



## Aplikasi Pemantau Suhu dan Kelembaban Udara Berbasis Nuvoton NUC140VE3CN dan Sensor HTU21D

Jaenal Arifin<sup>1</sup>, Arief Hendra Saptadi<sup>2</sup>, Relesa Anggita Permata T. W<sup>3</sup>  
<sup>1,2,3</sup>Program Studi D3 Teknik Telekomunikasi, Institut Teknologi Telkom Purwokerto  
<sup>1,2,3</sup>Jl. D. I. Panjaitan No.128 Purwokerto, Indonesia  
Email korespondensi : [jaetoga@st3telkom.ac.id](mailto:jaetoga@st3telkom.ac.id)<sup>1</sup>

Dikirim 24 Agustus 2017, Direvisi - , Diterima 31 Oktober 2017

**Abstrak** - Parameter suhu dan kelembaban udara memiliki peran penting dalam pertumbuhan dan perkembangan tanaman hortikultura. Berdasar hal tersebut, aplikasi monitoring dirancang untuk menggunakan personal computer (PC) sebagai penampil data hasil pengukuran sehingga memungkinkan pengguna mengamati kedua parameter tersebut dengan mudah. Dalam penelitian ini, Nuvoton NUC140VE3CN mengolah data suhu dan kelembaban udara dari sensor HTU21D, kemudian data ditampilkan pada LCD Black Dot Matrix 128x64 serta dikirimkan ke PC melalui komunikasi serial (via modul FTDI232RL). Data ini diterima oleh serial port PC pengguna, kemudian ditampilkan oleh aplikasi Processing yang telah dibuat. Dari hasil pengujian diperoleh aplikasi mampu menampilkan data suhu, kelembaban udara, waktu, status suhu dan status kelembaban udara secara tepat sesuai perencanaan. Aplikasi mampu merekam data, dan menyimpannya dalam file berformat csv. Status suhu dan kelembaban udara telah dapat menampilkan kondisi optimal atau tidak optimal. Pengujian akurasi pengukuran dilakukan dengan membandingkan hasil pembacaan antara sensor HTU21D terhadap Thermo-hygrometer Analog acuan. Rerata suhu yang diperoleh sensor HTU21D sebesar 25,1°C sedangkan Thermo-hygrometer sebesar 25°C. Selisih dari kedua perangkat sebesar 0,5°C, dengan error rerata sebesar 2%. Untuk rerata kelembaban udara, hasil yang diperoleh sensor HTU21D sebesar 72,1% dan Thermo-hygrometer sebesar 65,4%. Selisih nilai keduanya sebesar 6,8% dengan error rerata sebesar 10%..

**Kata kunci** - Suhu, Kelembaban Udara, Sensor HTU21D, Nuvoton NUC140VE3CN, LCD *Black Dot Matrix* 128x64, Modul FTDI232RL, Komunikasi Serial, Thermo-hygrometer Analog, *Processing*

**Abstract** - The parameter of temperature and relative humidity have an important role in the growth and development of horticultural crops. Based on this, monitoring application is designed to use personal computer (PC) as a data viewer of the measurement results. Hence, it allows users to observe these parameters with ease. In this study, Nuvoton NUC140VE3CN performs data processing of temperature and relative humidity from HTU21D sensor, after which the data will be displayed on 128x64 Black Dot Matrix LCD and they are also sent to the PC through serial communication (via FTDI232RL module). These data will be received by user's PC serial port, and be displayed by the Processing application that has been created. From the performed tests, the application had been able to display temperature, relative humidity, time, the status of temperature and relative humidity appropriately as planned. The application is capable to record data and save them in a CSV-formatted file. The status of temperature and relative humidity had been able to indicate optimal or non-optimal condition. The test for measurement accuracy was performed by comparing the readings from HTU21D sensor to referenced analog Thermo-hygrometer. The average temperature obtained from HTU21D sensor is 25.1°C, while Thermo-hygrometer results in 25° C. The measurement differences between them are 0.5°C with average error of 2%. For average relative humidity, the result obtained from HTU21D sensor is 72.1% and it is 65.4% from Thermo-hygrometer . The differences between them are 6.8 % with average error of 10%.

**Keywords** - Temperature, Relative Humidity, HTU21D Sensor, Nuvoton NUC140VE3CN, 128x64 Black Dot Matrix LCD, FTDI232RL Module, Serial Communication, Analog Thermo-Hygrometer, Processing

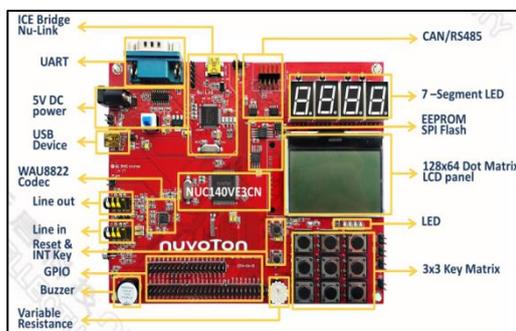
## I. PENDAHULUAN

Hortikultura dalam arti luas sebagai kegiatan budidaya tanaman yang dilakukan di dalam lingkup pekarangan. Pembudidayaan hortikultura sendiri memerlukan ilmu yang mumpuni dengan keterampilan yang lebih [1]. Penting untuk dapat diketahui mengenai tanaman dan memiliki gagasan yang jelas tentang apa yang dibutuhkan, sehingga semua faktor dapat diatasi untuk mencapai tujuan. Perlu ditegaskan bahwa kesalahan dari salah satu faktor dapat menyebabkan pertumbuhan tanaman dapat terhambat [2].

Menyadari pentingnya suhu dalam mengatur tingkat proses fisiologis dan mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tanaman [3]. *Science daily* pada september tahun 2013, dalam laporan Kumar dan Wigge 2010 mengungkapkan bahwa tanaman sangat luar biasa sensitif terhadap suhu dan bisa merasakan perubahan dalam satu derajat celsius [4]. Parameter penting lainnya ialah kelembaban udara. Kelembaban adalah jumlah uap air yang tersimpan di atmosfer [5]. Konsumsi air tanaman sangat erat kaitannya dengan kelembaban udara, dan perubahannya konsumsi nutrisi yang bersifat relatif terhadap air disebabkan oleh RH (Relative Humidity) dapat mengakibatkan kekurangan gizi dan banyaknya garam [6].

Pembacaan sensor, pengumpulan informasi dari sensor, pengolahan data suhu dan kelembaban secara eksperimen dapat dilakukan dengan memanfaatkan sensor dengan sistem *embedded* [7].

Board NuMicro Seri NUC100 memiliki inti ARM® Cortex™-M0 yang tertanam pada mikropengendali seri NUC140VE3CN dengan kecepatan 4-24 MHz. Mikropengendali ini dilengkapi memori flash sebesar 128 KB dan SRAM sebesar 4KB. Learning Board yang digunakan mendukung mode pemrograman In-System Programming (ISP) maupun In-Circuit Programming (ICP).

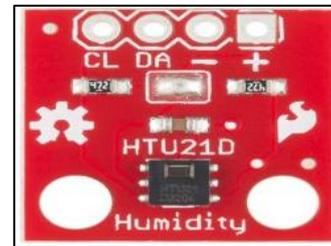


Gambar 1. Nu-LB-NUC140 Board [5]

Fitur lain yang didukung pada board tersebut adalah satu slot kartu SD dengan mode SPI1, satu antarmuka serial I2C EEPROM. NuMicro juga dilengkapi peripheral serbaguna lainnya, seperti GPIO, Timer, Watchdog Timer, RTC, PDMA, UART, SPI/MICROWIRE, I2C, I2S, PWM, LIN, CAN, PS2,

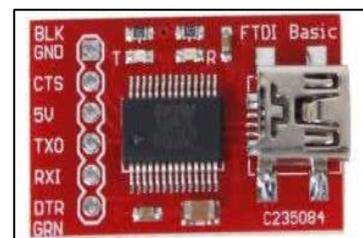
USB 2.0 FS Device, ADC 12-bit, komparator analog, Low Voltage Reset dan Brown-out Detector. Secara fisik Nuvoton Learning Board NUC140 ditunjukkan pada Gambar 1.

Sensor yang digunakan dalam aplikasi ini adalah sensor suhu dan kelembaban udara digital, HTU21D produksi dari Measurement Specialties. Sensor ini menggunakan arus sebesar  $450\mu\text{A}$  pada saat aktif dan  $0.02\mu\text{A}$  pada saat mode tidur. Tegangan operasinya antara 1.5-3.6 VDC [8].



Gambar 2. Sensor Kelembaban HTU21D [8]

FT232R adalah USB ke serial UART dengan keluaran generator jam opsional dan FTDIHDIP-IDTM. FT232R dapat digunakan untuk sistem berbasis mikrokontroler. Alat ini dapat digunakan untuk semua platform baik pada linux dan windows. IC FT232RL biasanya terpasang pada satu modul yang biasa disebut FTDI, yang dapat digunakan sebagai komunikasi serial (USART) ke PC [9].



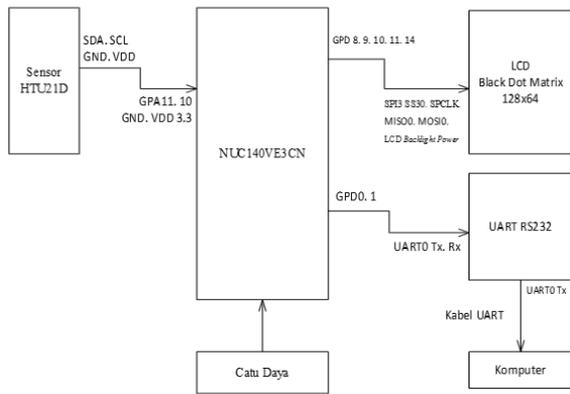
Gambar 3. Bentuk Fisik Modul FTDI232RL[9]

## II. METODE PENELITIAN

### A. Perancangan Sistem

Diagram blok sistem diperlihatkan seperti pada Gambar 1. Bertindak sebagai piranti masukan adalah sensor kelembaban dan suhu HTU21D. Nuvoton NUC140VE3CN berperan sebagai piranti pemroses. Sedangkan LCD *Black Dot Matrix* 128x64 dan komputer bertindak sebagai piranti keluaran, masing-masing untuk menghasilkan tampilan teks dan data pada serial monitor. Seluruh bagian tersebut ditopang oleh sistem catu daya yang dirancang secara terpisah.

Cara kerja dari sistem berawal ketika sensor HTU21D mengukur kelembaban dan suhu udara, keluaran berupa angka digital. Mikropengendali Nuvoton NUC140VE3CN selanjutnya mengirimkan nilai kelembaban dan suhu udara tersebut ke LCD *Black Dot Matrix* 128x64 untuk ditampilkan serta mengirimkan nilai kelembaban dan suhu udara ke komputer melalui modul *USB to UART* FTDI232RL.



Gambar 4. Diagram Blok Sistem

B. Perancangan Perangkat Keras

Perangkat keras yang dirancang berfokus pada sistem papan eksperimen Nuvoton NUC140VE3CN. Mikropengendali tersebut menggunakan inti 32-bit ARM® Cortex™-M0 yang memiliki memori program sebesar 128 KB, memori pemrosesan atau *Static Random Access Memory* (SRAM) 16 KB (Nuvoton, 2014).

Sensor yang digunakan untuk memonitor suhu dan kelembaban adalah sensor HTU21D yang dihubungkan ke pin PA10 (SDA), PA11 (SCL), GND dan VDD3.3 pada Nuvoton NUC140. Piranti tersebut menampilkan hasil pengukuran dalam angka digital. Rentang operasi sensor HTU21D untuk pengukuran kelembaban ialah 0 hingga 100 %RH dan -40 hingga +125 °C untuk pengukuran suhu.

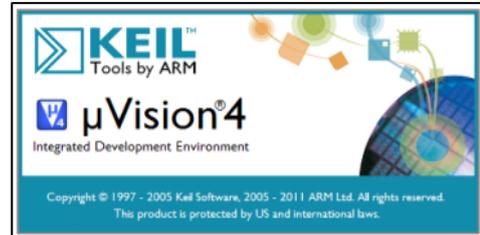
Mikropengendali ARM® Cortex-M0 selanjutnya bertugas untuk mengirimkan nilai kelembaban dan suhu ke penampil LCD tipe dot matriks berukuran 128x64. LCD 128x64 pada Nuvoton NUC140 tersebut terdiri dari beberapa buah pin yang dapat dikonfigurasi, secara garis besar memiliki fungsi sebagai kendali operasi, lajur data dan instruksi (SPI), serta pengaktif *backlight power*.

Komunikasi antara mikropengendali Nuvoton NUC140VE3CN dan komputer memanfaatkan komunikasi serial UART via FTDI232RL yang menghubungkan perangkat sistem pemantau suhu dan kelembaban udara melalui pin GPB1 (UART0 Transmitter) mikrokontroler dengan bagian Receiver komputer, kemudian diproses melalui perangkat pemrograman Processing. Konfigurasi komunikasi data sistem ialah 8 bit data, 1 bit stop dan bit rate 9600 bps. Di dalam modul FTDI232RL terdapat 6 pin diantaranya GND, Tegangan (5V, 3.3V), TX0, RX, CTS dan DTR. Pada perancangan ini pin yang digunakan yaitu 4 pin antaranya GND, (3.3V), TX dan RX.

Catu daya yang digunakan untuk rangkaian tersebut adalah berasal dari adaptor sebesar 5 Volt DC yang dihubungkan melalui CON5 pada Nuvoton NUC140.

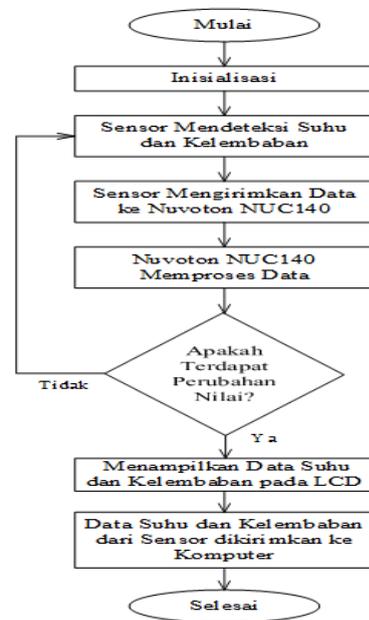
C. Perancangan Perangkat Lunak

Perangkat lunak (*firmware*) Nuvoton NUC140 ini ditulis menggunakan bahasa pemrograman C. Aplikasi yang digunakan untuk menulis *project*, mengompilasi dan mengunduhnya ke dalam mikropengendali bernama Keil µVision. Keil µVision memiliki library serta *sample code* yang cukup lengkap untuk aplikasi Nuvoton NUC140VE3CN. Pada penelitian ini Keil µVision yang digunakan adalah versi 4.



Gambar 5. Tampilan Awal Aplikasi Keil µVision versi 4

Perancangan perangkat lunak dibagi menjadi tiga bagian, *flowchart* sederhana dari program utama penelitian ini adalah sebagai berikut.

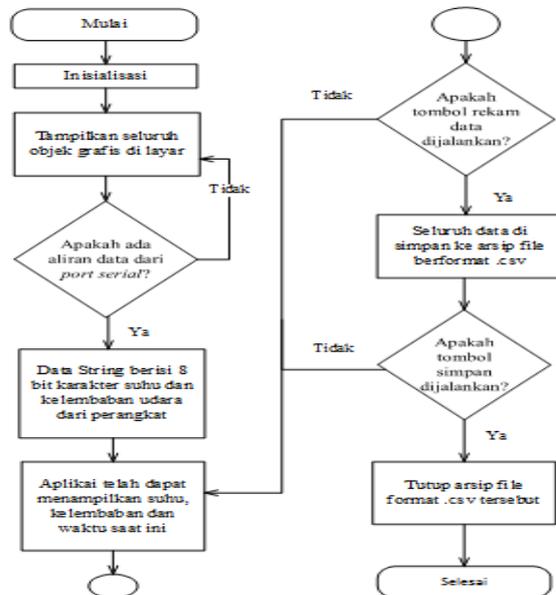


Gambar 6. Diagram Alir Program Mikropengendali Nuvoton NUC140VE3CN

Perancangan tampilan program untuk suhu dan kelembaban udara ini berbasis GUI menggunakan perangkat pemrograman Processing versi 3.3.3 Win (Standard). Perancangan perangkat lunak aplikasi berbasis *Processing*, *flowchart* sederhana dari program ini adalah sebagaimana pada Gambar 7.

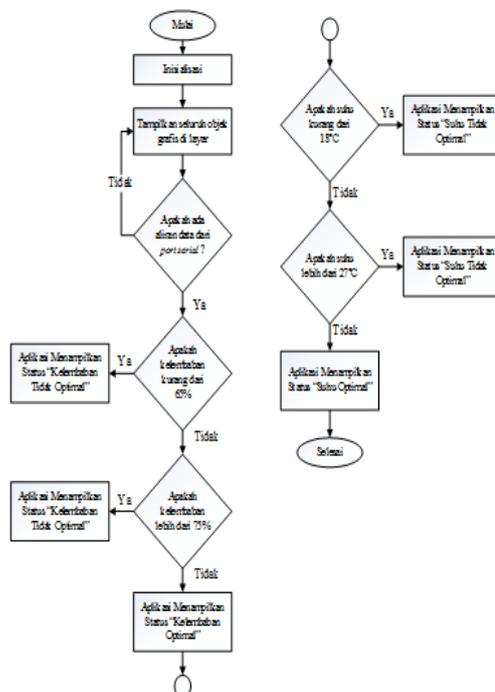
Dimulai dengan proses inialisasi program dengan memanggil modul komunikasi serial, pengaturan *delay* dan objek komunikasi serial. Ketika port serial sudah sesuai dengan komputer pengguna dari sensor akan mengirim karakter data yang berupa data suhu dan kelembaban udaramberisi 8 karakter bit yang belum dipisahkan. Dari *processing* dilakukan proses pembacaan data dan pemisahan karakter atau

pengambilan karakter untuk suhu dan kelembaban udara. Sehingga nilai suhu dan kelembaban udara yang ada pada perangkat *thermohyrometer* dapat ditampilkan melalui proses komunikasi serial. *Processing* akan terus melakukan pengambilan karakter untuk suhu dan kelembaban udara dari aliran data port serial, proses ini diulang dalam jeda/delay tertentu.



Gambar 7. Flowchart Perancangan Aplikasi Keseluruhan

Pada aplikasi terdapat status box yang memberikan status suhu dan kelembaban udara terukur saat itu. Untuk parameter suhu dibuat dua jenis status yaitu optimal dan tidak optimal. *flowchart* dari status ini adalah sebagai berikut.



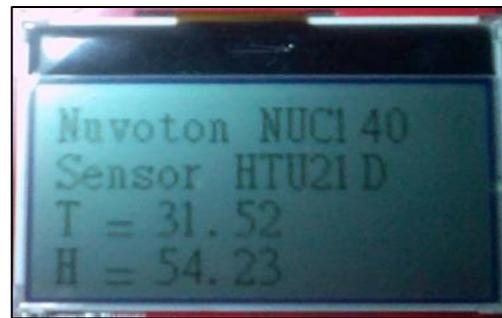
Gambar 8. Flowchart Perancangan Status Suhu dan Kelembaban Udara

Untuk status suhu optimal ialah jika suhu terukur berada dalam rentang antara 18°C dan 27°C. Jika suhu kurang dari 18°C atau lebih dari 27°C maka suhu dianggap tidak optimal. Untuk parameter kelembaban juga dibuat dua jenis status yaitu optimal dan tidak optimal. Untuk status kelembaban optimal ialah jika suhu terukur berada dalam rentang antara 65% dan 75%. Jika kelembaban kurang dari 65% atau lebih dari 75% maka kelembaban dianggap tidak optimal.

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Pengujian Tampilan LCD 128x64

Pengujian pada LCD ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui apakah LCD Black Dot Matrix 128x64 dapat menampilkan karakter huruf, angka, ataupun simbol sesuai keinginan. Untuk percobaannya yaitu LCD dapat menampilkan hasil pengukuran suhu dan kelembaban udara yang dihasilkan sensor HTU21D. Pada pengujian ini LCD digunakan untuk menampilkan hasil pengukuran suhu dan kelembaban udara. Dengan format tampilan T= (Nilai Suhu) dan H= (Nilai Kelembaban Udara).



Gambar 9. Hasil Pengujian LCD 128x64

Dari hasil pengujian tersebut LCD mampu menampilkan karakter huruf, angka serta hasil pengukuran suhu dan kelembaban udara. Hasil pengukuran dapat ditampilkan dalam bentuk akurasi dua angka dibelakang koma

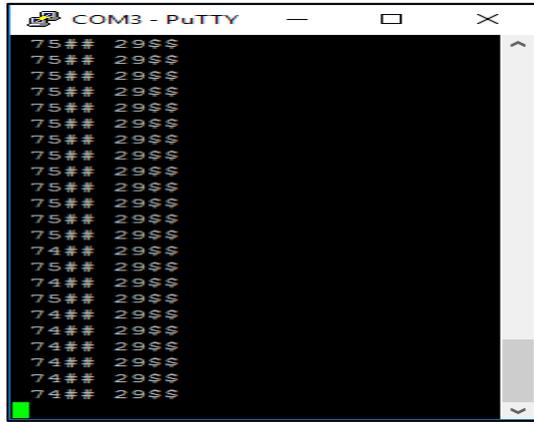
#### B. Pengujian Komunikasi Serial

Pengujian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui komunikasi data yang terjadi antara mikropengendali dengan perangkat PC/laptop melalui port serial.

Pada percobaan ini *personal computer* pengguna dihubungkan dengan perangkat mikropengendali melalui modul FTDI232RL, sebagai konverter USB ke Serial. Pengujian ini dilakukan pada PC dengan sistem operasi Windows 10 64 bit. Untuk port komunikasi serial yang digunakan ialah port 3.

Parameter komunikasi serial yang digunakan yaitu mode sinkron, bitrate 9600 bps, 8 bit data, 1 bit stop tanpa bit paritas format data yang ditampilkan pada serial monitor PuTTY yaitu (nilai kelembaban udara)##(nilai suhu)\$. Nilai suhu dan kelembaban udara dibuat dalam skala 0-100, akurasi tanpa angka dibelakang koma. Nilai yang ditampilkan merupakan hasil pengukuran dalam selang setiap satu detik.

Pengujian komunikasi serial telah berjalan dengan baik dari perangkat embedded ke PC. Komunikasi serial yang telah berjalan menunjukkan data suhu dan kelembaban udara dalam setiap satuan waktu. Nilai ini yang berubah-ubah. Serial monitor PuTTY dapat menampilkan data suhu dan kelembaban udara seperti terlihat dalam Gambar 10.

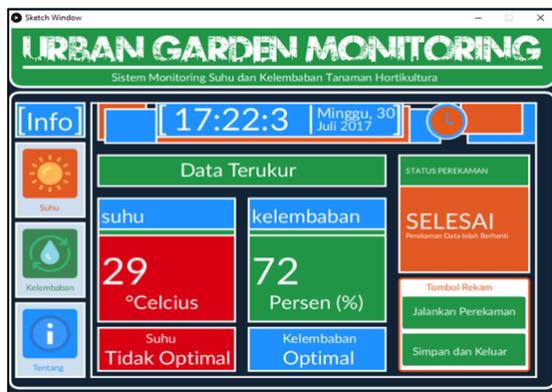


Gambar 10. Pengujian Komunikasi Serial pada Windows 10 64 Bit

C. Pengujian Aplikasi

Proses pada pengujian perangkat lunak telah dilakukan pada platform sistem operasi Windows 10 64 bit. Aspek yang diamati meliputi penampilan data, penampilan status suhu dan kelembaban udara, dan penyimpanan data.

Tampilan keseluruhan aplikasi terdiri dari objek atau tombol sebagai berikut: Data Terukur, Perekaman Data, Info. Pada "Data Terukur" terdapat tampilan data nilai suhu dan kelembaban udara, serta statusnya. Nilai ini didapatkan dari perangkat embedded Nuvoton NUC140 dan sensor HTU21D. Untuk data hari, tanggal dan waktu diambil dari PC dan program secara otomatis menyesuakannya, saat aplikasi dijalankan. Data waktu, yaitu jam, menit dan detik telah dapat tampil dalam aplikasi sesuai dengan waktu pengguna membuka aplikasi.

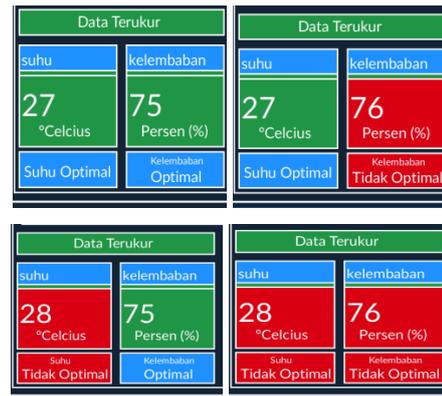


Gambar 11. Tampilan Aplikasi Pada Windows 10

Secara keseluruhan untuk tampilan aplikasi penampil dan perekam data suhu dan kelembaban udara telah dapat diwujudkan sesuai dengan rancangan

tampilan (*wireframe*). Keseluruhan data telah dapat ditampilkan dengan baik di Windows 10 64 bit.

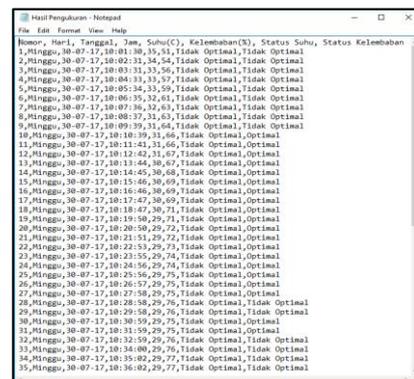
Pada aplikasi ini status box akan memberikan status suhu dan kelembaban udara terukur saat itu. Untuk parameter suhu dibuat dua jenis status yaitu optimal dan tidak optimal. Untuk status suhu optimal ialah jika suhu terukur berada dalam rentang antara 18°C dan 27°C. Jika suhu kurang dari 18°C atau lebih dari 27°C maka suhu dianggap tidak optimal. Untuk parameter kelembaban juga dibuat dua jenis status yaitu optimal dan tidak optimal. Untuk status kelembaban optimal ialah jika suhu terukur berada dalam rentang antara 65% dan 75%. Jika kelembaban kurang dari 65% atau lebih dari 75% maka kelembaban dianggap tidak optimal.



Gambar 12. Tampilan Status Suhu dan Kelembaban

Status box pada aplikasi penampil dan perekam data suhu dan kelembaban udara telah dapat memberikan status suhu dan kelembaban udara terukur secara tepat dan akurat sesuai rancangan.

Pada pengujian ini perekaman data dilakukan dengan menjalankan proses penyimpanan data didalam waktu tertentu. Setelah perekaman dihentikan dan pengguna keluar dari aplikasi (melalui tombol "Simpan dan Keluar"), sebuah berkas berformat .csv akan terbentuk. Proses penyimpanan data dilakukan pada Windows 10 64 bit. Isi berkas dapat dibuka menggunakan aplikasi penyunting teks seperti Notepad dan Microsoft Excel, seperti pada kedua gambar ini.



Gambar 13. Tampilan Hasil Perekaman Data pada Notepad

Nomor	Hari	Tanggal	Jam	Suhu(C)	Kelembaban(%)	Status Suhu	Status Kelembaban
1	Minggu	30-07-17	10:01:30	35	51	Tidak Optimal	Tidak Optimal
2	Minggu	30-07-17	10:02:31	34	54	Tidak Optimal	Tidak Optimal
3	Minggu	30-07-17	10:03:31	33	50	Tidak Optimal	Tidak Optimal
4	Minggu	30-07-17	10:04:33	33	57	Tidak Optimal	Tidak Optimal
5	Minggu	30-07-17	10:05:34	33	59	Tidak Optimal	Tidak Optimal
6	Minggu	30-07-17	10:06:35	32	61	Tidak Optimal	Tidak Optimal
7	Minggu	30-07-17	10:07:36	32	63	Tidak Optimal	Tidak Optimal
8	Minggu	30-07-17	10:08:37	31	63	Tidak Optimal	Tidak Optimal
9	Minggu	30-07-17	10:09:39	31	64	Tidak Optimal	Tidak Optimal
10	Minggu	30-07-17	10:10:39	31	60	Tidak Optimal	Optimal
11	Minggu	30-07-17	10:11:41	31	66	Tidak Optimal	Optimal
12	Minggu	30-07-17	10:12:42	31	67	Tidak Optimal	Optimal
13	Minggu	30-07-17	10:13:44	30	67	Tidak Optimal	Optimal
14	Minggu	30-07-17	10:14:45	30	68	Tidak Optimal	Optimal
15	Minggu	30-07-17	10:15:46	30	69	Tidak Optimal	Optimal
16	Minggu	30-07-17	10:16:46	30	69	Tidak Optimal	Optimal
17	Minggu	30-07-17	10:17:47	30	69	Tidak Optimal	Optimal
18	Minggu	30-07-17	10:18:47	30	71	Tidak Optimal	Optimal
19	Minggu	30-07-17	10:19:50	29	71	Tidak Optimal	Optimal
20	Minggu	30-07-17	10:20:50	29	72	Tidak Optimal	Optimal
21	Minggu	30-07-17	10:21:51	29	72	Tidak Optimal	Optimal
22	Minggu	30-07-17	10:22:53	29	73	Tidak Optimal	Optimal
23	Minggu	30-07-17	10:23:55	29	74	Tidak Optimal	Optimal
24	Minggu	30-07-17	10:24:56	29	74	Tidak Optimal	Optimal

Gambar 14. Tampilan Hasil Perekaman Data pada Microsoft Excel 2010

Untuk pengujian hasil perekaman dan penyimpanan data telah dapat diwujudkan. Seluruh data dapat tersimpan dengan baik dan dapat dibuka menggunakan aplikasi penyunting teks seperti Notepad dan Microsoft Excel.

#### D. Akurasi Pengukuran Suhu dan Kelembaban

Pengujian akurasi pengukuran suhu dan kelembaban udara dilakukan dengan membandingkan hasil pengukuran aplikasi menggunakan sensor HTU21D dengan Thermo-hygrometer analog.

Kesalahan relatif adalah perbandingan antara kesalahan mutlak dengan nilai sebenarnya. Adapun rumus dalam perhitungan *relative error* seperti berikut

$$e = \frac{E}{P} = \left| \frac{(P - P^*)}{P} \right| \times 100\%$$

Keterangan :

E = Kesalahan relatif terhadap nilai eksak

E = Kesalahan mutlak

P = Nilai eksak

P\* = Nilai perkiraan

Standar deviasi (simpangan baku) adalah ukuran-ukuran keragaman (variasi) data statistik yang paling sering digunakan. Pengujian ini dilakukan untuk melihat kepresisian hasil pengukuran.

$$s = \sqrt{\frac{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2}{n(n-1)}}$$

Keterangan:

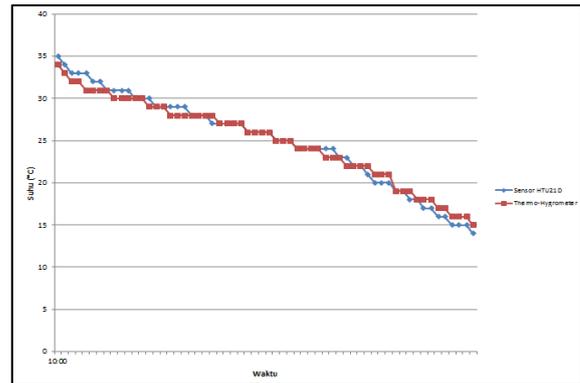
s = Standar deviasi (simpangan baku)

$x_i$  = Nilai x ke-i

n = Ukuran sampel

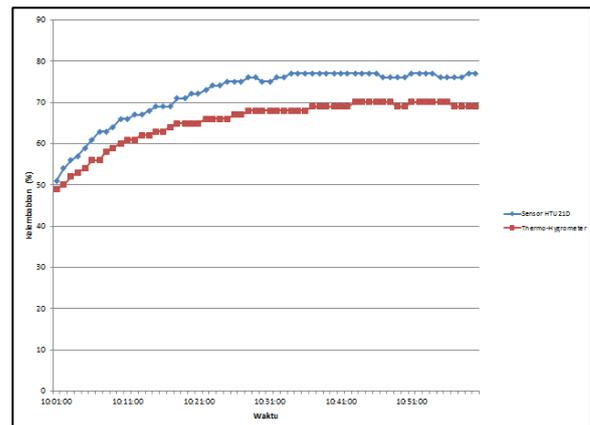
Untuk mengetahui nilai error atau kesalahan relatif dari pengukuran suhu dan kelembaban udara pada suatu lokasi tertentu, dalam hal ini pengujian dilakukan di dalam ruangan, dengan selang waktu

pengambilan data setiap satu menit. Data yang diambil dalam pengujian ini ialah sebanyak 60 sampel data.



Gambar 15. Hasil Pengukuran Suhu

Dari hasil pengukuran suhu tersebut dari 60 buah sampel data, didapatkan bahwa nilai rata-rata hasil pembacaan suhu oleh aplikasi sensor HTU21D yaitu sebesar 25.1°C, sedangkan hasil pembacaan suhu oleh Thermo-hygrometer analog rerata sebesar 25°C. Sehingga sensor HTU21D memiliki simpangan baku sebesar 5.515, dengan rentang suhu yang didapatkan pembacaan sebesar 14 sampai 35°C. Sedangkan rentang suhu yang didapatkan pembacaan Thermo-hygrometer analog sebesar 15 sampai 34°C. Dengan nilai simpangan baku sebesar 4.948. Selisih pengukuran kedua perangkat tersebut ialah 0.5°C dan error reratanya 2%.



Gambar 16. Hasil Pengukuran Kelembaban Udara

Dari hasil pengukuran kelembaban udara tersebut dari 60 buah sampel data, didapatkan bahwa nilai rata-rata hasil pembacaan kelembaban udara oleh aplikasi sensor HTU21D yaitu sebesar 72.1%, sedangkan hasil pembacaan kelembaban udara oleh Thermo-hygrometer analog rata-rata sebesar 65.4%. Sehingga sensor HTU21D memiliki simpangan baku sebesar 6.645 dengan rentang kelembaban udara yang didapatkan pembacaan sebesar 51 sampai 77%. Sedangkan rentang kelembaban udara yang didapatkan pembacaan Thermo-hygrometer analog sebesar 49 sampai 70%. Dengan nilai simpangan baku 5.513. Selisih pengukuran kedua perangkat tersebut ialah 6.8% error rerata sebesar 10%.

#### IV. PENUTUP

##### A. Kesimpulan

Dari hasil pembahasan dan pengujian maka dapat ditarik kesimpulan dari Aplikasi Pemantau Suhu dan Kelembaban Udara Berbasis Nuvoton NUC140VE3CN dan Sensor HTU21D yaitu sebagai berikut, berdasarkan pengujian tampilan LCD, LCD Black Dot Matrix 128x64 telah mampu menampilkan karakter huruf, angka serta data hasil pengukuran suhu dan kelembaban udara dari sensor HTU21D. Data suhu dan kelembaban udara telah dapat dikirimkan melalui komunikasi serial (COM 3) menggunakan modul FTDI232RL dengan format konfigurasi parameter baud rate 9600 bps, 8 bit data dan 1 bit stop, tanpa paritas. Bentuk rancangan aplikasi berformat .exe yang dibuat melalui pemograman berbasis GUI (Graphical User Interface) dan pemproses aksi (event-handling) mampu dijalankan dengan baik pada Windows 10 64 bit. Proses perekaman data berjalan dengan baik, ditunjukkan oleh kemampuan aplikasi merekam data berupa hari, tanggal, jam, data suhu, data kelembaban udara, serta status didalam file berformat .csv (Comma Separated Value) pada folder Rekam Data Pengukuran.

Berdasarkan Gambar 4.8 hingga 4.11, dapat dinyatakan bahwa aplikasi mampu menampilkan status suhu dan status kelembaban udara secara tepat sesuai perencanaan. Untuk rentang status suhu optimal 18°C dan 27°C. selainnya dianggap tidak optimal. Rentang status kelembaban udara optimal antara 65% dan 75%. selainnya dianggap tidak optimal. Rerata pembacaan suhu oleh sensor HTU21D yaitu sebesar 25.1°C, rerata pembacaan suhu oleh Thermo-hygrometer analog yaitu sebesar 25°C. Rerata error sebesar 2% dengan nilai selisih pengukuran suhu antara sensor HTU21D dengan Thermo-hygrometer analog yaitu sebesar 0.5°C. Rerata pembacaan kelembaban udara oleh sensor HTU21D yaitu sebesar 72.1%, rerata pembacaan kelembaban udara oleh Thermo-hygrometer analog yaitu sebesar 65.4%. Rerata error sebesar 10% dengan nilai selisih pengukuran kelembaban udara antara sensor HTU21D dengan Thermo-hygrometer analog yaitu sebesar 6.8%

##### B. Saran

Adapun untuk pengembangan lebih lanjut dari Aplikasi Pemantau Suhu dan Kelembaban Udara Berbasis Nuvoton NUC140VE3CN dan Sensor HTU21D yang dapat dilakukan ialah sebagai berikut, Nuvoton NUC140VE3CN memiliki perangkat buzzer dan audio yang dapat dimanfaatkan sebagai tanda peringatan sttus suhu dan kelembaban tidak optimal. Nuvoton NUC140VE3CN memiliki perangkat buzzer dan audio yang dapat dimanfaatkan sebagai tanda peringatan sttus suhu dan kelembaban tidak optimal. Dalam pengembangan selanjutnya, aplikasi antara perangkat embedded dengan PC dapat dibuat menjadi komunikasi dua arah, tidak hanya menerima hasil

pengukuran, menampilkan dan menyimpan data namun juga mengendalikan sesuatu. Aplikasi kedepannya dapat memberikan fitur pilihan bagi pengguna untuk memasukan nilai ambang batas sendiri (kostumasi pengguna), ini dapat dibuat menggunakan sistem simpan variabel dan panggil variabel. Kedepannya komunikasi antara perangkat embedded dengan PC dapat dibuat menggunakan teknologi transmisi data lain, tidak hanya secara UART via modul FTDI232RL (wireline). Contohnya bisa menggunakan Bluetooth (wireless).

Diharapkan aplikasi berbasis Processing ini nantinya dapat dibuat dalam platform lainnya (tidak hanya Komputer atau Laptop) semisal dalam platform perangkat mobile seperti Android. Diharapkan bahwa penggunaan Bahasa Pemograman C dan ARM Cortex M0 (khususnya Nuvoton NUC140VE3CN) dibuat semakin meluas, mengingat potensi pengembangan aplikasi yang mungkin dilakukan. Diharapkan bahwa penggunaan Bahasa Pemograman C dan ARM Cortex M0 (khususnya Nuvoton NUC140VE3CN) dibuat semakin meluas, mengingat potensi pengembangan aplikasi yang mungkin dilakukan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. J. Hortikultura, "Sejarah Hortikultura." [Online]. Available: <http://horti.pertanian.go.id/node/273>. [Accessed: 24-Jul-2017].
- [2] E. L. Denisen, *Principles of Horticulture*. Macmillan, 1970.
- [3] M. R. Haferkamp, "Environmental factors affecting plant productivity," *Achieving Efficient Use of Rangeland Resources: ....* Montana, Miles, pp. 27–36, 1988.
- [4] A. Hemantaranjan, "Heat Stress Responses and Thermotolerance," *Adv. Plants Agric. Res.*, vol. 1, no. 3, pp. 1–10, 2014.
- [5] N. T. Corporation, "ARM Cortex™ -M0 NuMicro™ NUC100 Series Technical Reference Manual," in *ARM Cortex™\_M0*, 2011, pp. 1–569.
- [6] L. M. Mortensen and H. R. Gislerød, "Effects of air humidity and supplementary lighting on foliage plants," *Sci. Hortic. (Amsterdam)*, vol. 44, no. 3, pp. 301–308, 1990.
- [7] A. H. Saptadi, J. Arifin, and R. A. P. T. W, "Aplikasi Learning Board Module Nuvoton NUC140 Untuk Pengukuran Suhu dan Kelembaban Menggunakan Sensor HTU21D," in *Prosiding Seminar Nasional Multi Disiplin Ilmu dan Call For Paper Unisbank 2017*, 2017, vol. 1, pp. 20–24.
- [8] Measurement Specialties Inc., "HTU21D(F) - Relative Humidity sensor with Temperature output - Datasheet," no. October, 2013, pp. 1–21.
- [9] FTDI, "FT232R USB IC Datasheet," in *Technology*, 2008, pp. 1–40.