

Original paper

RANCANG BANGUN SISTEM PENGENDALIAN SUHU DAN KELEMBABAN PADA BOX PENYIMPANAN PRODUK BERBAHAN KULIT BERBASIS MIKROKONTROLLER ARDUINO UNO

Muhammad Syahrir Umar¹, Dista Yoel Tadeus², Fakhruddin Mangkusasmito², Ari Bawono Putranto²

*¹D-III Teknik Elektro, Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Soedarto, SH. Kampus Undip Tembalang, Semarang, Indoneisa 50275*

*²Str. Teknologi Rekayasa Otomasi, Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Soedarto, SH. Kampus Undip Tembalang, Semarang, Indoneisa 50275*

E-mail: aribawonoputranto@lecturer.undip.ac.id

Received: 13 Desember 2021; revised: 12 Januari 2022; accepted: 25 Januari 2022

ABSTRACT

Fashion items in the form of leather products have good quality and are relatively expensive. Extra care is needed to maintain quality so that there is no damage in the form of skin cracks or faded paint color due to the influence of extreme temperatures and high humidity which can cause fungus in leather-based products. The storage area for leather products is also important, especially in a tropical climate like Indonesia. Ensure that the temperature and humidity in the room for storage of leather products conform to the parameters, namely temperatures between 21 ° C - 25 ° C and humidity between 50% - 70%. The use of storage boxes can be an alternative in the care and storage of leather products which do not take up much space. Design the box using the Arduino Uno microcontroller as controlling the system. DHT22 sensor for temperature and humidity readings in the box with the peltier thermoelectric TEC1-12706 as a cold temperature generator that will lower room temperature. Additional HC-SR04 ultrasonic sensor for object detection in the box and DS18B20 sensor for temperature reading in the peltier. Monitoring system using 16x2 LCD with temperature and humidity screen display. The system works from controlling the Arduino Uno, reading the temperature of DHT22 as a switching peltier and water pump. Then the DS18B20 temperature reading is used as a switching fan cooler and the DHT22 humidity reading is used as a switching fan exhaust.

Keywords: *Leather products, temperature, humidity, box, Arduino Uno, DHT22, ultrasonic HC-SR04, DS18B20, thermoelectric peltier*

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara asia tenggara dengan beriklim tropis. Hal ini menyebabkan Indonesia memiliki suhu dan kelembaban udara yang cukup tinggi. Tingginya tingkat kelembaban udara membuat jamur dan tungau berkembang biak dengan pesat yang

mana jika terhirup ke tubuh akan memicu masalah-masalah kesehatan pada manusia seperti alergi dan asma.

Tidak hanya pada kesehatan manusia saja. Suhu dan Kelembaban udara juga berpengaruh ke barang di sekitar yang dapat menyebabkan efek jamur dan kerusakan

lainnya. Efek jamur dapat merusak penampilan barang, seperti *fashion item* atau produk berbahan kulit. Produk berbahan kulit dipercaya memiliki kualitas yang sangat tangguh. Akan tetapi, produk berbahan kulit dapat rusak jika tidak disimpan dengan benar. Kerusakan dapat terjadi dalam bentuk retak kulit atau tekstur kulit mengeras karena variasi suhu yang ekstrim, selain itu jamur dapat mengubah warna lapisan pada kulit atau merusak lapisan bahan *fashion item* tersebut.

Di daerah yang memiliki kelembaban tinggi, idealnya tersedia fasilitas kontrol iklim guna untuk menjaga suhu dan kelembaban terhadap produk berbahan kulit agar dapat tersimpan dengan terawat. Tentunya konsumen tidak ingin bahan *fashion item* dari kulit yang mempunyai kualitas baik dan harga yang relatif mahal dapat rusak dalam jangka waktu yang singkat karena pengaruh suhu dan kelembaban. Suhu yang ideal untuk tempat penyimpanan produk berbahan kulit yaitu antara 21°C - 25°C, sedangkan untuk kelembaban berkisar antara 50% - 70% [1]. Untuk mencapai suhu dan kelembaban tersebut, diperlukan sebuah alat penyimpanan yang mampu mengontrol kedua variabel tersebut secara otomatis agar produk kulit dapat tersimpan dan terawat dengan baik. Berdasarkan kriteria pada uraian di atas, alangkah baiknya *fashion item* dari bahan kulit disimpan pada tempat khusus dimana suhu dan kelembaban dapat terjaga dengan ideal. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk membuat rancang bangun sistem pengendalian suhu dan kelembaban udara pada *box* penyimpanan produk berbahan kulit dengan menggunakan Arduino Mikrokontroler Arduino Uno.

Dalam penulisan penelitian ini, pembahasan masalah dibatasi pada hal-hal berikut. Merancang sistem pengendalian dan monitoring suhu serta kelembaban udara pada *box* penyimpanan produk berbahan kulit

menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno dengan tampilan LCD 16 x 2. Sensor ultrasonik digunakan untuk pendeteksi benda atau objek yang terdapat di dalam *box* dengan jarak pembacaan 20 cm sekaligus sebagai *interlock* rangkaian. Sensor DHT22 digunakan untuk pembacaan suhu dan kelembaban udara pada rangkaian alat yang diproses oleh Arduino Uno. Sensor DS18B20 digunakan sebagai pembacaan suhu peltier pada rangkaian alat yang diproses oleh Arduino Uno. Suhu ideal *box* penyimpanan untuk produk berbahan kulit harus terjaga antara 21°C - 25°C, sedangkan untuk kelembaban udara berkisar antara 50% - 70% RH.

LANDASAN TEORI

Rancang Bangun

Perancangan merupakan salah satu hal yang penting dalam membuat program. Adapun tujuan dari perancangan ialah untuk memberi gambaran yang jelas dan lengkap kepada pemrogram dan ahli teknik yang terlibat. Perancangan harus berguna dan mudah dipahami sehingga mudah digunakan. Menurut Pressman (2009) perancangan atau rancang merupakan serangkaian prosedur untuk menterjemah-kan hasil analisa dan sebuah sistem ke dalam bahasa pemrograman untuk mendeskripsi-kan dengan detail bagaimana komponen-komponen sistem di implementasikan. Sedangkan pengertian bangun adalah kegiatan menciptakan sistem baru maupun mengganti atau memperbaiki sistem yang telah ada secara keseluruhan [2].

Jadi dapat disimpulkan bahwa rancang bangun adalah penggambaran, perencanaan, dan pembuatan sketsa atau pengaturan dari beberapa elemen yang terpisah kedalam suatu kesatuan yang utuh dan berfungsi. Dengan demikian, pengertian rancang bangun merupakan kegiatan menterjemahkan hasil analisa ke dalam bentuk paket perangkat

lunak kemudian menciptakan sistem tersebut atau memper-baiki sistem yang sudah ada.

Suhu Udara

Panas merupakan bentuk energi, sedangkan suhu merupakan besaran energi panas yang terkandung dalam suatu media dan dinyatakan dengan satuan derajat. Energi yang memanasi atmosfer berasal dari radiasi bumi, bukan dari radiasi matahari.

Teori temperatur udara mengatakan umumnya daerah yang paling panas adalah daerah khatulistiwa, karena paling banyak menerima radiasi matahari [3]. Tetapi temperatur udara juga dipengaruhi oleh faktor derajat lintang (musim), atmosfer, serta daratan dan air. Temperatur terendah pada 1-2 jam sebelum matahari terbit dan temperatur tertinggi pada 1-2 jam setelah posisi matahari tertinggi, dengan 43% radiasi matahari dipantulkan kembali, 43% diserap oleh permukaan bumi, dan 14% diserap oleh atmosfer.

Adapun suhu udara untuk kota paling sedikit 1°C - 2°C lebih panas daripada daerah pedesaan sekitarnya, baik siang maupun malam. Pengaruh utama pada siang hari adalah hampir tidak adanya penguapan air dari tanah dan tumbuhan di kota – kota [4].

Kelembaban Udara

Kelembaban udara menggambarkan kandungan uap air di udara yang dapat dinyatakan sebagai kelembaban mutlak, kelembaban nisbi (relatif) maupun defisit tekanan uap air. kelembaban nisbi membandingkan antara kandungan atau tekanan uap air aktual dengan keadaan jenuhnya atau pada kapasitas udara untuk menampung uap air. Teori kelembaban udara mengatakan semakin tinggi udara, maka semakin tinggi kemampuan udara untuk menyerap air, berarti semakin tinggi kelembaban udaranya [3].

Kelembaban relatif tergantung kepada suhu udara. Pada siang hari, dimana lapisan paling bawah menjadi panas karena permukaan tanah memanas, kelembaban relatif dengan cepat menurun. Dengan demikian maka kadar penguapan menjadi tinggi. Pada malam hari keadaan terbalik. Khususnya pada saat malam yang cerah dan udara terang, lapisan paling bawah (kelembaban mutlak tertinggi) dingin, kelembaban relatif meningkat, titik jenuh segera tercapai [4].

Kelembaban udara juga dapat dipengaruhi oleh sifat dari udara itu sendiri, terdapat dua jenis sifat udara yaitu udara kering dan udara basah. Udara kering adalah udara yang tidak mengandung uap air (udara yang kelembabannya kecil). Sedangkan udara basah adalah udara yang merupakan campuran udara kering dengan uap air (udara dengan kelembapan sangat besar). Kelembaban relatif dapat dihitung menggunakan Persamaan (1).

$$RH = \frac{\text{Jumlah uap air aktual}}{\text{jumlah uap air maksimum}} \times 100\% \quad (1)$$

Sistem Tata Udara (HVAC)

Sistem Tata Udara adalah suatu sistem yang mengondisikan lingkungan melalui pengendalian suhu, kelembaban nisbi, arah pergerakan udara dan mutu udara – termasuk pengendalian partikel dan pembuangan kontaminan yang ada di udara (seperti ‘vapors’ dan ‘fumes’) [5].

Disebut “sistem” karena AHU terdiri dari beberapa mesin/alat yang masing-masing memiliki fungsi yang berbeda, yang terintegrasi sedemikian rupa sehingga membentuk suatu sistem tata udara yang dapat mengontrol suhu, kelembaban, tekanan udara, tingkat kebersihan, pola aliran udara serta jumlah pergantian udara di ruang produksi sesuai dengan persyaratan ruangan yang telah ditentukan [5].

Dehumidifikasi

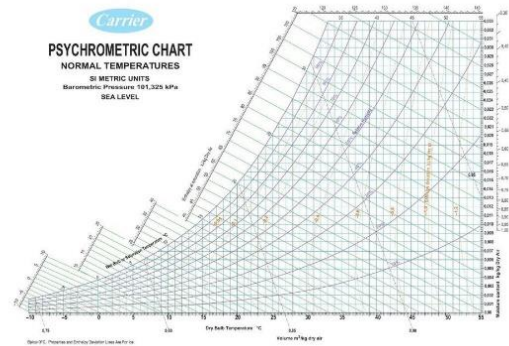
Dehumidifikasi adalah proses penurunan kelembaban atau proses pengurangan kandungan uap air ke udara sehingga terjadi penurunan entalpi dan ratio kelembaban. Sedangkan alat yang digunakan untuk menurunkan kelembaban udara disebut dehumidifier. Proses yang terjadi pada dehumidifikasi yaitu proses pengembunan (kondensasi) parsial dan uap yang terkondensasi dibuang [6].

Penggunaan yang paling banyak digunakan dalam proses dehumidifikasi yaitu menyangkut sistem tata udara, hal ini karena berkaitan dengan sistem sirkulasi udara dimana erat hubungannya dengan suhu dan kelembaban ruangan. Contoh yang sering digunakan dalam kehidupan sehari hari yaitu pada sistem *Air Conditioning* (AC).

Psikrometri

Psikrometri merupakan kajian tentang sifat-sifat campuran udara dan uap air. Uap air adalah bentuk gas dari air pada temperatur di bawah titik uap air, yang nilainya tergantung pada tekanan atmosfer. Pada temperatur dan tekanan barometer tertentu, uap air dapat berwujud gas atau liquid. Kandungan uap air di udara dapat mencapai 1 hingga 3 % dari total volume udara.

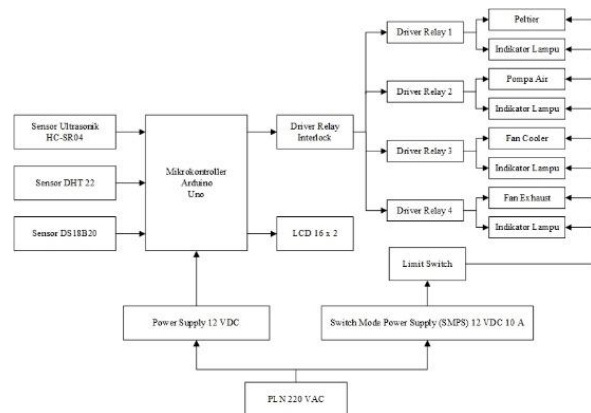
Tujuan utama mempelajari psikrometri ialah menghitung besarnya energi yang diperlukan untuk mengkondisikan udara (*air conditioning*). Dalam psikrometri perlu diketahui komponen-komponen yang digunakan untuk mengidentifikasi sifat-sifat termodinamika udara yang diantaranya adalah temperatur bola kering (*dry bulb temperature*), temperatur bola basah (*wet bulb temperature*), titik embun (*dew point*), tekanan uap air (*vapor press*), entalpi, volume spesifik (*specific volume*), kelembaban relatif (*relative humidity*), dan kelembaban spesifik (*humidity ratio*). Gambar 1 menunjukkan bagan psikrometri.



Gambar 1. Bagan psikrometri.

KONSEP DASAR PEMBUATAN ALAT

Alat yang dibuat ini membahas mengenai sistem pengendalian suhu dan kelembaban udara yang dikontrol oleh Arduino Uno. Blok diagram dirancang untuk mempermudah pemahaman mengenai alat yang di tampilkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Blok diagram.

Penjelasan dari setiap blok dapat dijabarkan sebagai berikut.

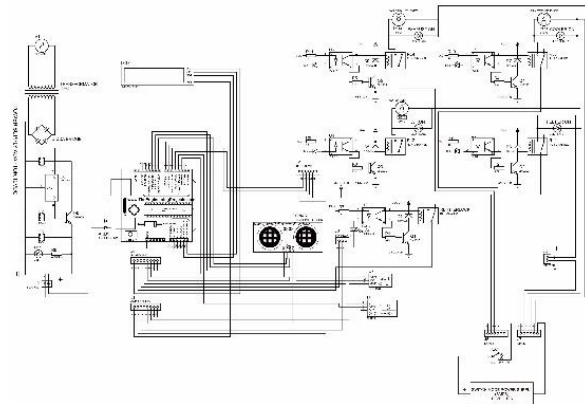
1. Sumber tegangan PLN 220 VAC digunakan untuk trafo *stepdown*. Trafo *stepdown* akan menurunkan tegangan dari 220 VAC menjadi 12 VAC. Tegangan *output* dari trafo *stepdown* sebesar 12 VAC tersebut digunakan sebagai *input* *Switch Mode Power Supply*

- (SMPS) 12 VDC 10A. Dengan menggunakan SMPS tegangan yang dihasilkan lebih stabil dibandingkan menggunakan *power supply* biasa dengan beban rangkaian yang tinggi. *Output* 12 VDC dari SMPS digunakan untuk *input* rangkaian mikrokontroler Arduino uno, termoelektrik peltier, pompa air, *fan cooler*, *fan exhaust*, dan *pilot lamp* yang berfungsi sebagai indikator pada masing – masing beban.
2. Tegangan *output* 5 VDC dari Arduino digunakan untuk *input* sensor ultrasonik HC-SR04, sensor DHT22, Sensor DS18B20, *driver relay interlock*, *driver relay 1*, *driver relay 2*, *driver relay 3*, *driver relay 4*, dan LCD 16 x 2.
 3. Sensor ultrasonik berfungsi untuk mendeteksi objek di dalam *box* yang terhubung ke *relay interlock*. Hal ini dimaksudkan agar sistem dapat bekerja ketika ada objek di dalam *box* yang dideteksi oleh sensor ultrasonik, jika tidak terdeteksi objek dalam *box* maka sistem tidak akan bekerja. Saat ada objek yang terdeteksi maka sensor ultrasonik akan mengirim sinyal digital ke *relay interlock* sehingga *relay* akan bekerja dan kontak pada *relay* berubah posisi dari NC (*Normally Close*) menjadi NO (*Normally Open*). Kontak COM *relay interlock* dihubungkan dengan *input* 5VDC dari Arduino dan kontak NO dihubungkan dengan VCC *relay 4 channel* (*relay 1*, *relay 2*, *relay 3*, *relay 4*).
 4. Sensor DHT22 berfungsi untuk membaca suhu dan kelembaban di dalam *box* dan hasilnya akan ditampilkan pada LCD 16 x 2. Pembacaan suhu dari sensor DHT22 dihubungkan dengan *input relay* 1 dan *relay 2*, dimana *output relay* 1 terhubung ke peltier dan *relay 2* terhubung ke pompa air. Sedangkan pembacaan kelembaban dari sensor

DHT22 dihubungkan dengan *input relay* 4, dimana *output relay* 4 terhubung dengan *fan exhaust*.

5. Sensor DS18B20 berfungsi untuk membaca suhu pada peltier dan hasilnya akan ditampilkan pada LCD 16 x 2. Data dari sensor DS18B20 dihubungkan dengan *input relay* 3 dengan *output relay* terhubung ke *fan cooler*.

Berikut disajikan gambar rangkaian keseluruhan agar dapat memahami arah aliran arus dari rangkain ini yang ditampilkan Gambar 3.



Gambar 3. Rangkaian keseluruhan.

PEMBAHASAN

Sistem Kerja Rangkaian

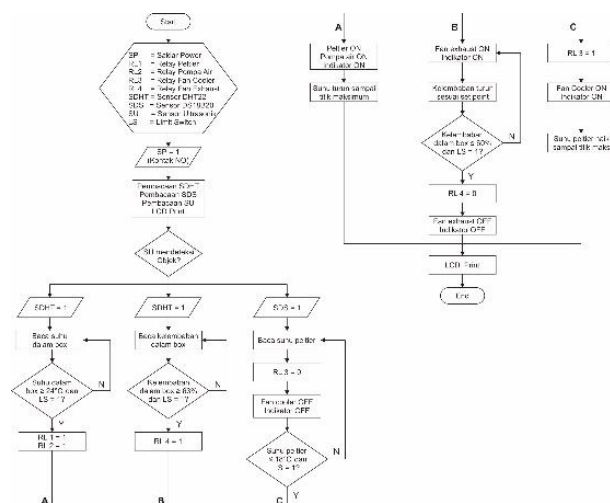
Tegangan keluaran dari SMPS sebesar 12 VDC akan mensuplai ke beban pada rangkaian, sedangkan Arduino Uno mendapat suplai tegangan 12 VDC dari *Power Supply*. Tegangan 12 VDC sebelum disalurkan ke beban akan melewati *switching* yaitu berupa *limit switch* yang berfungsi sebagai *interlock* sistem.

Setelah mendapat suplai tegangan 12 VDC, Arduino Uno akan langsung merespon dan melaksanakan perintah kerja. LCD 16 x 2 akan menyala dan menampilkan pembacaan suhu dan kelembaban udara terukur. Sensor ultrasonik akan bekerja ketika ada objek di

dalam *box* dengan jarak ≤ 20 cm. Ketika terdapat objek yang terbaca dan limit switch pada posisi ON maka sistem akan bekerja.

Peltier dan pompa air akan langsung bekerja jika mendapat sumber tegangan 12 VDC dari SMPS sampai peltier bekerja secara maksimal. Jika suhu peltier terbaca oleh sensor DS18B20 sebesar ≤ 18 °C maka *fan cooler* akan bekerja. Setelah bekerja, *fan cooler* akan tetap bekerja sampai batas kerja kemampuan alat. Kemudian kelembaban ruang akan dikendalikan oleh *fan exhaust* dimana jika kelembaban ruang terbaca sebesar $\geq 63\%$ maka *fan exhaust* akan menyala dan berusaha untuk menurunkan kelembaban ruang. Jika kelembabannya turun dan terbaca sebesar $\leq 60\%$ maka *fan exhaust* akan mati. Proses ini akan berlangsung secara terus menerus sampai sistem tidak mendapat sumber tegangan.

Untuk memudahkan pemahaman mengenai cara kerja alat maka dibuatlah *flowchart* sebagai berikut. Gambar 4 merupakan *flowchart* kerja dari alat.



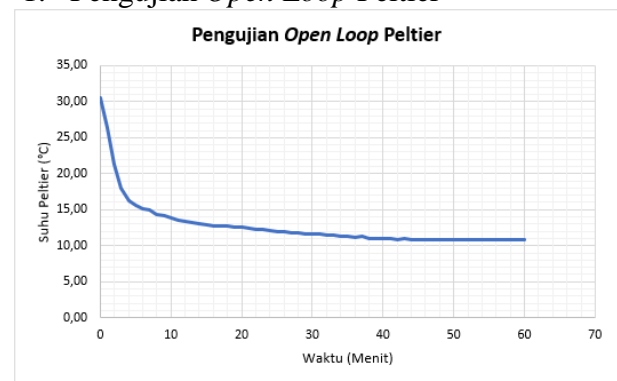
Gambar 4. Flowchart.

Pengujian Rangkaian

Pengujian dilakukan melalui 2 tahap, yaitu pengujian *open loop* dan *closed loop*, dimana dalam pengujian *open loop* pendingin (peltier

dan *fan cooler*) akan bekerja tanpa tanpa dihubungkan dengan kontroller, hal tersebut dilakukan untuk mengetahui kemampuan maksimal dari pendingin peltier dan *fan cooler* dalam mendinginkan ruang (*box*) hingga mencapai suhu steady state (stabil). Sedangkan untuk pengujian *closed loop* pendingin (peltier dan *fan cooler*) dan *fan exhaust* akan dihubungkan dengan mikrokontroller arduino uno dan diatur *set point* agar sesuai dengan parameter sebagai tempat penyimpanan produk berbahan kulit.

1. Pengujian Open Loop Peltier



Gambar 5. Grafik pengujian *Open Loop* Peltier.

Dari grafik di atas dapat diketahui bahwa suhu peltier awal 30,50 °C sampai turun ke suhu 16,25 °C membutuhkan waktu ± 4 menit. Pada kondisi tersebut penurunan suhu yang terjadi pada peltier terhitung cepat, setelah itu penurunan suhu peltier mulai melambat sampai turun ke suhu 10,94 °C membutuhkan waktu ± 41 menit. Kemudian titik puncak suhu terendah peltier yaitu dengan suhu 10,81 °C dan membutuhkan waktu ± 44 menit. Pada kondisi ini apabila peltier tetap bekerja secara terus menerus akan mengalami kenaikan suhu menjadi 10,88 °C kemudian turun kembali ke suhu 10,81 °C. Hal ini terjadi sampai pengujian peltier selama 60 menit dan suhu pada peltier tercatat sebesar 10,81 °C.

2. Pengujian *Open Loop* Peltier dan *Fan Cooler*



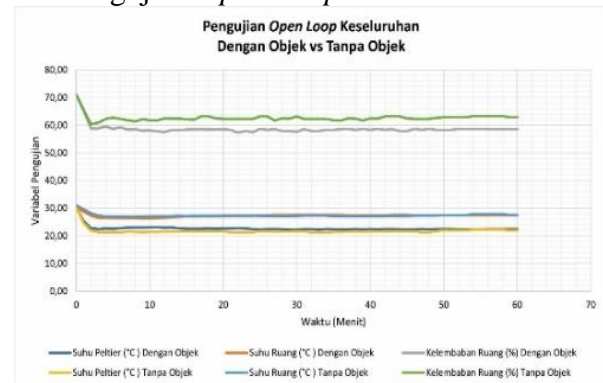
Gambar 6. Grafik pengujian *Open Loop* Peltier dan *Fan Cooler*.

Gambar 6 merupakan perbandingan grafik pengujian *open loop* peltier dan *fan cooler* dengan objek dan tanpa objek. Pada pengujian dengan objek, penurunan suhu ruang dari suhu awal 32,60 °C (menit ke-0) sampai dengan suhu 23,00 °C (menit ke-9) dan dari suhu tersebut penurunan mulai melambat. Untuk mencapai suhu minimum ruang atau *steady-state* membutuhkan waktu ± 26 menit sampai suhu 21,40 °C, pada kondisi ini suhu ruang sudah tidak bisa lagi turun dan sesekali mengalami kenaikan. Sampai di menit ke-60 suhu ruang tercatat sebesar 21,70 °C. Sedangkan pada pengujian tanpa objek, penurunan suhu ruang dari suhu awal 31,10 °C (menit ke-0) sampai dengan suhu 24,00 °C (menit ke-8) dan dari suhu tersebut penurunan mulai melambat. Untuk mencapai suhu minimum ruang atau *steady-state* membutuhkan waktu ± 49 menit sampai suhu 22,80 °C, pada kondisi ini suhu ruang sudah tidak bisa lagi turun dan sesekali mengalami kenaikan. Sampai di menit ke-60 suhu ruang tercatat sebesar 22,90 °C.

Sedangkan grafik kelembaban ruang kedua pengujian menunjukkan di menit awal mengalami penurunan namun sampai ke menit akhir mengalami kenaikan. Pada menit awal pengujian kelembaban ruang

mengalami penurunan karena pengaruh pergerakan angin yang diakibatkan oleh *fan cooler*. Sementara setelah itu kelembaban mengalami kenaikan sampai di menit akhir pengujian, hal ini karena terjadi penguapan pada peltier sehingga terdapat uap air yang ikut dihembuskan pada ruang. Pada pengujian dengan objek dari kelembaban awal 76,50% mencapai kelembaban maksimal atau *steady-state* sebesar 88,50 %. Sedangkan pada pengujian tanpa objek kelembaban maksimal yang didapat sebesar 88,90 % dari kelembaban awal 75,50 %.

3. Pengujian *Open Loop* Keseluruhan



Gambar 7. Grafik pengujian *Open Loop* Keseluruhan.

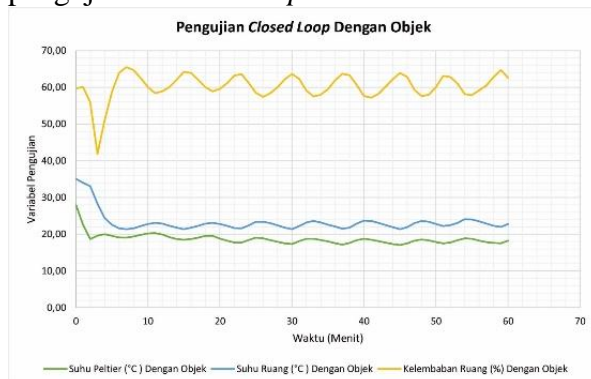
Gambar 7 merupakan perbandingan antara pengujian dengan objek dan pengujian tanpa objek. Perbedaan yang signifikan terdapat pada pembacaan kelembaban ruang, dimana pengujian dengan objek memiliki nilai kelembaban minimum lebih rendah daripada pengujian tanpa objek yaitu 57,30 % untuk pengujian dengan objek dan 60,40 % pengujian tanpa objek.

Dengan pengujian *open loop* keseluruhan, suhu ruang minimum (*steady-state*) yang dapat dicapai hanya sebesar 26,30 °C dari suhu awal 30,20 °C (untuk pengujian dengan objek) dan 26,90 °C dari suhu awal 31,00 °C (untuk pengujian tanpa objek). Pada pengujian dengan objek untuk mencapai suhu

minimum membutuhkan waktu ± 9 menit dan setelah itu suhu ruang terlihat mengalami kenaikan sampai dengan menit ke-60 tercatat suhu ruang sebesar $27,50\text{ }^{\circ}\text{C}$. Sedangkan pengujian tanpa objek untuk mencapai suhu minimum membutuhkan waktu ± 7 menit dan suhu ruang sampai menit ke-60 tercatat sebesar $27,40\text{ }^{\circ}\text{C}$.

4. Pengujian *Closed Loop*

Pada pengujian ini *fan exhaust* diatur dengan *set point* antara 60 – 63%. Dimana ketika pembacaan kelembaban ruang mencapai $\geq 63\%$ maka *fan exhaust* akan menyala yang berguna untuk membuang kelembaban yang ada didalam ruang. Ketika kelembaban ruang sudah mencapai $\leq 60\%$ maka *fan exhaust* akan mati. Gambar 8 menunjukkan hasil pengujian *Closed Loop*.



Gambar 8. Grafik pengujian *Closed Loop*.

Pada grafik pengujian dengan objek dimana suhu ruang awal sebesar $35,10\text{ }^{\circ}\text{C}$ dapat turun ke suhu $24,40\text{ }^{\circ}\text{C}$ dengan waktu ± 4 menit. Setelah mencapai suhu tersebut penurunan suhu mulai terlihat melambat dan mencapai suhu minimum (*steady-state*) yaitu $21,40\text{ }^{\circ}\text{C}$ dalam waktu ± 7 menit. Sedangkan untuk kelembaban ruang dari $59,70\%$ mencapai batas minimum bawah yaitu $41,90\%$ (*steady-state*) pada pengujian.

Pada menit ke-6 kelembaban ruang mencapai *set point* ($63,90\%$) untuk menyalakan *fan exhaust* guna untuk mengkondisikan kelembaban ruang. Dengan

menyalanya *fan exhaust* kenaikan kelembaban mulai melambat dan mencapai puncak kelembaban sebesar $65,50\%$. Saat *fan exhaust* ini menyala kelembaban akan turun dan ketika mencapai *set point* bawah ($\leq 60\%$) *fan exhaust* akan mati. Pada pengujian kelembaban mencapai *set point* \pm pada menit ke-10 dan ke-11.

Analisis Pengujian

Setelah melakukan pengujian *closed loop* dapat diketahui bahwa rancang bangun alat dapat memenuhi sebagai tempat penyimpanan untuk produk berbahan kulit dengan parameter suhu antara $21\text{ }^{\circ}\text{C}$ - $25\text{ }^{\circ}\text{C}$, sedangkan untuk kelembaban berkisar antara 50% - 70% . Suhu ruang dapat mencapai parameter ideal yaitu $24,40\text{ }^{\circ}\text{C}$ membutuhkan waktu ± 4 menit, suhu minimum yang tercapai pada pengujian sebesar $21,40\text{ }^{\circ}\text{C}$. Sedangkan untuk kelembaban ruang dengan dikontrol oleh *fan exhaust* dapat menahan kenaikan kelembaban, dalam pengujian tercatat kelembaban tertinggi sebesar $65,50\%$ dan terdapat pembacaan dibawah parameter ideal yaitu sebesar $41,90\%$. Hal ini terjadi karena saat awal kerja sistem, suhu yang dihasilkan peltier masih bersifat udara kering sehingga kelembaban akan cenderung untuk turun. Berbeda halnya ketika peltier sudah bekerja cukup lama maka akan terjadi pengembunan sehingga udara yang dihasilkan menjadi udara basah karena bercampur dengan uap air.

KESIMPULAN

Dari hasil pengujian yang telah dilaksanakan diperoleh beberapa kesimpulan. Pada pengujian *openloop* peltier dan *fan cooler* (dengan objek) yaitu pengujian batas kemampuan pendingin sampai ke titik maksimal atau *steady-state*. Dari suhu ruang awal $32,60\text{ }^{\circ}\text{C}$ sampai mencapai suhu minimum $21,40\text{ }^{\circ}\text{C}$ (titik *steady-state*) membutuhkan waktu ± 26 menit. Pada titik ini merupakan titik maksimal pendinginan

yang dihasilkan oleh peltier dan *fan cooler* untuk pendingin suhu ruang. Sedangkan pada kelembaban ruang mengalami kenaikan sampai mencapai batas maksimal sebesar 88,50 % dalam waktu 60 menit. Hal ini karena tidak adanya pengendalian untuk membuang kelembaban ruang yaitu berupa *fan exhaust*. Pada pengujian *openloop* keseluruhan (dengan objek) dimana peltier, *fan cooler* dan *fan exhaust* menyala secara bersamaan untuk pengujian batas kemampuan pendingin dan *exhaust* sampai ke titik maksimal atau *steady-state*. Diketahui bahwa suhu ruang minimum (titik *steady-state*) sebesar 26,30 °C dari suhu awal 30,20 °C. Untuk kelembaban ruang mengalami penurunan juga dari 71,00% sampai ke titik maksimum (*steady-state*) 57,30%. Pada pengujian *closed loop* yaitu pengujian dengan Arduino sebagai kontrol sistem dimana *fan exhaust* diatur sesuai *set point* sebagai kontrol kelembaban ruang. Diketahui bahwa suhu ruang dapat mencapai titik *steady state* sebesar 21,40 °C. Sedangkan kelembaban ruang mencapai titik *steady state* sebesar 65,50%, pada sistem kerja *closed loop* ketika kelembaban mencapai 63,00% maka *fan exhaust* akan menyala dan menkondisikan kelembaban ruang. Dari pengujian *closed loop* yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa peltier mampu bekerja untuk menurunkan suhu hingga mencapai parameter suhu yang diinginkan yaitu suhu antara 21°C - 25°C, sedangkan untuk kelembaban berkisar antara 50% - 70%.

Selain itu peltier juga mempengaruhi kelembaban ruang. Pada saat awal kerja, udara yang dihasilkan oleh peltier masih bersifat kering jadi kelembaban cenderung akan turun. Sedangkan setelah kerja beberapa menit, peltier mengalami pengembunan yang mengakibatkan udara dari peltier bersifat basah. Jadi, pada proses ini kelembaban ruang mengalami kenaikan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sroa. *How to Prepare Leather for Long Term Storage*. 2020. <https://sroa.com/blog/category/storage-tips/page/5/>. Diakses 20 Juni 2020.
- [2] Ramadhani. *Rancang Bangun Sistem Informasi Manajemen Domain Tingkat Dua*. Skripsi. 2014. Jakarta: UIN Syarif Hidayatullah.
- [3] Lippsmeier G. *Bangunan Tropis*. 1994. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- [4] Tika II. *Variasi Suhu dan Kelembaban Udara di Taman Suropati dan Sekitarnya*. Skripsi. 2010. Jakarta: Universitas Indonesia.
- [5] Setiono I. *Pedoman Penulisan: Laporan Praktek Kerja Lapangan, Makalah Seminar Kerja Praktek, Penelitian*. 2018. Semarang: Penerbit dan Percetakan UNDIP Press.
- [6] Farhah U & Ginanjar W. *Humidifikasi dan Dehumidifikasi*. Laporan. 2016. Bandung: Politeknik Negeri Bandung.