *overshoot*, seperti yang terjadi pada pengendalian *PID*. Selain itu, pengendali *fuzzy* lebih sesuai digunakan pada sistem tidak linier dan dipengaruhi oleh lingkungan sistem. Dengan pengendali *fuzzy*, tidak perlu membuat persamaan matematika yang sulit untuk sistem tidak linier.

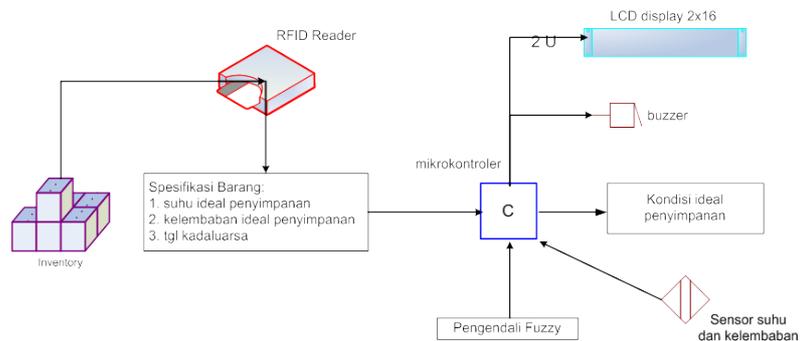
Dalam penelitian ini akan dibuat rancangan perangkat keras pengendali *fuzzy* yang dapat diaplikasikan langsung pada prototipe *AWS*.

Penggunaan logika *fuzzy* sebagai pengendali telah banyak digunakan. Dengan menggunakan pengendali logika *fuzzy* (*FLC/Fuzzy Logic Control*) Zhao, et al (2009) untuk pengendalian pendingin udara pada mobil dan Javadikia(2009) untuk mengendalikan iklim pada rumah kaca, yang keduanya masih berupa simulasi pada *Matlab*. Pada penelitian selanjutnya mencoba menggunakan *FCL* pada perangkat keras, seperti Wang (2010) digunakan *FLC* pada aplikasi komputer untuk mengendalikan konsumsi listrik untuk pendingin udara ruangan. *FCL* juga telah diterapkan pada perangkat keras menggunakan komponen elektronika *CMOS* seperti yang dilakukan Varshavsky (2011). Sedangkan Patil and Dhamakale (2011) telah mencoba menerapkan *FCL* pada mikrokontroler *LPC2148*. Penelitian ini dilakukan adalah perancangan model pengendalian *fuzzy* untuk mengendalikan suhu dan kelembaban gudang dengan model pembacaan sinyal *RFID* pada mikrokontroler *ATmega32*.

2 METODOLOGI

Protipe *AWS* seperti ditunjukkan pada Gambar 2. *RFID tag* akan diletakan pada barang yang akan disimpan dan *RFID reader* akan diletakan di bagian permukaan tempat penyimpanan untuk

mendeteksi barang yang diletakan pada tempat penyimpanan. *Reader* akan memberi informasi berupa suhu dan kelembaban ideal penyimpanan barang dan masa kadaluarsa barang.



Gambar 2. Prototipe Adaptive Warehouse System

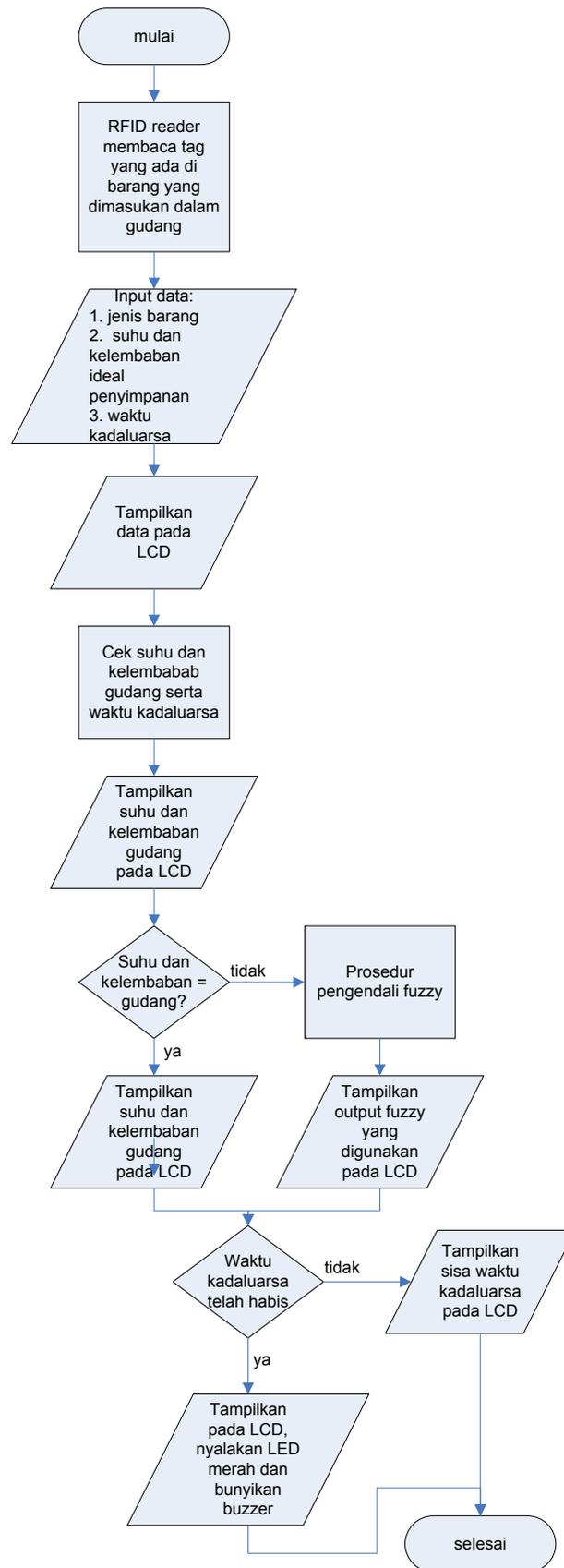
Sistem *fuzzy* digunakan untuk mencari nilai parameter pengendali berdasarkan perbedaan suhu dan kelembaban gudang dengan data suhu dan kelembaban yang berasal dari *RFID reader*. sistem dibuat agar mampu merespon adanya perubahan *error* suhu dan kelembaban, sehingga parameter pengendali sistem akan berubah pula berdasarkan perubahan *error* yang terjadi. Sistem akan terus bekerja untuk mempertahankan keadaan ideal gudang sampai tidak ada barang yang disimpan di dalam gudang.

Setiap proses yang dilakukan sistem akan ditampilkan pada *LCD*. *Buzzer* difungsikan sebagai *alarm*. *Alarm* akan mengindikasikan jika ada barang yang akan mendekati masa akhir kadaluarsa dan jika satu barang telah disimpan pada wadah penyimpanan, terdapat barang lain yang akan disimpan tetapi suhu ideal penyimpanannya tidak sesuai dengan barang yang pertama. Secara umum mekanisme perangkat keras seperti ditunjukkan pada Gambar 3.

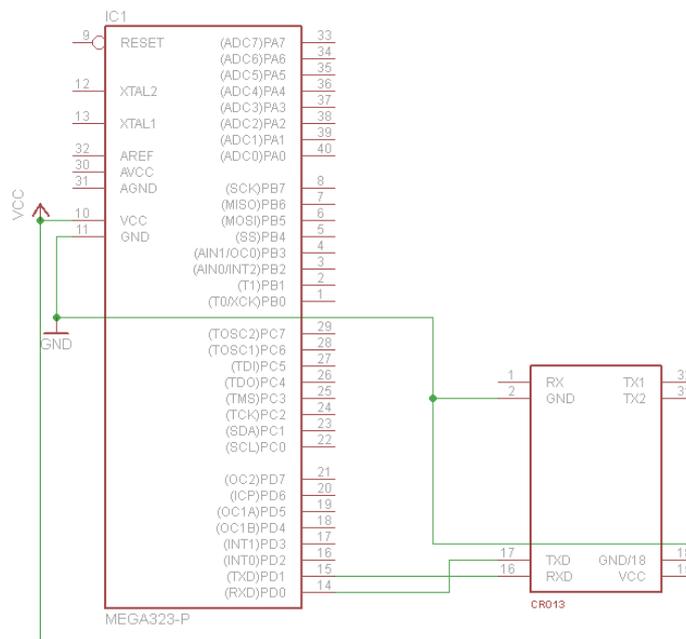
3 HASIL DAN PEMBAHASAN

Sistem *RFID* yang digunakan bekerja pada frekuensi 13.56 MHz, memiliki antarmuka serial TTL 232 dengan kecepatan transmisi 19200 bps. Komunikasi yang dilakukan berorientasi *byte* dalam format heksadesimal pada pengiriman dan penerimaan data (User Manual CR 013 Serial Reader Protocol). Sistem *RFID* bekerja dengan prinsip *master-slave* (Finkenzeller, 2010), jadi piranti aplikasi harus meminta terlebih dahulu data yang diinginkan kemudian sistem *RFID* akan merespon dengan memberikan data yang diinginkan. Maka diperlukan dua jalur dari mikrokontroler ke *RFID reader*, yang pertama digunakan untuk pengiriman perintah oleh mikrokontroler untuk mengirim data dan jalur kedua digunakan untuk menerima data yang dikirimkan oleh *RFID reader*. Karena CR 013 telah memiliki antarmuka serial, maka pin TXD dan RXD dapat disambungkan langsung ke pin RXD dan TXD pada ATmega32. Pin TXD CR 013 akan disambungkan pada pin RXD ATmega32 dan pin RXD CR 013 akan disambungkan pada pin TXD ATmega32. Rangkaian antarmuka CR 013 dengan ATmega32 ditunjukkan pada Gambar 4.

Untuk mengetahui apakah keadaan gudang sesuai dengan set point digunakan DHT11. DHT11 merupakan sensor suhu dan kelembaban yang telah dilengkapi dengan kalibrasi sinyal digital, sehingga keluaran dari sensor sudah dalam bentuk digital. Komunikasi yang dilakukan DHT11 dengan mikrokontroler melalui antarmuka serial menggunakan satu jalur data. Sehingga penjaluran antara mikrokontroler dengan DHT11 hanya menggunakan 1 jalur saja, dari pin data DHT11 ke pin I/O mikrokontroler. DHT11 berkomunikasi dengan mikrokontroler melalui antarmuka serial menggunakan satu jalur data, untuk mengirimkan data hasil pengukuran ke ATmega32. Rangkaian antarmuka antara DHT11 dengan ATmega seperti Gambar 5.

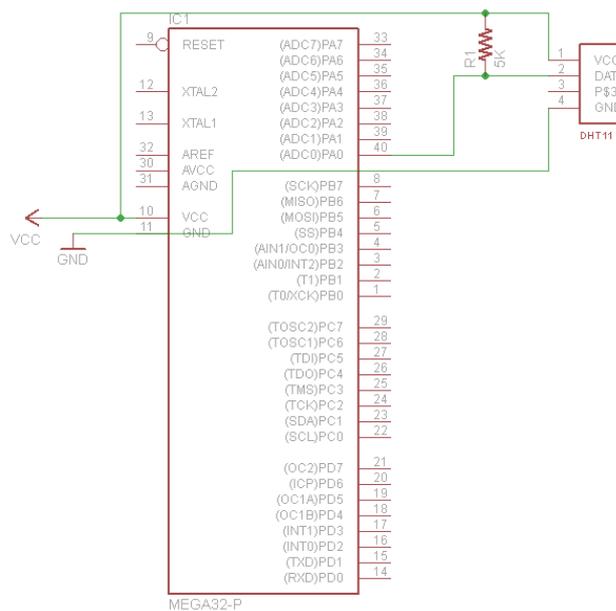


Gambar 3. Diagram alir mekanisme perangkat keras

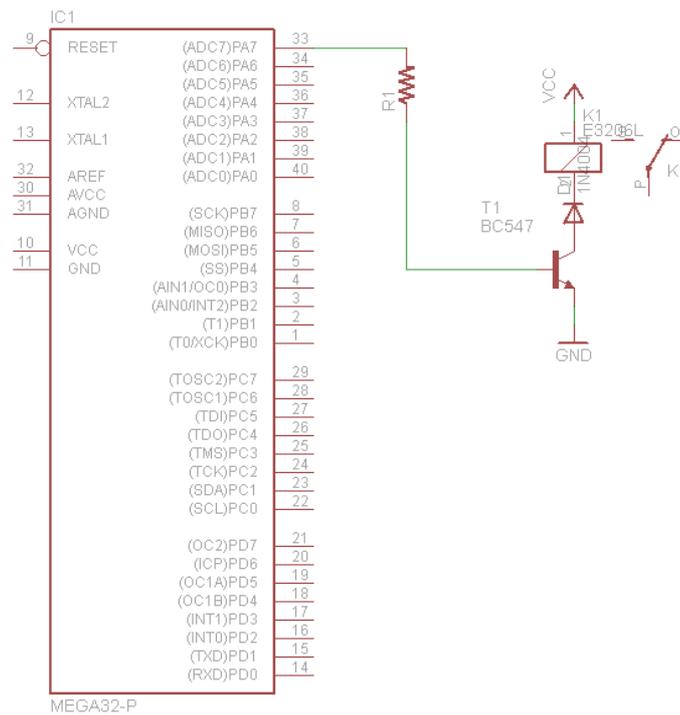


Gambar 4. Antarmuka CR 013 dengan ATmega32

Aktuator yang digunakan adalah *thermoelectric cooler heater* yang digunakan sebagai pendingin. Pendingin ini disupply dengan tegangan 12 volt DC, sehingga penjalurannya ke mikrokontroler masing-masing menggunakan satu jalur saja. Dari pin I/O mikrokontroler akan dihubungkan ke relay yang berlaku sebagai saklar untuk mengatur adanya tegangan untuk mengaktifkan pendingin. Aktuator yang digunakan merupakan *thermoelectric cooler (peltier)* yang bekerja dengan tegangan 12 volt, untuk mengendaliannya ATmega32 akan mengirimkan perintah ke *relay* yang akan mengendalikan *peltier* untuk diaktifkan atau tidak. Untuk setiap peltier akan digunakan satu pin dari ATmega32. Dalam penelitian ini akan digunakan tiga *peltier*, sehingga kaki pin yang digunakan adalah pin 33 sampai pin 35. Skematik rangkaian antarmuka ATmega32 ke *relay* ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 5. Antarmuka DHT11 dengan ATmega32

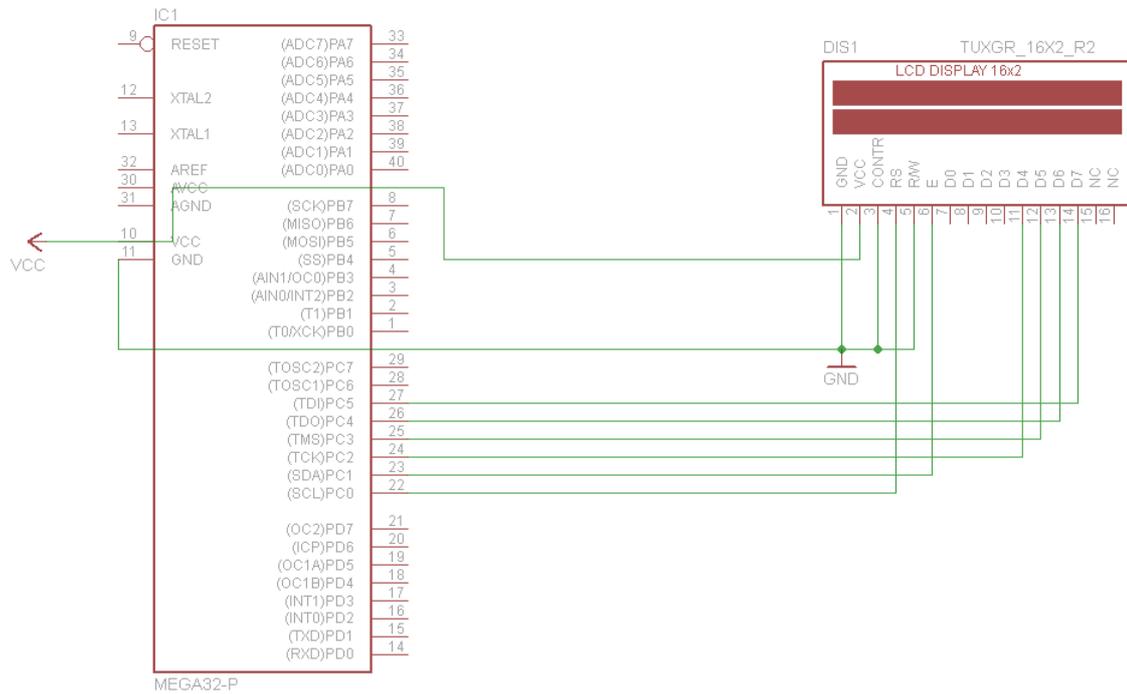


Gambar 6. Antarmuka ATmega32 dengan Relay

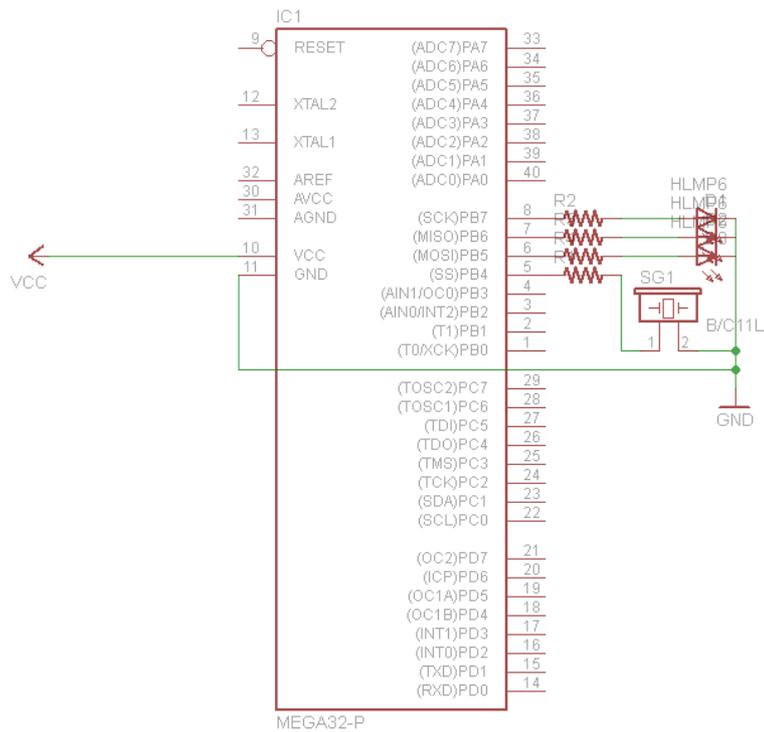
Sebagai antarmuka dengan pengguna sistem ini digunakan *LCD display* 16*2 yang berfungsi untuk menampilkan keadaan di gudang, proses yang sedang terjadi serta menampilkan peringatan dari sistem *alarm*. *LCD display* ini memerlukan penjaluran 6 pin dari mikrokontroler, 4 pin sebagai penjaluran data, 1 pin sebagai *enable LCD* dan 1 pin untuk reset. Selain *LCD*, juga ditambahkan *buzzer* yang berfungsi sebagai *alarm*. Selain menjadi indikator kelistrikan, *LED* juga dapat digunakan sebagai sistem *alarm*, dengan memanfaatkan perbedaan warna *LED*. *LCD* menggunakan 4 jalur untuk transfer data dari mikrokontroler dan 1 pin untuk RS dan 1 pin *enable*. Sehingga antarmuka *LCD* dengan ATmega32 memerlukan 6 pin I/O. Rangkaian antarmuka *LCD* dengan ATmega32 ditunjukkan pada Gambar 7. *LED* juga digunakan sebagai antarmuka user, Led digunakan untuk indikasi status barangnya disimpan berdasarkan kadaluarsa barang yang disimpan. Demikian juga fungsi *buzzer* digunakan untuk sebagai sistem alarm berdasarkan masa kadaluarsa barang yang disimpan. Skematik rangkaian *LED* dan *buzzer* menggunakan masing-masing satu pin yang terlebih dahulu dilewatkan pada resistor sebelum disambungkan ke *LED* ataupun *buzzer*. Skematik rangkaian *LED* dan *buzzer* ditunjukkan pada Gambar 8.

Program yang akan dimasukan ke dalam mikrokontroler selain bagaimana mikrokontroler berkomunikasi dengan perangkat lain, juga *FLC* yang digunakan sebagai dasar penegndalian suhu dan kelembaban, Flowchart sistem seperti pada Gambar 9.

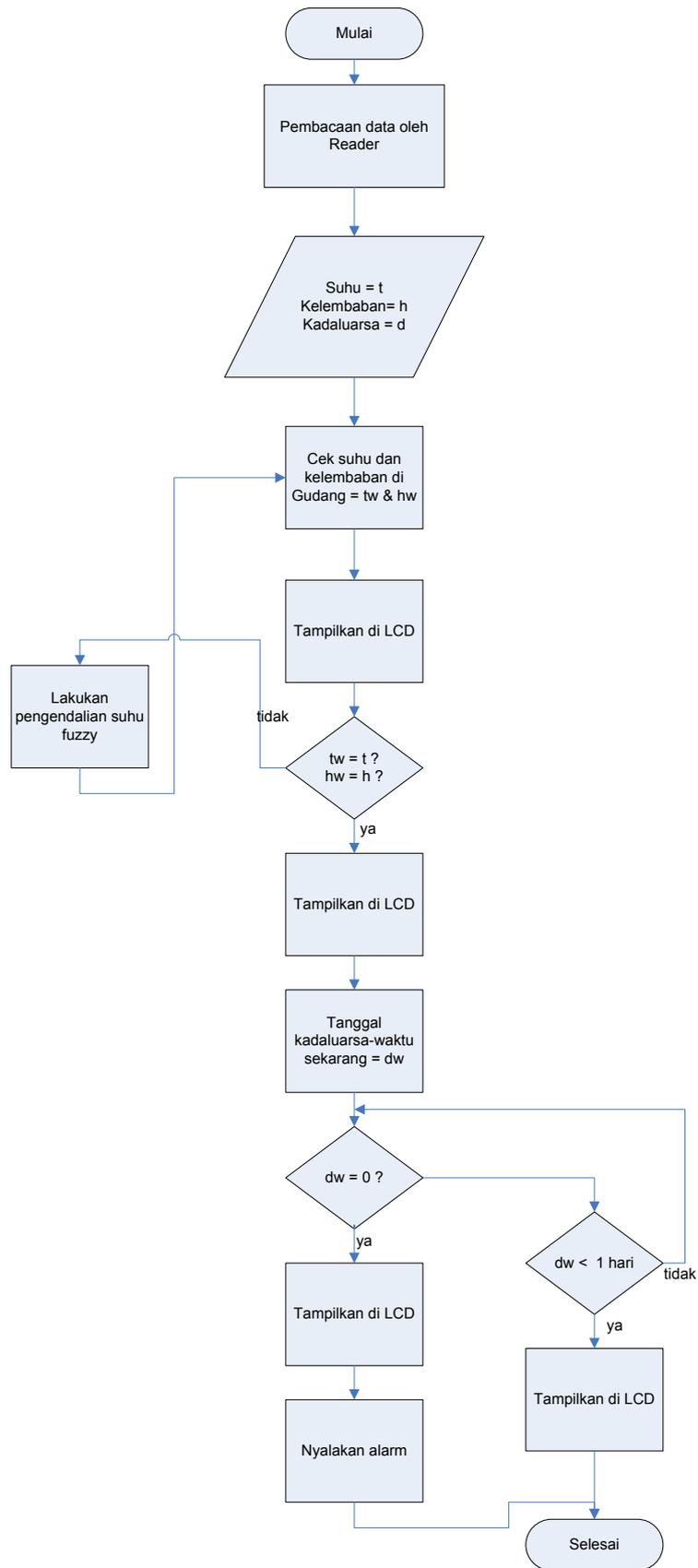
FLC yang digunakan adalah sistem *fuzzy* dengan inferensi mamdani, dengan masing-masing 3 parameter pengendalii untuk masing-masing suhu dan kelembaban yaitu, *error*, perubahan *error* dan laju perubahan *error*. Kategori masing-masing yang digunakan adalah *NB* (*Negative Big*), *NS* (*Negative Small*), *ZO* (*Zero*), *PS* (*Positif Small*) dan *PB* (*Positif Big*).



Gambar 7. Antarmuka LCD dengan ATmega32



Gambar 8. Antarmuka ATmega32 dengan LED dan Buzzer



Gambar 9. Flowchart perangkat lunak sistem

5 KESIMPULAN

Hasil perancangan ini dapat diterapkan langsung pada perangkat keras, dalam penelitian ini diterapkan dalam purwarupa sistem gudang adaptif. Terdapat perbedaan waktu dalam penerapan rancangan sistem pada simulasi dan jika diterapkan langsung pada perangkat keras. Juga diperlukan kalibrasi perangkat keras yang digunakan maupun sinkronisasi dalam penggunaan jalur data.

DAFTAR PUSTAKA

- Finkenzeller, K. (2010) '*RFID Handbook*', Third Edition, Wiley, West Sussex, UK.
- Glover, B. and Bhatt, H. (2006) '*RFID Essentials*', O'Reilly Media Inc, California.
- Iancu, I. (2012) '*A Mamdani Type Fuzzy Logic Controller, Fuzzy Logic – Controls, Concepts, Theories and Applications*', pp. 325-350, InTech, Croatia.
- Javadikia, P., Tabatabaefar, A., Omid, M., Alimardani, R. and Fathi, M. (2009) 'Evaluation of Intelligent Greenhouse Climate Control System, Based Fuzzy Logic in Relation to Conventional Systems', *International Conference on Artificial Intelligence and Computational Intelligence*, pp. 145-150.
- Klir, G. J. and Yuan, B. (1995) '*Fuzzy Sets and Fuzzy Logic: Theory and Applications*', Prentice-Hill, Inc, New Jersey.
- Negnevitsky, M. (2005), '*Artificial Intelligence (Second Edition)*', Addison-Wesley, Great Britain.
- Passion, K. M. and Yurkovich, S. (1998) '*Fuzzy Control*', Addison-Wesley Longman, Inc, California.
- Patil, S. B. and Dhamakale, S. D. (2011) 'Fuzzy Logic Approach with Microcontroller for Climate Controlling in Green House', *International Journal on Emerging Technologies 2*, pp 17-19.
- Soon, C. B. (2009) 'Radio Frequency Identification History and Development', *Premier Reference Source: Auto-Identification and Ubiquitous Computing Application*, pp 1-17, IGI Global, New York.
- Tompkins. J. A. (2002) '*Warehouse Management Systems Technology*', Tompkins Assosiations, New York.
- User Manual CR 013 Serial Reader Protocol
- Varshavsky, V., Marakhovsky, V., levin, I. and Saito, H., 2011, '*Hardware Implementation of Fuzzy Controller*', *Fuzzy Controller, Theory and Applications*, pp 3-44, InTech, Croatia.
- Wang, T. M., Lin, P.C, Chan, H. L., Liao, J. C., Sun, T. W. and Wu, T. U. (2010) 'Energy Saving of Air Condition using Fuzzy Control over Zigbee Temperature Sensor', *International Conference on Advanced Information Networking and Application Workshop 4*, pp. 1005-1010.
- Wyld, D. C (2009) 'Radio Frequency Identification (RFID) Technology', *Premier Reference Source: Auto-Identification and Ubiquitous Computing Application*, pp 279-293, IGI Global, New York.
- Zadeh, L.A. (1965) 'Fuzzy sets'. *Information and Control*, 8, pp. 338-353.
- Zhao, X., Zhang, J. and Chen, D. (2009), 'Simulation Analysis of Automobile Air Conditioner Based on Fuzzy Logic Control', *International Conference on Automation Engineering*, pp. 169-173.