

RANCANG BANGUN MODUL ALAT UKUR KELEMBABAN DAN TEMPERATUR BERBASIS MIKROKONTROLER AT89S52 DENGAN SENSOR HSM-20G

Wirdaliza, Wildian

Jurusan Fisika FMIPA Universitas Andalas
Kampus Unand, Limau Manis, Padang, 25163
e-mail: adeq_liza@yahoo.com

ABSTRAK

Telah dilakukan perancangan dan pembuatan prototype alat ukur kelembaban dan temperatur berbasis mikrokontroler AT89S52 dengan modul sensor HSM-20G. Di dalam modul sensor HSM-20G sudah tersedia dua buah sensor, yaitu sensor kelembaban udara dan sensor temperatur. Tegangan keluaran dari masing-masing sensor ini masih berupa sinyal-sinyal tegangan analog yang kemudian dikonversi menjadi sinyal-sinyal tegangan digital oleh ADC 0804. Sinyal keluaran dari ADC ini kemudian diolah oleh mikrokontroler AT89S52 dan hasilnya akan ditampilkan melalui dua buah LCD 2x16 yang berbeda. Pengujian alat hasil rancang bangun ini dilakukan di dalam ruangan tertutup (30 cm x 45 cm x 45 cm) dengan menggunakan dua alat ukur pembanding yaitu termometer digital dan humidity meter. Dari hasil pengujian diperoleh bahwa sensitivitas sensor HSM-20G untuk kelembaban adalah 0,011 V/% dan untuk temperatur adalah 0,098 V/°C. Error alat yang dibuat ini adalah rata-rata 0,322% untuk kelembaban relatif udara dan untuk temperatur adalah 0,329%.

Kata kunci : HSM-20G, mikrokontroler AT89S52, ADC 0804, LCD

ABSTRACT

Designing and manufacture of prototype humidity and temperature measuring devices based on microcontroller AT89S52 with HSM-20G sensor module has been performed. An HSM-20G module sensor that contains a humidity sensor and a temperatur sensor was used to sense these two physical quantities. The output voltage of each sensor was converted into digital form using ADC 0804. The output signal from the ADC is then processed by a microcontroller AT89S52 and the results be displayed through two different 2x16 LCD. The performance of this measurement module has been tested in a closed room (30 cm x 45 cm x 45 cm) by comparing it to a digital humidity meter and a digital thermometer. The result of the test showed that the humidity sensor has sensitivity of 0.011 V /% and the temperature sensor has a sensitivity of 0.098 V /°C. The relative humidity measurement using this module has an error of 0.322% and the temperature measurement has an error of 0.329%.

Key words: HSM-20G, microcontroller AT89S52, ADC 0804, LCD

I. PENDAHULUAN

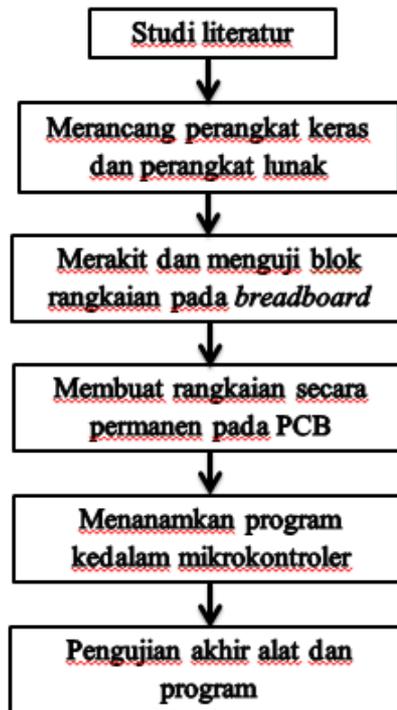
Kelembaban udara (*humidity*) dan temperatur lingkungan (*ambient temperature*) merupakan dua faktor penting bagi kenyamanan manusia, hewan, dan tumbuhan. Sebagai contoh, di bidang pertanian digunakan sebagai kontrol ruang penyimpanan benih unggul tanaman dalam rentang tertentu, di luar rentang tersebut benih akan mengalami degradasi dan rusak. Di dalam bidang elektronika dan instrumentasi kelembaban dan temperatur sangat penting dalam pengoperasian peralatan elektronik berimpedansi-tinggi, komponen-komponen yang peka terhadap listrik-statis, piranti-piranti tegangan-tinggi, dan lain sebagainya. Kelembaban udara yang tinggi dapat menyebabkan terkumpulnya air yang menyebabkan rangkaian itu terhubung-singkat, terhubung ke ground, atau berkarat, yang pada gilirannya dapat merusak komponen.

Untuk mengukur kelembaban udara di suatu ruangan diperlukan alat ukur yang disebut hygrometer, dan untuk temperatur digunakan termometer. Hygrometer dan termometer *digital* memang tersedia di pasaran dalam bentuk portabel, tetapi harganya relatif mahal. Kedua alat ukur ini biasanya dikemas dalam modul yang terpisah, padahal penggunaannya seringkali diperlukan bersamaan.

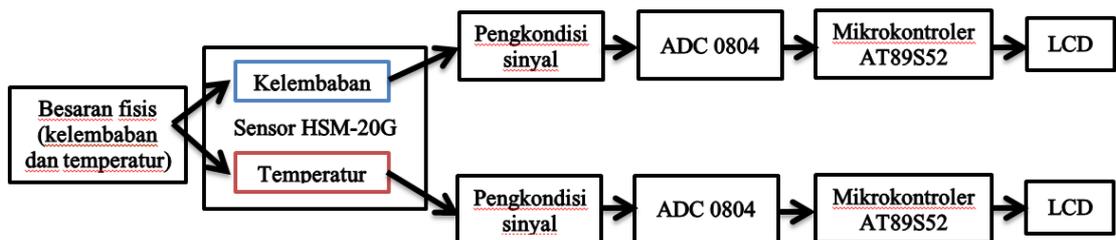
Permatasari (2005) telah merancang-bangun suatu alat ukur temperatur dan kelembaban dengan menggunakan PC (personal computer) sebagai basis sistem. Limantoro (2005) juga telah membuat alat ukur kelembaban udara berbasis AVR dan sensor RHK14AN, sementara Adi dan Tia (2008) membuat alat ukur temperatur dan kelembaban udara pada alat uji pengkondisian udara dengan menggunakan sensor SHT11 dan mikrontroler ATmega 8535 dan hasil pengukurannya ditampilkan pada monitor PC.

Penggunaan PC sebagai alat pemroses dan penampil memang cocok untuk pengukuran yang berkesinambungan dan dalam rentang waktu yang lama. Namun demikian, untuk keperluan-keperluan praktis, seperti untuk mengetahui temperatur dan kelembaban udara pada saat suatu peristiwa atau perubahan terjadi, maka penggunaan mikrokontroler (sebagai pemroses) dan LCD (sebagai penampil data temperatur dan kelembaban udara saat itu) lebih praktis dan efisien dibandingkan dengan menggunakan PC.

Perancangan alat ukur kelembaban udara berbasis mikrokontroler AT89S52 dengan sensor HSM-20G terdiri atas 2 bagian utama, yaitu perancangan perangkat keras (*hardware*) dan perancangan perangkat lunak (*software*). Perancangan perangkat keras terdiri dari rangkaian minimum sensor HSM-20G, Rangkaian minimum ADC 0804, rangkaian minimum mikrokontroler, rangkaian minimum LCD dan juga rangkaian catu daya. Sementara perancangan perangkat lunak menggunakan bahasa C. Penelitian ini dilaksanakan dengan tahapan kerja seperti diperlihatkan pada Gambar 1 dan diagram blok alat ukur temperatur dan kelembaban udara diperlihatkan pada Gambar 2.



Gambar 1. Diagram alir tata laksana penelitian

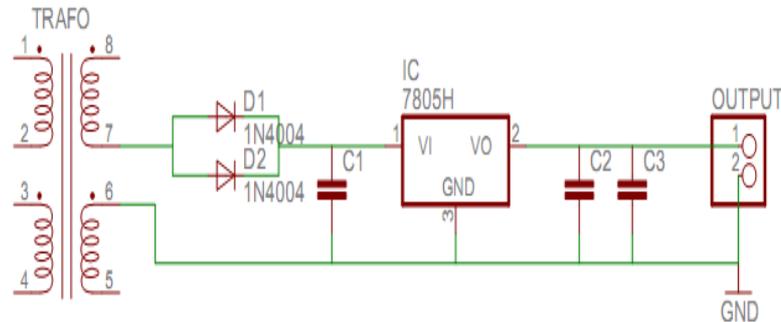


Gambar 2. Diagram blok alat ukur kelembaban dan temperatur

II. METODE

2.1 Perancangan Catudaya

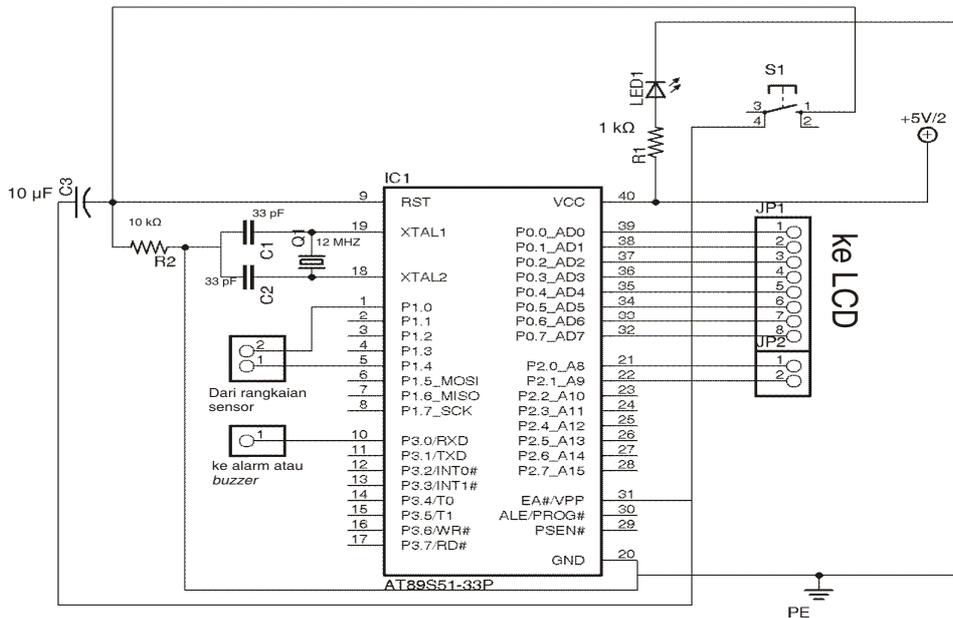
Rangkaian catu daya berfungsi sebagai penyedia tegangan bagi rangkaian-rangkaian lain dalam sistem. Dalam penelitian ini dirancang catu daya +5V DC yang berfungsi untuk sumber tegangan bagi rangkaian minimum mikrokontroler dan rangkaian LCD. Diagram rangkaian skematik catudaya 5 V diperlihatkan seperti Gambar 3.



Gambar 3. Rangkaian catudaya 5 V

2.2 Perancangan Rangkaian Minimum Mikrokontroler AT89S52

Rangkaian minimum mikrokontroler merupakan pusat dari sistem yang dirancang. Seluruh proses yang terjadi dalam sistem alat ukur ini berjalan atas kendali (perintah) dari rangkaian ini yang diperlihatkan pada Gambar 4.

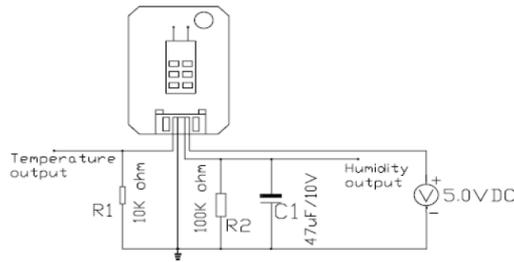


Gambar 4. Rangkaian minimum mikrokontroler

2.3 Perancangan Rangkaian Minimum dan Karakterisasi Sensor HSM-20G

2.3.1 Perancangan Rangkaian Minimum Sensor HSM-20G

Sensor kelembaban HSM-20G ini merupakan sensor yang bisa menindera kelembaban dan juga temperatur. Agar *output* yang dihasilkan dari sensor tersebut linear maka perlu ditambahkan pengkondisi sinyal filter berupa filter lolos rendah. Berikut adalah gambar rangkaian sensor HSM-20G yang sudah ditambahkan filter yang diperlihatkan pada Gambar 5.



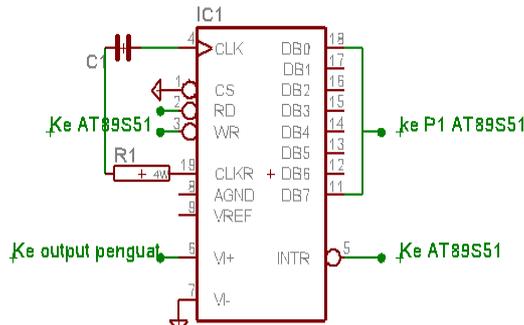
Gambar 5. Rangkaian minimum sensor HSM-20G

2.3.2 Karakterisasi Sensor HSM-20G

Rangkaian karakterisasi sensor HSM-20G diperlukan untuk mengetahui karakteristik dari sensor. Dalam penelitian ini kemampuan sensor HSM-20G yang dibutuhkan adalah respon sensor terhadap kehadiran objek pada kelembaban dan temperatur tertentu. Respon tersebut berupa perubahan resistansi sensor yang menghasilkan tegangan keluaran. Untuk mengetahui tegangan keluaran sensor, dibutuhkan tegangan DC 5 volt. Sensor HSM-20G memiliki empat pin yaitu pin untuk VCC, pin ground, pin sensor temperatur dan pin sensor kelembaban.

2.4 Perancangan Rangkaian ADC 0804

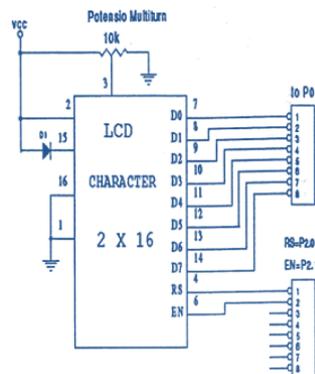
Keluaran dari rangkaian minimum sensor HSM-20G adalah berupa tegangan yang merupakan sinyal analog. Agar sinyal ini dapat diproses oleh mikrokontroler maka terlebih dahulu harus dikonversi menjadi sinyal digital. Rangkaian minimum ADC diperlihatkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Rangkaian minimum ADC 0804

2.5 Perancangan Rangkaian LCD

Rangkaian LCD berguna untuk menampilkan hasil pendeteksian suhu oleh sensor HS1101 yang terukur. Jenis LCD yang penulis gunakan dalam penelitian ini membutuhkan catu daya +5V DC untuk mengaktifkan *backlight*-nya. Rangkaian dasar LCD diperlihatkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Rangkaian dasar LCD

2.6 Teknik Pengelolaan dan Analisis Data

2.6.1 Diagram Alir

Perancangan perangkat lunak berkaitan dengan program yang diisikan pada mikrokontroler. Hal ini dikarenakan mikrokontroler tidak dapat mengendalikan alat lain, kecuali program sesuai dengan pekerjaan yang akan dilakukan. Pada penelitian ini digunakan bahasa pemrograman C untuk memprogram mikrokontroler AT89S52. Sebelum program mengendalikan rangkaian maka dibutuhkan *flowchart* atau diagram alir program untuk menentukan langkah-langkah atau alur penulisan program yang diperlihatkan pada Gambar 8.



Gambar 8. Diagram alir program

2.6.2 Penanaman Program

Sebuah mikrokontroler tidak akan berguna atau tidak akan berfungsi jika tidak ada instruksi-instruksi untuk dijalankan. Sebelum mikrokontroler digunakan maka perlu ditanamkan atau dipasang instruksi-instruksi yang telah dibuat. Untuk menanamkan program ini penulis menggunakan sebuah *software* yaitu ISP-Flash Programmer 3.0a. Berikut ini cara menanamkan program ke dalam mikrokontroler:

1. *Chip* mikrokontroler rangkaian dipasang pada sistem minimum yang telah dibuat. Kemudian rangkaian dihubungkan pada komputer dengan menggunakan kabel DB 25 atau port *printer* dan tegangan 5 V. Tampilan *software* dari AEC-ISP ditunjukkan pada Gambar 3.10.
2. Tentukan tipe mikrokontroler yang digunakan gunakan dengan memilih tipe mikrokontrolermisalnya menggunakan mikrokontroler tipe AT89S52.
3. Klik tombol *signature* untuk menandai apakah rangkaian sudah terhubung atau belum dengan komputer yang ditunjukkan pada Gambar 3.11.
4. Setelah rangkaian terhubung dengan baik kemudian klik tombol *openfile* untuk memilih program mana yang akan ditanamkan ke *chip* mikrokontroler. Secara *default software* akan menampilkan program dengan *file* berekstensi *.Hex, ini dikarenakan mikrokontroler hanya mengenal bilangan ini.
5. Kemudian tombol *write* di klik untuk menuliskan program ke mikrokontroler hingga muncul kotak *verify ok*.

III. HASIL DAN DISKUSI

3.1 Hasil Pengujian Perangkat Keras

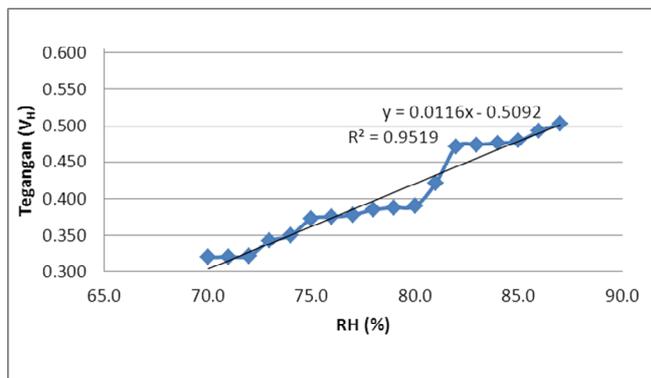
3.1.1 Catu Daya

Rangkaian catu daya membutuhkan tegangan masukan dari PLN sebesar 220 V AC dan tegangan keluaran sekitar 5 V DC. Untuk dapat menghasilkan tegangan 5 V DC, digunakan transformator *step-down* 1 ampere yang akan menurunkan tegangan 220 V AC. Tegangan yang dihasilkan oleh transformator masih berupa tegangan AC oleh karena itu dibutuhkan penyearah tegangan agar keluarannya berupa tegangan DC yang keluarannya sebesar 12 V DC. Untuk menghasilkan tegangan 5 V DC maka dibutuhkan IC regulator LM 7805 untuk menghasilkan tegangan keluaran 5 V DC. Dari Hasil pengujian terhadap rancangan catudaya 5 volt menunjukkan keluaran sebesar 4,90 volt. Keluaran tegangan tersebut masih layak digunakan untuk mencatu komponen yang digunakan dalam penelitian ini. Catudaya 5 volt digunakan untuk mencatu rangkaian mikrokontroler AT89S52, rangkaian ADC 0804 dan rangkaian sensor.

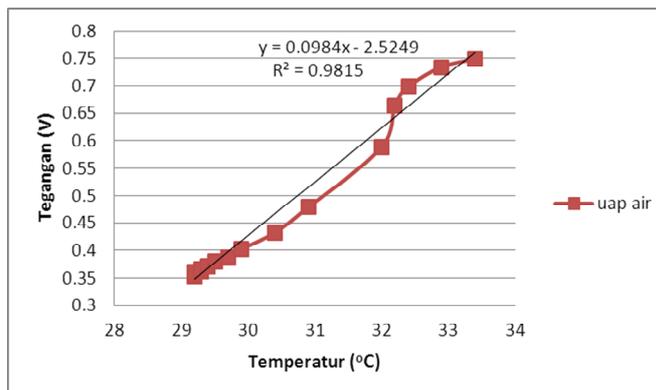
3.1.2 Karakteristik Sensor HSM-20G

Pengujian rangkaian sensor kelembaban (%) dan temperatur (°C) ini dilakukan dengan cara menggandeng sensor HSM-20G dengan alat ukur acuan *humidity* meter (tipe HT-3005HA) dan termometer *digital* (tipe H198509-1) yang diletakkan didalam ruangan tertutup (berukuran 30 cm x 45 cm x 45 cm).

Untuk pengukuran besarnya tegangan kelembaban yang di deteksi oleh sensor HSM-20G dilakukan dengan cara memanaskan air (89,5 °C) yang kemudian uap air tersebut dialiri melalui selang. Untuk menjaga temperatur didalam ruangan tetap stabil, selang tersebut didinginkan dengan cara merendam sebagian selang di dalam wadah yang berisi air dingin (25,6 °C). Data tegangan keluaran sensor HSM-20G diambil setiap kenaikan *humidity* meter. Untuk pengukuran besarnya tegangan temperatur yang dideteksi oleh sensor HSM-20G dilakukan dengan cara memanaskan air (89,5 °C) di dalam ruangan tertutup tersebut. Data tegangan keluaran sensor HSM-20G diambil setiap kenaikan temperatur pada termometer *digital*.



Gambar 9. Grafik karakteristik sensor HSM-20G (RH terhadap tegangan keluaran)



Gambar 10. Grafik karakteristik sensor HSM-20G (temperatur terhadap tegangan keluaran)

Dari Gambar 9 diperoleh fungsi regresi linier, yaitu: $y = 0,0116x - 0,5092$. Fungsi tersebut memperlihatkan bahwa tegangan keluaran kelembaban sensor HSM-20G berbanding lurus dengan kelembaban relatif yang dideteksi oleh *humidity* meter. Hal ini dibuktikan dengan derajat korelasi linier grafik yang cukup baik, yaitu $R^2 = 0,9519$, angka 0,9519 V/% menyatakan sensitivitas sensor, sedangkan 0,0116 menyatakan tegangan keluaran awal dari sensor dengan kelembaban relatif awal -0,5092 %.

Dari Gambar 10 diperoleh fungsi regresi linier, yaitu : $y = 0,0984x - 2,5249$ untuk pemanasan dengan uap air. Fungsi tersebut juga memperlihatkan bahwa tegangan keluaran temperatur sensor HSM-20G berbanding lurus dengan temperatur yang dideteksi oleh termometer *digital*. Hal ini dibuktikan dengan derajat korelasi linier grafik yang cukup baik yaitu $R^2 = 0,9815$. Angka 0,9815V/°C menyatakan sensitivitas sensor sedangkan 0,0984 menyatakan tegangan keluaran awal dari sensor dengan temperatur awal -2,5249 °C.

3.1.3 Rangkaian LCD dan Mikrokontroler AT89S52

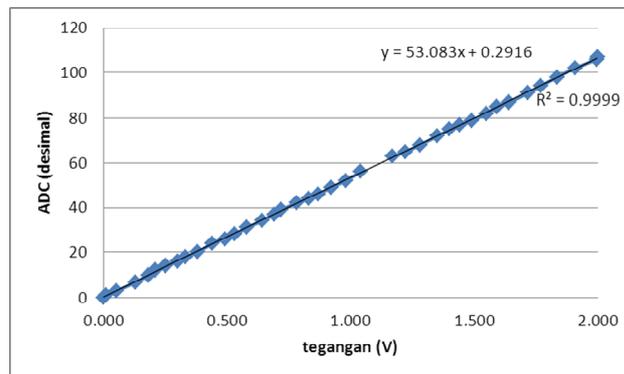
Rangkaian mikrokontroler AT89S52 dirancang sekaligus dengan tampilan LCD. Pengujian ini dilakukan untuk melihat apakah program yang dituliskan dalam mikrokontroler dapat bekerja sesuai dengan yang diinginkan. Program ditulis menggunakan MIDE 51, dalam bahasa pemrograman C. Selanjutnya program ditanamkan ke dalam mikrokontroler menggunakan *softwareIsp pgm*. Pengujian ini dilakukan dengan cara memanggil salah satu prosedur pada program utama, selanjutnya ditanamkan kemikrokontroler dan dilihat hasilnya pada Gambar 11.



Gambar 11. Rangkaian mikrokontroler AT89S52 dengan LCD

3.1.4 Rangkaian ADC

Pengujian rangkaian ADC dilakukan dengan menanamkan program pengujian ADC ke dalam mikrokontroler. Setelah itu dilakukan pengujian ADC 0804 dengan *input* masukan berasal dari potensiometer (10 Kohm) yang dicatu dengan tegangan 4,90 V. Setelah itu dilihat besarnya tegangan potensiometer pada multimeter untuk setiap kenaikan data desimal ADC yang tertera pada layar LCD. Potensiometer diputar dari batas minimumnya hingga batas maksimumnya

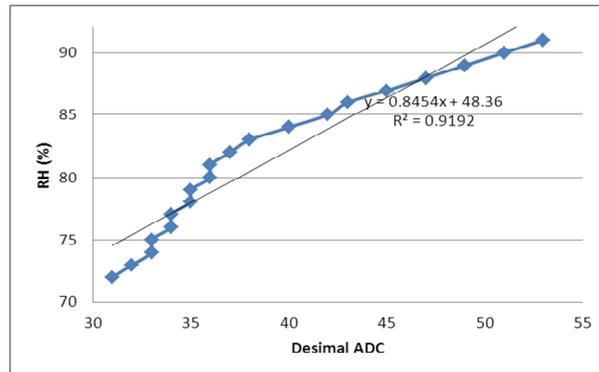


Gambar 12. Grafik pengujian ADC 0804

Berdasarkan grafik pada Gambar 12 diperoleh persamaan regresi linear dengan persamaan $y = 53,083 + 0,2916$. Angka 53,083 merupakan besarnya faktor konversi ADC 0804 dan 0,2916 merupakan *offset* ADC 0804. Dari grafik diperoleh koefisien determinasi tegangan masukan ADC terhadap data desimal sebesar $R^2 = 0,9999$ yang hampir mendekati 1 yang berarti memiliki korelasi linear yang cukup baik.

3.1.5 Persamaan kelembaban dan temperatur pada *software*

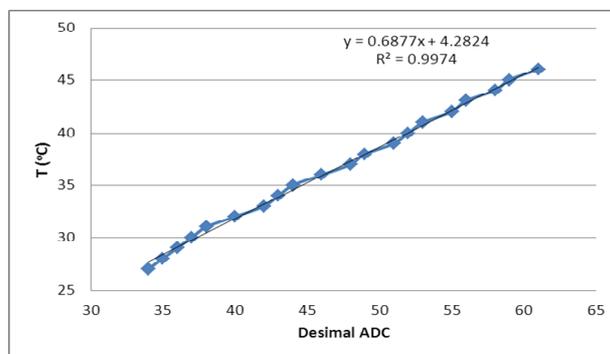
Keluaran tegangan kelembaban dan tegangan temperatur akan menjadi masukan pada rangkaian ADC 0804. Dibutuhkan persamaan garis regresi linear yang terbentuk dari pembacaan desimal ADC pada LCD terhadap kelembaban relatif (RH) yang terbaca pada *humidity* meter dan temperatur yang terbaca pada termometer *digital*. Persamaan yang didapatkan akan dimasukkan kedalam program sebagai hasil pembacaan dari sensor HSM-20G terhadap perubahan kelembaban dan temperatur disekitarnya.



Gambar 13. Grafik pengujian ADC 0804 (desimal ADC terhadap RH)

Hasil persamaan yang diperoleh dapat dilihat pada Gambar 13 dengan persamaan $y = 0,8454x + 48,36$. Dan hasil tersebut terlihat bahwa pembacaan kelembaban oleh sensor HSM-20G sebanding dengan pembacaan desimal ADC 0804. Dengan menggunakan pendekatan garis linear didapatkan hubungan antara pembacaan kelembaban sensor dengan data desimal dalam bentuk Persamaan 1.

$$\text{Kelembaban} = 0,8454\text{desimal} + 48,36 \text{ (}^\circ\text{C)} \tag{1}$$



Gambar 14. Grafik pengujian ADC 0804 (desimal ADC terhadap T)

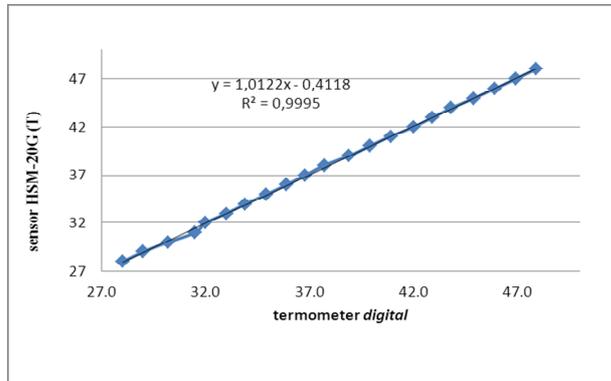
Hasil persamaan yang diperoleh dari Gambar 14 dengan persamaan $y = 0,6877x + 4,2824$ dan hasil tersebut terlihat bahwa pembacaan temperatur oleh sensor HSM-20G sebanding dengan pembacaan desimal ADC 0804. Dengan menggunakan pendekatan garis linear didapatkan hubungan antara pembacaan temperatur sensor dengan data desimal dalam bentuk Persamaan 2.

$$\text{Temperatur} = 0,6877\text{desimal} + 4,2824 \text{ (}\% \text{)} \tag{2}$$

3.1.6 Hasil pengujian alat ukur kelembaban dan temperatur

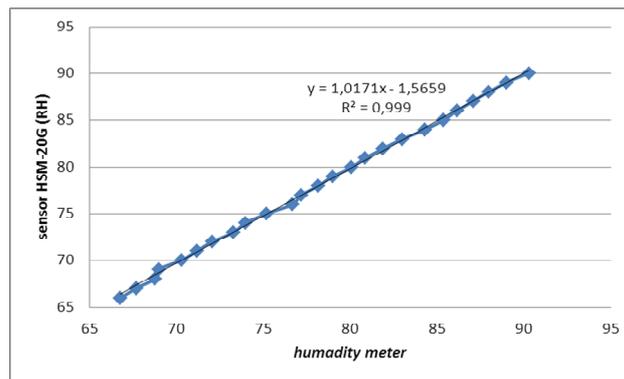
Pengujian hasil pembacaan sensor ini dilakukan untuk melihat seberapa akuratnya tingkat ketelitian dari alat untuk mendeteksi kelembaban dan temperatur yang dibandingkan dengan hasil pembacaan dari *humidity* meter dan termometer *digital*. Hasil perbandingan antara

alat yang dibuat dengan alat acuan dari termometer *digital* dan *humidity* meter dapat dilihat pada Gambar 15 dan Gambar 16.



Gambar 15. Grafik pengujian sensor setelah linearisasi (temperatur)

Berdasarkan Gambar 15 terlihat bahwa hasil pembacaan sensor cukup linear dengan besar linearitasnya 0,9995, sedangkan kemiringan garis sebesar 1,0122 dan nilai awalnya sebesar -0,4118. Persamaan linear ini menjadi nilai pembacaan temperatur sensor, dimana nilai ini merupakan nilai pembacaan sensor setelah dilakukan linearisasi.



Gambar 16. Grafik pengujian sensor setelah linearisasi (kelembaban)

Berdasarkan Gambar 16 terlihat bahwa hasil pembacaan sensor cukup linear dengan besar linearitasnya 0,999, sedangkan kemiringan garis sebesar 1,017 dan nilai awalnya sebesar -1,5659. Persamaan linear ini menjadi nilai pembacaan kelembaban sensor, dimana nilai ini merupakan nilai pembacaan sensor setelah dilakukan linearisasi.

3.2 Hasil pengujian perangkat lunak

Pengujian ini dilakukan untuk melihat apakah program yang dituliskan dalam mikrokontroler dapat bekerja sesuai dengan yang diinginkan. Program ditulis dengan menggunakan MIDE 51, dengan menggunakan bahas pemograman C. Program tersebut ditulis secara lengkap kemudian dikompile dan kemudian ditanamkan kedalam mikrokontroler AT89S52 dengan menggunakan *software* ISP pgm. Awalnya karena keluaran dari sensor HSM-20G memiliki dua buah keluaran analog sehingga dibutuhkan dua buah ADC 0804 untuk mengkonverternya dalam bentuk digital dan dihubungkan ke mikrokontroler AT89S52 sehingga terbaca pada LCD. Namun program dengan dua buah ADC dan satu buah mikrokontroler tidak ada tampilan apa-apa pada LCD sehingga pengujian program terhadap dua buah keluaran dari sensor HSM-20G dilakukan terpisah, artinya pengujian dilakukan dengan menggunakan 2 buah ADC 0804 dan 2 buah mikrokontroler AT89S52 yang dipasang terpisah. Masing-masing mikrokontroler ditanamkan program-program yang berlainan yaitu program pembacaan keluaran temperatur dan program pembacaan keluaran kelembaban yang kemudian akan ditampilkan pada LCD.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil rancangan, realisasi, pengujian, dan analisis data yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa:

1. Sensor kelembaban pada modul sensor HSM-20G memiliki sensitivitas 0,011 V/%, dengan nilai awal (*offset*) pada -0,509 V, dan derajat korelasi linier $R^2 = 0,951$.
2. Sensor temperatur pada modul sensor HSM-20G memiliki sensitivitas 0,098 V/°C, dengan nilai awal pada -0,065 V (untuk pemanasan dengan lampu 5 W), dan derajat korelasi linier $R^2 = 0,981$.
3. ADC0804 yang digunakan memiliki resolusi 52,96 desimal/V dengan nilai awal 0,157 desimal.
4. Untuk pengukuran temperatur, alat hasil rancangan ini memiliki persentase kesalahan relatif maksimum 1,587% dengan rata-rata kesalahan 0,322%..
5. Untuk pengukuran kelembaban udara, alat hasil rancangan ini memiliki persentase kesalahan relatif maksimum 1,198% dengan rata-rata kesalahan 0,329%.
6. Mikrokontroler AT89S52 pada penelitian ini tidak dapat digunakan untuk mengontrol dan menampilkan hasil pengukuran dua sensor sekaligus.

DAFTAR PUSTAKA,

- Adi, A.N. dan Tia, U.A., 2008, Perancangan system Pengukuran Temperatur dan Kelembaban Pada Alat uji Pengkondisian Udara, *Prosiding Seminar Nasional Teknoin*, Yogyakarta.
- Limantoro, D., 2005, Alat Pengukur Kelembaban Berbasis AVR Menggunakan Sensor RHK14AN, *Skripsi*, Teknik Elektro, Universitas Kristen Putra, Surabaya.
- Permatasari, 2005, Rancang Bangun Alat Pengukur Temperatur dan Kelembaban Berbasis PC dengan Menggunakan Sensor LM35DZ dan Sensor RHK1AN, *Skripsi*, FMIPA Fisika, Universitas Andalas, Padang.