

SISTEM PEMANTAU SUHU DAN KELEMBABAN RUANGAN DENGAN NOTIFIKASI VIA EMAIL

Arief Hendra Saptadi¹, Jaenal Arifin²

Program Studi D-III Teknik Telekomunikasi, Sekolah Tinggi Teknologi Telematika Telkom
Jl. D. I. Panjaitan No. 128 Purwokerto
Telp.(0298) 641629
E-mail: ariefhs@stttelematikatelkom.ac.id¹, jaetoga@st3telkom.ac.id²

ABTRAK

Sistem pemantauan jarak jauh memungkinkan pengawasan terhadap nilai-nilai pengukuran tanpa memerlukan kehadiran operator di tempat. Dalam sistem ini, terdapat instrumentasi elektronik yang melakukan pengukuran, mengirimkannya ke sebuah komputer server dan meneruskannya dalam bentuk pemberitahuan ke operator yang berada di tempat lain. Dengan meluasnya akses internet saat ini, salah satu media notifikasi yang dapat digunakan adalah email. Tujuan dari penelitian ini adalah merancang sistem pemantauan suhu dan kelembaban ruangan dengan notifikasi via email ke operator. Sistem ini terdiri dari piranti mikropengendali ATmega328P yang dilengkapi sensor suhu dan kelembaban DHT22 dan RTC DS1307, komputer server yang menjalankan Monitoring Application, server Temboo, server email pengirim dan server email tujuan. Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, rangkaian mikropengendali telah dapat melakukan pengukuran, pengiriman, penampilan dan penyimpanan data. Monitoring application telah mampu beroperasi sesuai rancangan tampilan dan fungsionalitas. Notifikasi email telah dapat dikirimkan sesuai kondisi suhu dan kelembaban terhadap nilai ambang. Meski demikian, nilai yang dihasilkan sensor DHT22 cenderung fluktuatif dan terdapat beberapa kondisi perekaman data yang terlewat pada detik-detik tertentu. Pada kesempatan mendatang, waktu pembacaan sensor DHT22 perlu diperpanjang agar menghasilkan nilai-nilai yang stabil. Selain itu, waktu jeda perekaman data perlu diatur lebih lama daripada waktu pembacaan sensor untuk menghindarkan terlewatnya rekaman data.

Kata Kunci: Sistem Pemantau, Suhu, Kelembaban, Email

1. PENDAHULUAN

Seiring berkembangnya teknologi dalam bidang pengukuran elektronis untuk tujuan tertentu, saat ini hal tersebut dimungkinkan dengan bantuan media internet. Pengukuran dilakukan dengan pelaporan (*report*) atau notifikasi antara lain berupa E-mail. Notifikasi secara waktu-nyata ini dapat berwujud peringatan terhadap nilai-nilai yang melebihi batasan spesifik atau rangkuman (*summary*) dari hasil-hasil pengukuran selama rentang waktu tertentu. Pengukuran dengan notifikasi jarak jauh seperti ini sebenarnya adalah salah satu penerapan dari *Internet of Things* (IoT). Dalam teknologi ini, perangkat keras dan perangkat lunak dapat saling berkomunikasi melalui medium internet, mewujudkan sebuah sistem untuk suatu keperluan. Sistem ini dapat berupa aplikasi pengendalian perangkat atau berupa aplikasi untuk memantau sebuah pengukuran yang sedang dilakukan.

Dua buah parameter yang umum diukur, yaitu suhu dan kelembaban, memungkinkan untuk dipantau secara jarak jauh di lokasi berbeda. Pemantauan pengukuran secara elektronis ini dapat

berguna bagi industri dan instansi pemerintah, antara lain yang bergerak di bidang prakiraan cuaca, kesehatan dan lainnya. Sistem pemantauan suhu dan kelembaban ini sebenarnya juga merupakan penerapan dari konsep *physical computing*. *Physical computing* adalah sebuah konsep untuk memahami hubungan antara manusia dan lingkungan sekelilingnya yang bersifat alamiah terhadap komputer melalui aktivitas fisik. Pada prakteknya, konsep ini menerapkan penggunaan sensor-sensor dan mikropengendali ke dalam desain atau proyek untuk menerjemahkan masukan analog ke dalam sistem perangkat lunak komputer yang berkarakteristik digital (Odendahl, Finn, & Wenger, 2010). Pada aplikasi *Internet of Things* (IoT), sistem notifikasi berupa e-mail dalam sebuah pengukuran elektronis menjadi sangat strategis, mengingat keberadaan email saat ini yang sudah tidak dapat dipisahkan dari aktivitas keseharian. Ada pun *Internet of Things* (IoT) itu sendiri didefinisikan sebagai sebuah konsep yang bertujuan untuk memperluas manfaat dari konektivitas internet yang tersambung secara terus-menerus, dan dapat berbagi data, pengendalian jarak jauh (*remote control*), dan sebagainya (Chaouchi, 2013). Dalam makna lain *Internet of Things* (IoT) adalah sebuah konsep/skenario dimana suatu objek yang memiliki kemampuan untuk mentransfer data melalui jaringan tanpa memerlukan interaksi manusia ke manusia atau manusia ke komputer.

Tujuan dari penelitian ini adalah merancang sebuah prototipe sistem pemantauan suhu dan kelembaban dengan notifikasi melalui email. Jika nilai-nilai suhu dan/atau kelembaban tersebut melebihi nilai ambang tertentu, maka sebuah email pemberitahuan akan dikirim ke petugas atau operator. Sistem ini dibatasi untuk hanya berjalan satu arah, yaitu dari instrumen pengukur suhu dan kelembaban menuju penerima email karena hanya bersifat sebagai pemantau, bukan sebagai pengendali.

2. KAJIAN PUSTAKA

Sensor DHT22 merupakan sensor yang dapat difungsikan mendeteksi perubahan suhu dan kelembaban dengan keluaran berupa data digital sehingga tidak memerlukan proses ADC (Sparkfun, n.d.). Sensor ini sebenarnya terdiri dari komponen pendeteksi kandungan air, pendeteksi suhu dan mikropengendali 8 bit dalam satu kemasan. Sensor lain yang masih berada pada famili yang sama dengan DHT22 adalah DHT11. Berdasarkan pengujian yang pernah dilakukan, DHT22 memiliki akurasi yang lebih baik daripada DHT11. Sedangkan DHT11 memiliki rentang galat yang lebih lebar dibandingkan dengan DHT22 (Saptadi, 2014).

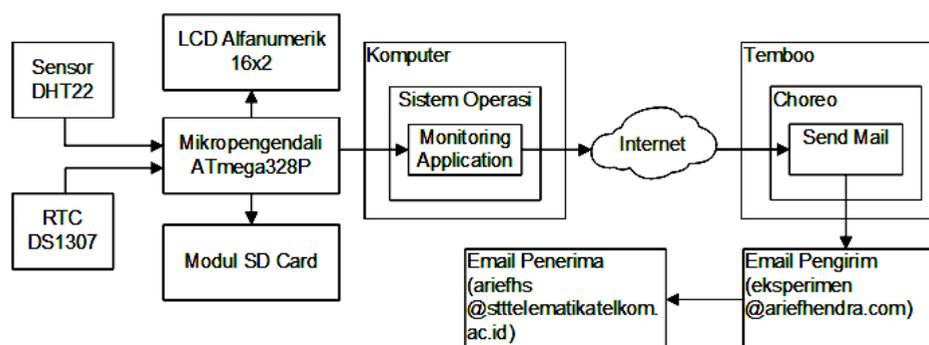
Dalam penelitian yang dilakukan oleh Antonius (Cahaya, n.d.) mengutarakan bahwa pengukuran suhu dan kelembaban dapat dilakukan dengan teknik *multichannel data logger*. Teknik ini merupakan sebuah konsep sistem elektronika yang menggunakan metode penggabungan beberapa sensor, yang diterapkan dalam pemantauan dan kendali otomatis inkubator bayi. Pengujian menggunakan program Arduino dengan bahasa C sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan. Dari data tersebut dapat dikatakan bahwa sistem ini dapat bekerja dengan baik setelah menggunakan sistem pengukuran konsep aplikasi Multichannel Data Logger yaitu dimana kanal pengukuran yang digunakan lebih banyak. Adapun data hasil pengukuran ditampilkan ke layar tampilan di PC (*Personal Computer*).

3. METODE

Penelitian ini berfokus pada pemantauan suhu dan kelembaban dengan notifikasi via e-mail. Tahapan penelitian yang dilakukan adalah meliputi:

3.1. Perancangan Sistem Secara Keseluruhan

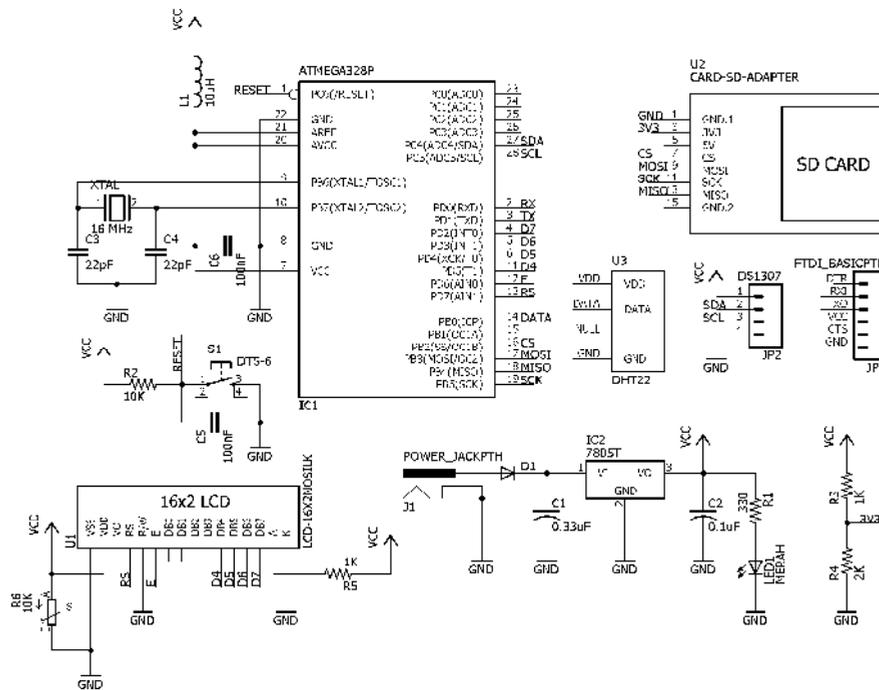
Secara keseluruhan, sistem yang dirancang adalah seperti terlihat dalam Gambar 1. Sensor untuk mendeteksi suhu dan kelembaban menggunakan DHT22. Modul lain yang diperlukan adalah berupa RTC (*Real Time Clock*) DS1307 yang berfungsi untuk memberikan data tanggal dan waktu saat dilakukan pengukuran. Mikropengendali ATmega328P mengambil data dari RTC DS1307 dan sensor DHT22 lalu menampilkannya ke LCD Alfanumerik 16x2 dan merekamnya dalam bentuk berkas teks melalui modul SD Card. Data yang didapatkan tersebut (tanggal, waktu, suhu dan kelembaban) selanjutnya dikirim oleh mikropengendali ke komputer melalui komunikasi serial USART (*Universal Synchronous Asynchronous Receiver Transmitter*). Aplikasi pada komputer yang menampilkan data tersebut ditulis menggunakan bahasa pemrograman Processing. Bahasa derivat dari Java ini berorientasi pada bentuk-bentuk visual (Reas, 2015) sehingga memudahkan dalam membuat tampilan GUI (*Graphical User Interface*). Aplikasi Processing yang dibuat disisipkan sebuah berkas pustaka (*library*) agar dapat mengirimkan data ke server Temboo. Temboo (<http://temboo.com>) itu sendiri adalah sebuah layanan web yang menjembatani komunikasi antara aplikasi dengan layanan di internet, dalam hal ini adalah server email. Temboo memiliki berbagai modul yang disebut Choreo, salah satunya adalah untuk mengirimkan email (*Send Mail*) melalui SMTP (*Simple Mail Transfer Protocol*). Email setelah diterima di alamat pengirim selanjutnya diteruskan ke alamat penerima.



Gambar 1. Perancangan Sistem Secara Keseluruhan.

3.2. Perancangan Perangkat Keras

Perangkat keras yang dirancang dalam penelitian ini adalah berwujud rangkaian sistem mikropengendali dengan bagian utama berupa cip ATmega328P, sensor DHT22, RTC DS1307, LCD Alfanumerik 16x2 dan modul SD Card. Sebagai bagian pendukung pada sistem tersebut adalah rangkaian *clock* dengan kristal (XTAL) berfrekuensi 16 MHz untuk memberikan detak ke mikropengendali, rangkaian reset untuk mengembalikan ke kondisi awal saat tombol S1 ditekan, rangkaian catu daya dengan dua keluaran yaitu +5 V dan +3,3 V (khusus untuk modul SD Card) dan sebuah modul komunikasi serial FTDI RL232. Bentuk rangkaian secara keseluruhan tersebut adalah sebagaimana diperlihatkan dalam Gambar 2.



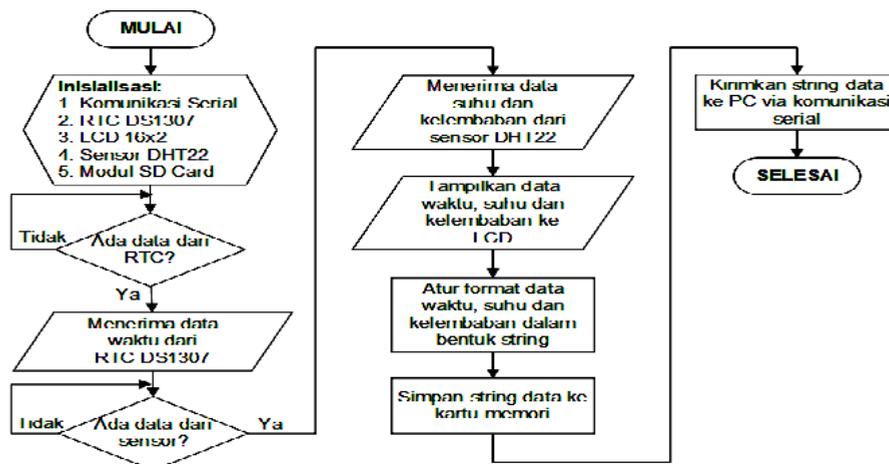
Gambar 2. Rangkaian Lengkap Sistem Mikropengendali

3.3. Perancangan Perangkat Lunak

Perangkat lunak yang dirancang untuk penelitian ini terdiri dari dua macam, yaitu program untuk mikropengendali atau *firmware* dan aplikasi pada komputer yang dinamakan *Monitoring Application*.

3.3.1. Firmware

Program untuk mikropengendali ATmega328P ditulis menggunakan bahasa pemrograman Arduino. Bahasa ini memiliki instruksi yang mirip dengan C dan lingkungan pengembangannya disebut Arduino IDE (Banzi, 2015). Alur kerja dari program tersebut adalah seperti dalam Gambar 3. Hasil akhir dari program tersebut adalah dikirimkannya string data (terdiri dari nilai suhu, kelembaban, tanggal dan waktu) ke PC via komunikasi serial secara terus-menerus dengan format tertentu.

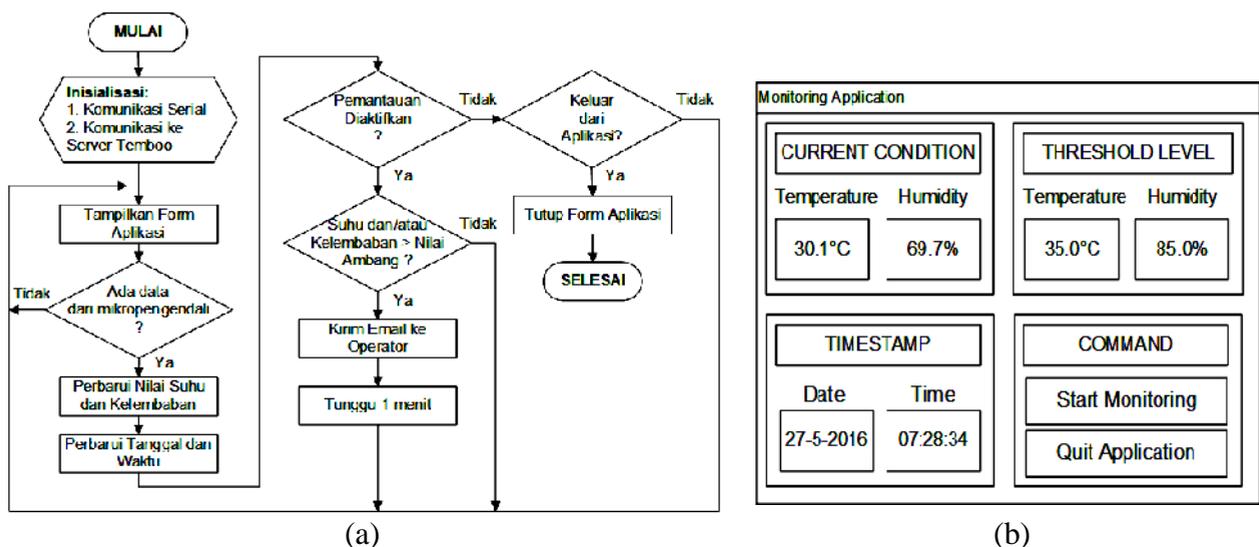


Gambar 3. Alur Kerja Program untuk Mikropengendali

3.3.2. Monitoring Application

Aplikasi pemantau atau *monitoring application* berjalan di PC yang bertugas untuk menerima data dari mikropengendali dan mengirimkan data tersebut via email. Seperti terlihat pada Gambar 4.a, notifikasi email tersebut berlangsung bila fungsi pemantauan diaktifkan dan setidaknya salah satu dari nilai suhu atau kelembaban telah melebihi nilai ambang (*threshold level*).

Sedangkan rancangan antarmuka dari aplikasi tersebut ditunjukkan dalam Gambar 4.b. Ada empat bagian utama dari aplikasi yaitu *Current Condition* yang berisi data terkini suhu dan kelembaban (dari sensor DHT22), *Threshold Level* yang berisi nilai-nilai ambang yang ditetapkan untuk kedua parameter tersebut, *Timestamp* yang memberikan informasi tanggal dan waktu (yang diperoleh dari RTC DS1307) saat pengukuran untuk nilai-nilai tersebut dilakukan dan *Command* berisi tombol perintah untuk menjalankan pemantauan dan keluar dari aplikasi.



Gambar 4. *Monitoring Application* (a) Alur Kerja (b) Rancangan Tampilan

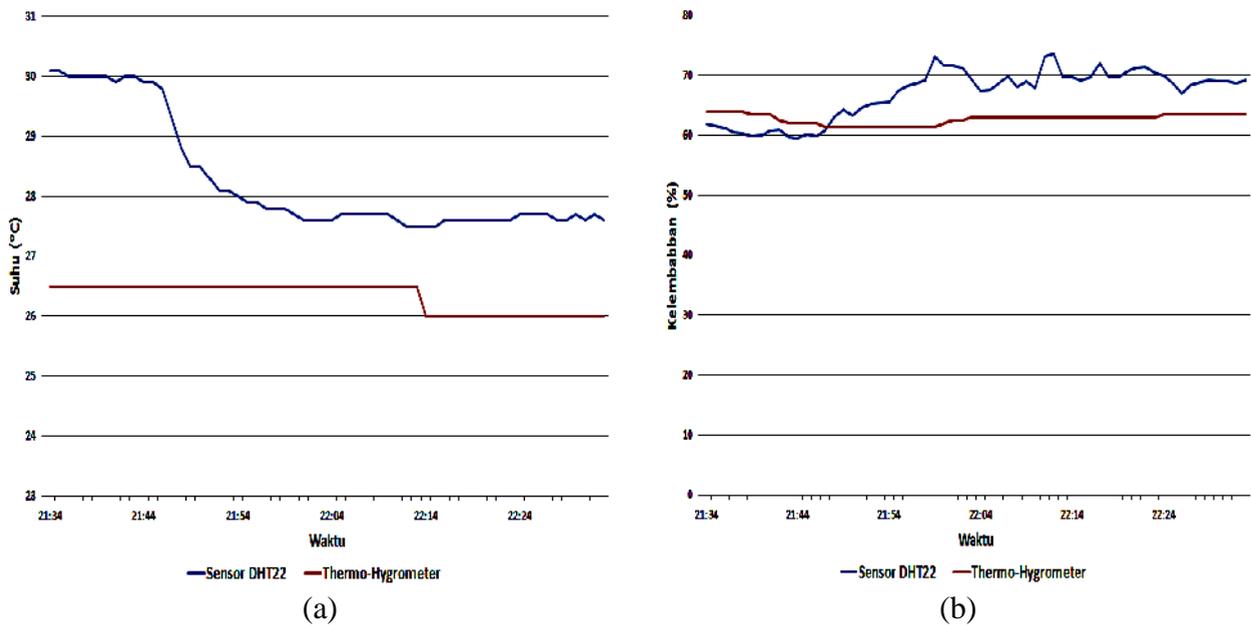
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebagai upaya untuk memverifikasi seluruh perancangan, maka dilakukan berbagai pengujian dengan hasil-hasil yang diperoleh adalah sebagaimana berikut ini:

4.1. Pengujian Akurasi Pengukuran Suhu dan Kelembaban

Pengujian ini dilakukan selama satu jam dengan pengambilan data suhu dan kelembaban dilakukan setiap satu menit sekali. Nilai yang diperoleh kemudian dibandingkan dengan alat ukur Thermo-Hygrometer acuan. Sesuai grafik pada Gambar 5 terlihat bahwa nilai pembacaan dari sensor DHT22 cenderung lebih tinggi dan fluktuatif dibandingkan dengan hasil yang didapatkan dari alat ukur.

Berdasarkan hasil-hasil yang diperoleh, rerata galat ukur untuk suhu adalah sebesar 7% dengan rata-rata selisih terhadap alat ukur acuan sebesar 1,7°C. Sedangkan untuk kelembaban, didapatkan rerata galat ukur 9% dengan selisih rata-rata 5,3% terhadap nilai yang didapatkan dari alat ukur.



Gambar 5. Hasil Pengujian Pengukuran Akurasi (a) Suhu (b) Kelembaban

4.2. Pengujian Komunikasi Serial

Pada pengujian ini rangkaian mikropengendali dihubungkan ke PC melalui salah satu port USB yang terbaca sebagai COM4. Aplikasi PuTTY digunakan untuk mengetahui apakah terdapat data yang dikirimkan dari mikropengendali dan jika benar demikian, apakah data tersebut memiliki format yang ditentukan.

Data yang didapatkan seharusnya memiliki format: $\$[suhu]\#[kelembaban]![waktu]\&[tanggal]$. Sesuai tampilan aplikasi PuTTY seperti pada Gambar 6 terlihat bahwa data sudah muncul dengan format yang benar. Sedangkan nilai-nilai suhu dan kelembaban yang tampil menandakan bahwa sensor DHT22 sudah dapat bekerja dengan baik. Demikian pula nilai waktu dan tanggal yang berasal dari RTC DS1307.

```

COM4 - PuTTY
$28.20#59.50!18:32:07$15-06-2016
$28.20#59.50!18:32:08$15-06-2016
$28.20#59.50!18:32:09$15-06-2016
$28.20#59.50!18:32:10$15-06-2016
$28.20#59.50!18:32:11$15-06-2016
$28.20#59.50!18:32:13$15-06-2016
$28.20#59.50!18:32:14$15-06-2016
$28.20#59.50!18:32:15$15-06-2016
$28.20#59.50!18:32:16$15-06-2016
$28.20#59.50!18:32:17$15-06-2016
$28.20#59.50!18:32:18$15-06-2016
$28.20#59.50!18:32:20$15-06-2016

```

Gambar 6. Hasil Pengujian Komunikasi Serial

4.3. Pengujian Tampilan di LCD

Pengujian ini berupa pengamatan tampilan di LCD alfanumerik 16x2. Sesuai tampilan pada Gambar 7 terlihat bahwa nilai-nilai waktu, tanggal, suhu dan kelembaban sudah dapat tertampil dengan baik. Hal ini juga menandakan bahwa sensor DHT22 dan RTC DS1307 telah beroperasi dengan lancar.



Gambar 7. Hasil Pengujian Tampilan di LCD

4.4. Pengujian Penyimpanan Data di Kartu Memori

Pada pengujian ini ketika mikropengendali dihidupkan, maka data suhu, kelembaban, waktu dan tanggal akan dituliskan terus-menerus ke kartu memori (yang berukuran sebesar 2 GB) melalui modul SD Card setiap satu detik sekali. Berkas yang dihasilkan bernama data.csv atau memiliki format *Comma-Separated Values*.

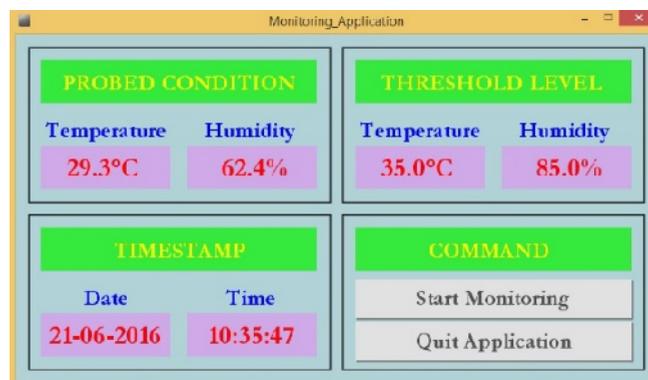
Ketika kartu memori dibaca di PC, maka isi berkas data.csv tersebut adalah sebagaimana pada Gambar 8. Seluruh data sudah terekam dengan baik, kendati pun demikian kadang kala dijumpai rekaman data yang terlewat pada detik tertentu. Pada gambar tersebut terlihat bahwa rekaman data pada detik ke-33 terlewatkan.

	A	B	C	D	E	F	G
1	28.4	62.6	22:11:27	15-06-2016			
2	28.4	62.6	22:11:28	15-06-2016			
3	28.4	62	22:11:29	15-06-2016			
4	28.4	62	22:11:30	15-06-2016			
5	28.3	62.4	22:11:31	15-06-2016			
6	28.3	62.4	22:11:32	15-06-2016			
7	28.3	62.3	22:11:34	15-06-2016			
8	28.3	62.3	22:11:35	15-06-2016			
9	28.3	62.2	22:11:36	15-06-2016			
10	28.3	62.2	22:11:37	15-06-2016			

Gambar 8. Hasil Penyimpanan Data

4.5. Pengujian *Monitoring Application*

Dalam pengujian ini aplikasi yang dibuat menggunakan perangkat pemrograman Processing dijalankan dan dibandingkan tampilannya terhadap rancangan awal. Dengan membandingkan tampilan aplikasi tersebut pada Gambar 9 dengan rancangannya seperti pada Gambar 4.b., maka dapat disimpulkan bahwa aplikasi yang dihasilkan sudah sesuai dengan perancangan.



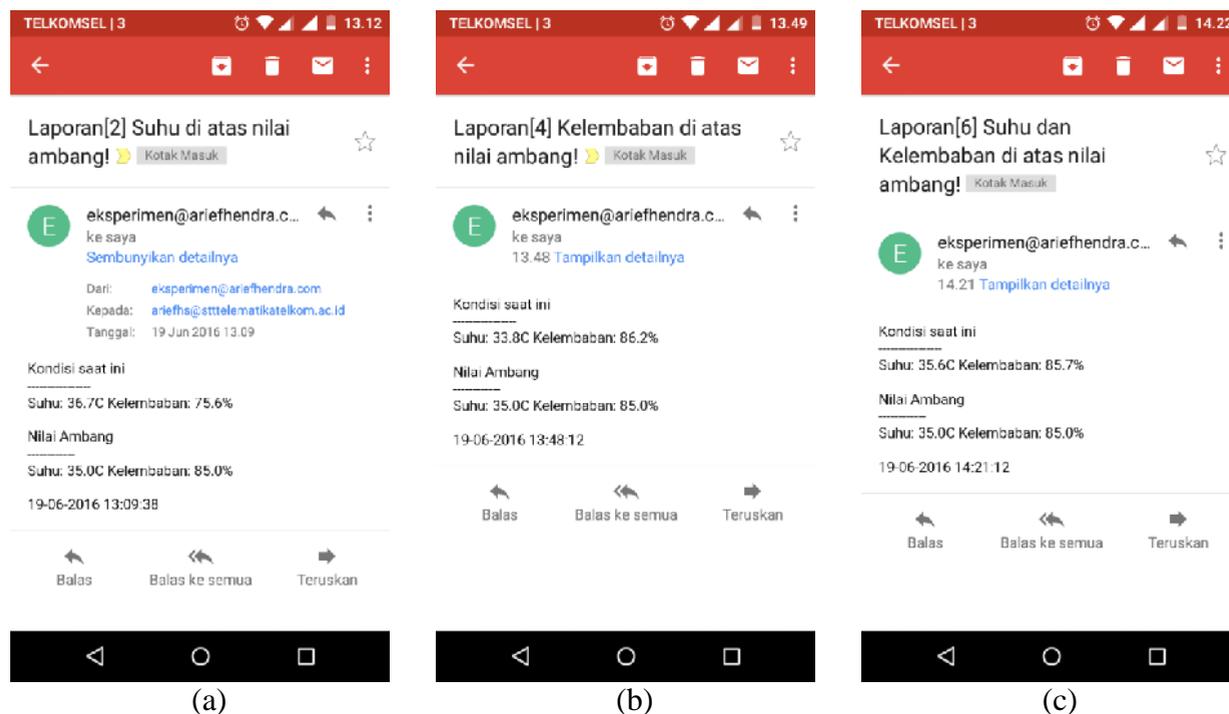
Gambar 9. Tampilan Aplikasi

4.6. Pengujian Pengiriman Notifikasi via Email

Pengujian ini adalah tahap terakhir dilakukan sekaligus untuk memverifikasi cara kerja dari sistem secara keseluruhan. Ketika sistem bekerja, maka terdapat kondisi-kondisi yang mungkin terjadi seperti dalam Tabel 1. Ketika kondisi tersebut tercapai, yang ditandai dengan aktifnya indikator tertentu, maka ini dibandingkan dengan saat pengujian dilakukan, apakah indikator tersebut juga aktif.

Pada kondisi ketiga, yaitu sewaktu nilai suhu melebihi nilai ambang, saat pengujian dijalankan, terdapat notifikasi email seperti dalam Gambar 10.a. Ketika kondisi keempat tercapai, yaitu nilai kelembaban di atas nilai ambang, sebuah email pemberitahuan diterima seperti pada Gambar 10.b. Kemudian saat kondisi kelima berlangsung, yaitu kedua nilai tersebut melebihi nilai ambang maka muncul sebuah notifikasi via email seperti dalam Gambar 10.c.

Ada pun isi dari masing-masing email tersebut adalah perincian nilai suhu dan kelembaban untuk kondisi saat itu dan nilai ambang yang ditetapkan. Pada baris terakhir terdapat catatan tanggal dan waktu, kapan hasil pengukuran tersebut diperoleh.



Gambar 10. Notifikasi Email

Tabel 1. Kondisi Operasi dan Indikator

No.	Kondisi	Indikator	Hasil Uji
1.	Pemantauan berhenti	Tombol berlabel "Monitoring"	"Start OK"
2.	Pemantauan berlangsung. Suhu dan Kelembaban tidak melebihi nilai ambang	Tombol berlabel "Monitoring". Tidak ada notifikasi email yang dikirimkan.	"Stop OK"

3.	Pemantauan berlangsung. Suhu melebihi nilai ambang. Kelembaban masih di bawah ambang.	Tombol berlabel “Stop Monitoring”. Notifikasi email dikirimkan, tentang suhu yang melebihi nilai ambang.	OK
4.	Pemantauan berlangsung. Kelembaban melebihi nilai ambang. Suhu masih di bawah ambang.	Tombol berlabel “Stop Monitoring”. Notifikasi email dikirimkan, tentang kelembaban yang melebihi nilai ambang.	OK
5.	Pemantauan berlangsung. Suhu dan Kelembaban melebihi nilai ambang.	Tombol berlabel “Stop Monitoring”. Notifikasi email dikirimkan, tentang suhu dan kelembaban yang melebihi nilai ambang.	OK
6.	Keluar dari aplikasi	Saat tombol “Quit Application” diklik, form utama menutup.	OK

5. KESIMPULAN

Berdasarkan perancangan yang sudah dilakukan dan hasil-hasil pengujian yang diperoleh, maka dapat disimpulkan hal-hal berikut ini:

1. Rangkaian mikropengendali telah dapat menjalankan empat fungsi yang berkaitan dengan data yaitu pengambilan (melalui proses pengukuran), penampilan (via tampilan di LCD), perekaman (dalam bentuk berkas berformat CSV) dan pengiriman (via komunikasi serial ke PC).
2. *Monitoring application* baik secara tampilan maupun fungsionalitas telah beroperasi dengan baik dan sesuai dengan rancangan awal.
3. Pengiriman notifikasi email untuk masing-masing kondisi ketika diuji sudah berjalan dengan baik, demikian pula pengujian untuk seluruh kondisi lainnya.

Meskipun demikian masih dijumpai beberapa kekurangan seperti pembacaan sensor DHT22 yang cenderung fluktuatif dan perekaman data yang terlewat pada detik-detik tertentu. Pada kesempatan mendatang, waktu pembacaan sensor DHT22 perlu diperpanjang untuk menghasilkan nilai-nilai yang lebih stabil. Sebagai solusi untuk menghindari perekaman data yang terlewat, maka perlu adanya pengaturan waktu jeda perekaman data yang lebih panjang dibandingkan dengan pembacaan data dari sensor maupun RTC.

DAFTAR PUSTAKA

- Banzi, M., Shiloh, M. (2015). *Getting Started with Arduino*. 3rd Edition. Maker Media, Inc., Sebastopol, CA, USA.
- Cahaya, D. A. N. P. (n.d.). Aplikasi Multi-Channel Data Logger Pada Pengukuran Suhu , Kelembaban Udara, 1–22.
- Chaouchi, H. (2013). *The Internet of Things: Connecting Objects*. Wiley. Retrieved from <https://books.google.co.id/books?id=EGNm4iT8TC8C>
- Odendahl, M., Finn, J., & Wenger, A. (2010). *Arduino - Physical Computing für Bastler, Designer und Geeks*. O'Reilly Germany: O'Reilly. Retrieved from <https://books.google.co.id/books?id=YSsj2b2h37kC>
- Reas, C., Fry, Ben. (2015). *Getting Started with Processing*. 2nd Edition. Maker Media, Inc.,

Sebastopol, CA, USA.

Saptadi, A. H. (2014). Perbandingan Akurasi Pengukuran Suhu dan Kelembaban antara Sensor DHT11 dan DHT22 Studi Komparatif pada Platform ATMEL AVR dan Arduino. Jurnal INFOTEL ST3 Telkom Purwokerto. Vol. 6, No. 2 , November 2014.

Sparkfun. (n.d.). Digital-output relative humidity & temperature sensor/module. Retrieved from <https://www.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Temperature/DHT22.pdf>