

PERANCANGAN PENGENDALIAN IKLIM BUATAN PADA RUMAH KACA

Bagas Imam Mahardika Wijaya*), Sudjadi, Budi Setyono

Departemen Teknik Elektro, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Sudharto, SH, Kampus UNDIP Tembalang, Semarang 50275, Indonesia

*)E-mail: bagas2116@gmail.com

Abstrak

Pada proses budidaya dan penelitian tanaman selama ini biasanya dilakukan pada kondisi iklim yang sesuai dengan iklim yang dibutuhkan tanaman yang dibudidayakan atau diteliti. Hal tersebut menjadi masalah bagi pembudidayaan tanaman yang ingin diakukan pada daerah yang tidak sesuai dengan iklim tanaman yang dibudidaya. Green House atau Rumah Kaca merupakan media yang tepat untuk proses pembudidayaan tanaman yang dibudidayakan pada iklim yang tidak sesuai dengan tanaman. Dengan melakukan pengendalian suhu, kelembaban udara dan kelembaban tanah pada Rumah Kaca dapat menyesuaikan keadaan iklim dari tanaman yang ingin dibudidayakan. DHT22 digunakan sebagai sensor pembacaan suhu dan kelembaban udara pada Rumah kaca, Capacitive Soil Moisture sebagai sensor pembacaan kelembaban tanah. Pengendalian On-Off digunakan untuk pengendalian suhu, kelembaban udara dan kelembaban tanah pada Rumah Kaca. Dari pengujian yang dilakukan pengendalian On-Off yang diterapkan dapat mencapai range batas setpoint pada pengendalian suhu dalam range 28 – 30°C dalam waktu 86 detik, pada pengendalian kelembaban udara dapat mencapai range 75 – 77% dalam waktu 1052 detik dan pengendalian kelembaban tanah dapat mencapai range 50-60% kelembaban tanah dalam waktu 177 detik .

Kata kunci: Green House, Rumah Kaca, DHT22, Capacitive Soil Moisture Sensor, Suhu, Kelembaban Udara, Kelembaban Tanah, Metode Kontrol On-Off

Abstract

In the process of agriculture cultivation and research, plant researches are usually carried out in climatic conditions that are in accordance with the climate needed by plants that are cultivated or studied. This is a problem for the cultivation of plants that has to be done in areas that are not in accordance with the the climate of cultivated plants. Greenhouse is the right media for the cultivation process for plants that are cultivated in incompatible climate. By controlling temperature, humidity and soil moisture in the Greenhouse, the climate conditions of the cultivated plants can be adjusted. DHT22 is used as a sensor for reading air temperature and air humidity in a Greenhouse, Capacitive Soil Moisture as a sensor for soil moisture reading. On-Off control system is used for controlling temperature, humidity and soil moisture in a Greenhouse. From the test carried out the applied On-Off control system can reach the setpoint limit range on temperature control in the range 28-30°C within 86 seconds, in controlling air humidity the On-Off control system can reach the range 75-77% within 1052 seconds and reach the range of 50-60% within 177 seconds in controlling soil moisture.

Keywords : Greenhouse, DHT22, Capacitive Soil Moisture Sensor, Temperature, Humidity, Soil Moisture, On-Off control system method

1. Pendahuluan

Dalam proses budidaya dan penelitian tanaman selama ini dilakukan pada kondisi lingkungan (iklim) yang sesuai dengan tanaman. Jika tanaman dipindah ke daerah dengan kondisi lingkungan (iklim) yang berbeda maka tanaman tersebut tidak dapat tumbuh dan berkembang dengan baik atau mungkin bisa mati. Posisi geografis Indonesia yang strategis, terletak di daerah tropis, diantara Benua Asia dan Australia, diantara Samudera Pasifik dan Samudera Hindia, serta dilalui garis katulistiwa, terdiri dari pulau dan kepulauan yang membujur dari barat ke timur, dikelilingi oleh luasnya lautan, menyebabkan wilayah Indonesia memiliki keragaman cuaca dan iklim [1]. Hal ini menjadi

masalah bagi orang yang ingin melakukan proses budidaya dan penelitian suatu tanaman di daerah yang tidak sesuai dengan kondisi lingkungan (iklim) dari tanaman. Untuk mengatasi permasalahan ini, maka dapat dibuat suatu iklim buatan yang sesuai dengan kondisi iklim asal tanaman.

Rumah kaca merupakan sebuah bangunan tempat budidaya tanaman dengan pengaturan beberapa variabel di dalamnya agar sesuai dengan kebutuhan tumbuh kembang tanaman yang sedang dibudidayakan saat itu. Variabel-variabel pokok yang perlu diatur dalam rumah kaca yaitu temperatur, kelembaban udara, kelembaban tanah dan intensitas cahaya [2]. Suhu dan kelembaban udara maupun tanah pada rumah kaca harus dikontrol dengan baik agar

sesuai dengan parameter iklim yang dibutuhkan oleh tanaman yang ada dalam rumah kaca tersebut. Sebagai contoh tanaman bayam akan tumbuh dengan baik pada rentang suhu diantara 200 – 300 C dengan kelembaban udara diatas 60% dan keadaan tanah yang tidak tergenang air [3], pada tanaman cabai akan tumbuh dengan baik pada rentang suhu 240 – 280 C dan dengan kelembaban udara diatas 80% dan dengan keadaan tanah yang lembab [4], sedangkan pada tanaman tomat dibutuhkan suhu 200 – 270 C dan dengan kelembaban udara 25% untuk tumbuh dengan baik [5]

Untuk melakukan pengendalian parameter suhu dan kelembaban pada rumah kaca dibutuhkan perangkat tambahan seperti penyemprot air, kipas angin dan juga pemanas. Perangkat tambahan ini akan bekerja sesuai dengan nilai keluaran yang dihasilkan oleh sensor. Pada Tugas Akhir ini sensor yang digunakan yaitu DHT22 yang digunakan untuk pembacaan suhu dan kelembaban udara pada ruangan rumah kaca dan menggunakan Capacitive Soil Moisture Sensor SEN0193 yang merupakan sensor kelembaban tanah digunakan untuk mengukur kelembaban tanah pada rumah kaca[6].

Pada tugas akhir ini akan dirancang sebuah purwarupa rumah kaca yang dapat dikontrol parameter suhu dan kelembaban didalamnya agar tetap stabil pada rentang nilai yang telah ditentukan. Dengan menggunakan mikrokontroler Arduino sebagai pusat pengontrolan, sinyal kontrol akan dikirimkan ke aktuator setelah mendapatkan masukan berupa feedback dari sensor yang digunakan dan setting point parameter suhu dan kelembaban.

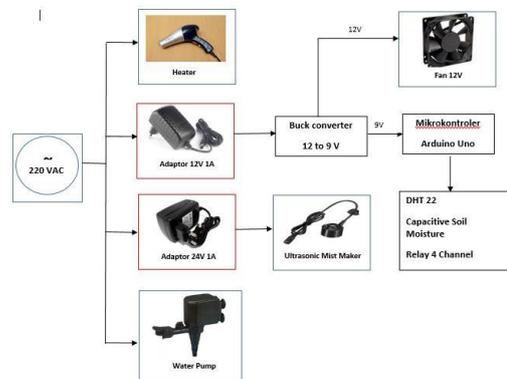
2. Metode

Perancangan perangkat sistem kendali suhu, kelembaban dan kelembaban tanah pada prototype rumah kaca menggunakan sistem kontrol kalang tertutup (close loop) dibagi menjadi 3 bagian utama yaitu perancangan perangkat keras, perancangan perangkat lunak, dan perancangan kontrol suhu, kelembaban dan kelembaban tanah. Perancangan perangkat keras meliputi desain plant purwarupa rumah kaca, rangkaian mikrokontroler Arduino Uno, perancangan sensor DHT22, perancangan sensor Capacitive Soil Moisture, rangkaian buck converter, perancangan ultrasonic mist maker dan water pump, perancangan heater, fan dan catu daya. Perancangan perangkat lunak meliputi program utama, program pembacaan suhu dan kelembaban pada DHT22 , program pembacaan kelembaban tanah pada Capacitive Soil Moisture Sensor dan program sistem minimum mikrokontroler Arduino Uno. Perancangan kontrol suhu, kelembaban dan kelembaban tanah adalah pemberian set point untuk pengontrolan on – off.

2.1. Perancangan Perangkat Keras

2.1.1. Catu Daya

Pada perancangan catu daya dibuat untuk menyediakan supply ke semua komponen yang ada pada sistem pengontrolan suhu dan kelembaban pada rumah kaca. Sumber 220V AC digunakan sebagai sumber daya listrik utama. Heater dan water pump diberikan sumber dengan adaptor sebesar 220V AC. Adaptor 24V DC 1A digunakan untuk supply ultrasonic mist maker dan untuk kipas blowernya. Adaptor 12V DC 1A setelah melalui Buck Converter 12-9V DC digunakan untuk supply mikrokontroler Arduino Uno dan kipas. Sedangkan untuk kedua sensor yang digunakan relay 4 channel mendapatkan input sumber dari Arduino Uno. Gambar 1 menunjukkan blok diagram perancangan catu daya.



Gambar 1. Rangkaian catu daya sistem

2.1.2. Perancangan Sensor DHT22

Pemberian suplai sensor DHT22 diperoleh dari sistem minimum mikrokontroler Arduino Uno sebesar 5V. Dimana port VCC dihubungkan ke sumber 5V dan GND dihubungkan ke sumber negatif (-). Pembacaan suhu dan kelembaban dilakukan melalui port data atau pada bentuk fisik sensor DHT22 bertuliskan out yang terletak diantara port VCC dan GND. Keluaran dari sensor pada port out terhubung ke PIN D2 pada mikrokontroler. Pada DHT22 data yang dibaca adalah suhu dan kelembaban yang dapat ditampilkan pada serial monitor komputer[7]. Perancangan rangkaian sensor DHT22 ditunjukkan pada Gambar 2..



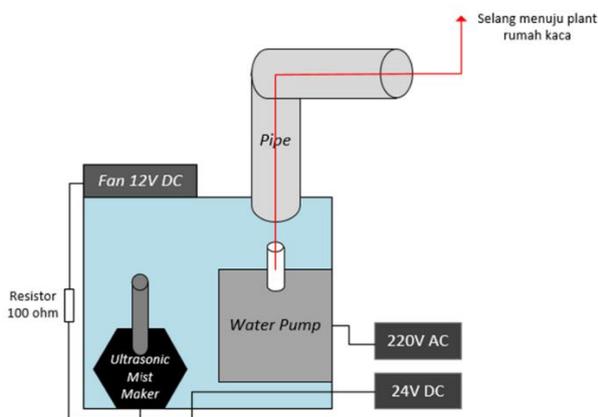
Gambar 2. Rangkaian sensor DHT22

2.1.3. Perancangan *Capacitive Soil Moisture Sensor*

Pemberian suplai sensor capacitive soil moisture diperoleh dari sistem minimum mikrokontroler Arduino Uno sebesar 5V. Dimana port VCC dihubungkan ke sumber 5V dan GND dihubungkan ke sumber negatif (-)[8]. Pembacaan kelembaban tanah dilakukan melalui port data atau pada bentuk fisik sensor capacitive soil moisture bertuliskan out yang terletak diantara port VCC dan GND. Keluaran dari sensor pada port out terhubung ke PIN A5 pada mikrokontroler. Pada sensor capacitive soil moisture data yang dibaca adalah kelembaban tanah yang di tampilkan pada serial monitor komputer.

2.1.4. Perancangan *Ultrasonic Mist Maker dan Water Pump*

Pada penelitian ini Ultrasonic Mist Maker digunakan sebagai penghasil uap air untuk menambah tingkat kelembaban di dalam rumah kaca. Water pump berfungsi sebagai aktuator untuk penyiraman tanaman untuk mengatur kelembaban tanah pada rumah kaca. Sebuah kotak plastik sebagai penampung air atau aquades yang akan diubah menjadi uap dan sebagai penyiraman pada rumah kaca, kotak plastik ini dilubangi bagian atasnya. Kipas 12V DC sebagai blower uap air agar dapat masuk ke dalam rumah kaca melalui sebuah pipa. Water pump sebagai penyiraman dihubungkan dengan sebuah selang yang dialirkan kedalam plant rumah kaca. Sebuah relay digunakan untuk mengontrol penyalan Ultrasonic Mist Maker dan kipas 12V DC, dan juga digunakan pada water pump. Catu daya yang digunakan adalah adaptor 24V DC untuk menyuplai Ultrasonic Mist Maker dan 220V AC untuk menyuplai water pump. Sedangkan untuk kipas 12V DC menggunakan adaptor 24V DC dari Ultrasonic Mist Maker yang ditambahkan dengan resistor sebesar 100 ohm agar sesuai dengan tegangan kerjanya. Gambar 3 adalah perancangan Ultrasonic Mist Maker.



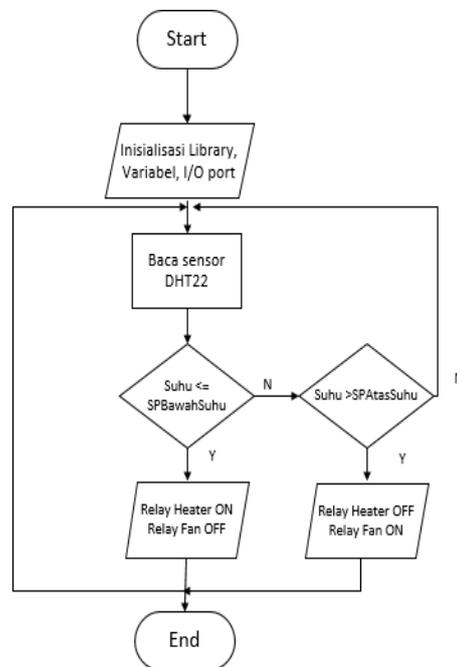
Gambar 3. Perancangan *Ultrasonic Mist Maker dan Water Pump*

2.2. Perancangan Algoritma Sistem

2.2.1. Sistem Kontrol Suhu menggunakan Metode Kontrol *On-Off*

Pada sistem kontrol suhu dengan metode kontrol on-off aktuator yang dikontrol oleh relay untuk mengatur suhu berupa fan dan heater. Fan akan mendapat logika 0 atau dalam kondisi on saat suhu besar dari set point suhu yang telah ditentukan dan akan mendapat logika 1 saat suhu lebih kecil dari set point atau sudah sama dengan set point. Sedangkan heater akan dalam kondisi on saat suhu kurang dari set point yang telah ditentukan dan akan dalam kondisi off saat suhu lebih besar atau sama dengan set point

Berikut diagram alir dari kerja sistem kontrol suhu menggunakan metode on-off yang ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Diagram alir kontrol suhu dengan metode kontrol *on-off*

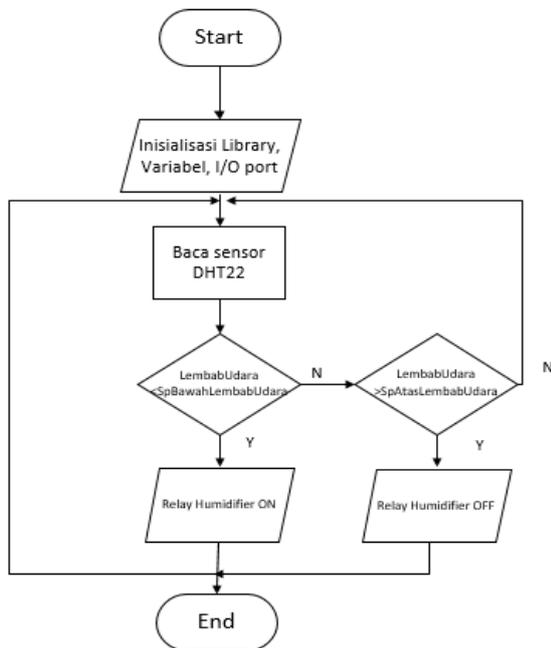
Tahapan-tahapan diagram alir sistem kontrol suhu diuraikan pada penjelasan berikut :

1. Mulai.
2. Inisiasi library, global variable dan I/O Port.
3. Membandingkan nilai suhu yang terbaca oleh sensor DHT22 dengan nilai set point yang telah di setting.
4. Apabila nilai suhu lebih besar dari nilai set point maka relay yang terhubung dengan aktuator fan akan aktif, fan akan menyala sedangkan heater akan non-aktif dan relay yang terhubung dengan aktuator heater akan on-aktif dan heater mati. Sistem kemudian akan mengalami loop ke tahap 3 dan kembali membaca sensor DHT22.

5. Apabila nilai suhu lebih kecil dari nilai set point maka relay yang terhubung dengan heater akan aktif, heater akan menyala sedangkan relay yang terhubung dengan fan akan non-aktif dan fan mati. Sistem kemudian akan mengalami loop ke tahap 3 dan kembali melakukan pembacaan sensor DHT22.
6. Apabila nilai suhu sama dengan nilai set point maka kedua aktuator yang terkait dalam keadaan mati. Sistem kemudian akan mengalami loop ke tahap 3 dan kembali melakukan pembacaan sensor DHT22.

4. Apabila nilai kelembaban udara lebih besar dari nilai set point maka relay yang terhubung dengan aktuator ultrasonic mist maka akan non-aktif, ultrasonic mist maker akan mati. Sistem kemudian akan mengalami loop ke tahap 3 dan kembali membaca sensor DHT22.
5. Apabila nilai kelembaban udara lebih kecil dari nilai set point maka relay yang terhubung dengan ultrasonic mist maker akan aktif, ultrasonic mist maker akan menyala. Sistem kemudian akan mengalami loop ke tahap 3 dan kembali melakukan pembacaan sensor DHT22.

2.2.2. Sistem Kontrol Kelembaban Udara menggunakan Metode Kontrol On-Off



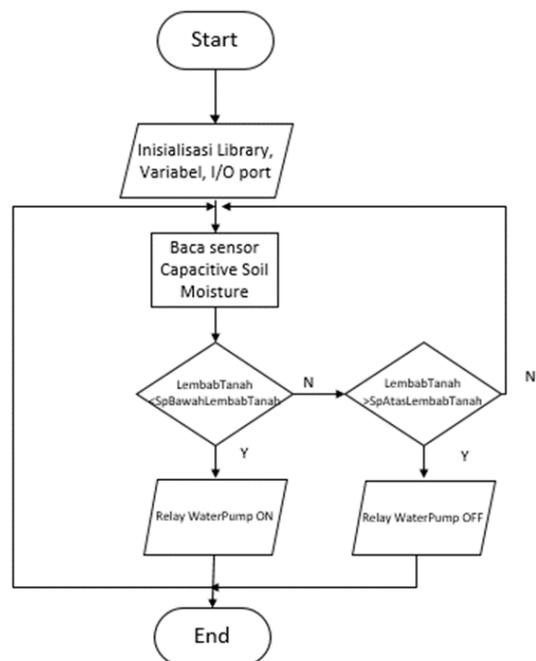
Gambar 5. Diagram alir kontrol kelembaban udara dengan metode kontrol on-off

Untuk sistem kontrol kelembaban udara menggunakan metode on-off aktuator yang digunakan yaitu ultrasonic mist maker. Ultrasonic mist maker merupakan alat yang dapat merubah air menjadi uap yang dapat menambah kelembaban. Aktuator ini akan aktif saat mendapat logika 0 dimana nilai kelembaban udara yang dibaca oleh DHT22 kurang dari set point yang ditentukan dan akan non-aktif saat nilai kelembaban udara sama atau sudah melebihi set point. Diagram alir dari sistem kontrol kelembaban udara dapat dilihat pada Gambar 5.

Tahapan-tahapan diagram alir sistem kontrol kelembaban diuraikan pada penjelasan berikut:

1. Mulai.
2. Inisiasi library, global variable dan I/O Port.
3. Membandingkan nilai kelembaban udara yang terbaca oleh sensor DHT22 dengan nilai set point kelembaban udara yang telah di setting.

2.2.3. Sistem Kontrol Kelembaban Tanah menggunakan Metode Kontrol On-Off



Gambar 6. Diagram alir kontrol kelembaban Tanah dengan metode kontrol on-off

Pada sistem kontrol kelembaban tanah menggunakan metode on-off aktuator yang digunakan yaitu water pump. Water pump merupakan alat yang dapat mengalirkan air dari penampungan air menuju plant rumah kaca untuk menambah nilai kelembaban pada tanah. Aktuator ini akan aktif saat mendapat logika 0 dimana nilai kelembaban tanah yang dibaca oleh capacitive soil moisture sensor kurang dari set point yang ditentukan dan akan non-aktif saat nilai kelembaban tanah sama atau sudah melebihi set point. Diagram alir dari sistem kontrol kelembaban udara dapat dilihat pada Gambar 6.

Tahapan-tahapan diagram alir sistem kontrol kelembaban diuraikan pada penjelasan berikut:

1. Mulai.
2. Inisiasi library, global variable dan I/O Port.

3. Membandingkan nilai kelembaban tanah yang terbaca oleh sensor capacitive soil moisture dengan nilai set point suhu yang telah di setting.
4. Apabila nilai kelembaban tanah lebih besar dari nilai set point maka relay yang terhubung dengan aktuator water pump akan non-aktif, water pump akan mati. Sistem kemudian akan mengalami loop ke tahap 3 dan kembali membaca sensor capacitive soil moisture.
5. Apabila nilai kelembaban tanah lebih kecil dari nilai set point maka relay yang terhubung dengan water pump akan aktif, water pump akan. Sistem kemudian akan mengalami loop ke tahap 3 dan kembali melakukan pembacaan sensor capacitive soil moisture.

2.3. Perancangan Perangkat Lunak

2.3.1. Sistem Kontrol Suhu

Program perancangan sistem kontrol suhu menggunakan mikrokontroler Arduino Uno dengan menggunakan bahasa C. Berikut adalah baris program yang digunakan untuk pengontrolan suhu.

```
if (celcius > spatassuhu)
{
    digitalWrite(fan_pin, LOW);
    digitalWrite(blow_pin, HIGH);
}
else if (celcius < spbawahsuhu)
{digitalWrite(fan_pin, HIGH);
digitalWrite(blow_pin, LOW);}
else
{digitalWrite(fan_pin, HIGH);
digitalWrite(blow_pin, HIGH);
}
```

2.3.2. Sistem Kontrol Kelembaban Udara

Berikut adalah baris program yang digunakan untuk pengontrolan kelembaban udara.

```
if ( humid < spbawahlembabudara)
{digitalWrite(humidifier_pin, LOW);
}
else if (humid > spataslembabudara)
{digitalWrite(humidifier_pin, HIGH);
}
else
{digitalWrite(humidifier_pin, HIGH);
}
```

2.3.3. Sistem Kontrol Kelembaban Tanah

Berikut adalah baris program yang digunakan untuk pengontrolan kelembaban tanah.

```
if (ksoil < spbawahlembabtanah)
{digitalWrite(pump_pin, LOW);
}
else if (ksoil > spataslembabtanah)
{digitalWrite(pump_pin, HIGH);
}
```

```
}
else
{digitalWrite(pump_pin, HIGH);
}
```

3. Hasil dan Analisis

Pengujian pada penelitian ini meliputi pengujian sistem kontrol suhu, kelembaban udara dan tanah, serta pengujian sensor DHT22 dan *Capacitive soil moisture sensor*.

3.1. Pengujian Sensor DHT22

Pengujian sensor DHT22 dilakukan dengan membandingkan suhu dan kelembaban udara yang terbaca oleh sensor melalui mikrokontroler dengan suhu dan kelembaban udara yang terbaca oleh thermohygrometer digital. Berikut hasil pengukuran dan pembacaan sensor DHT22 dengan alat thermohygrometer digital.

Tabel 1. Perbandingan Pembacaan Suhu Sensor dengan Thermohygrometer Digital

No.	Suhu DHT22 (°C)	Suhu Digital Thermometer Hygrometer (°C)	Error (°C)
1	25	25,1	0,1
2	26	26,1	0,1
3	27	27,1	0,1
4	28	28	0
5	29	28,9	0,1
6	30	30,2	0,2
7	31	30,9	0,1
8	32	31,9	0,1
9	33	33,1	0,1
10	34	33,8	0,2
Error rata-rata			0,11

Tabel 2. Perbandingan Pembacaan Kelembaban Udara Sensor dengan Thermohygrometer Digital

No.	DHT22 (%)	Digital Thermometer Hygrometer (%)	Error (%)
1	62,5	63	0,5
2	65,2	65	0,2
3	69,4	69	0,4
4	75	75	0
5	79,3	79	0,3
6	84,2	84	0,2
7	87	87	0
8	89	89	0
9	93	93	0
10	97	97	0
Error rata-rata			0,16

Berdasarkan Tabel 1 dapat dilihat bahwa sepuluh kali pengambilan data pembacaan suhu sensor DHT22 dengan thermohygrometer digital didapatkan suhu dengan *error* rata-rata 0,11°C. *Error* terbesar didapatkan pada pengujian ke-6 dan ke-10 yaitu memiliki *error* sebesar 0,2. Pada pengujian ke-4 tidak terdapat *error*. *Error* tersebut dapat disebabkan karena adanya perbedaan waktu sampling dan perbedaan respon pembacaan sensor dengan

thermohygrometer serta pengaruh dari peletakan antara sensor DHT22 dengan thermohygrometer. Berdasarkan pengujian di atas dapat disimpulkan bahwa pembacaan sensor untuk mendeteksi besarnya suhu dapat membaca perubahan sesuai dengan perubahan yang terjadi pada thermohygrometer digital.

Berdasarkan Tabel 2 dapat dilihat bahwa sepuluh kali pengambilan data pembacaan kelembaban udara sensor DHT22 dengan thermohygrometer digital didapatkan kelembaban dengan *error* rata-rata 0,16°C. *Error* terbesar didapatkan pada pengujian ke-3 sebesar 0,4% dan ke-1 yaitu memiliki *error* sebesar 0,5%. Pada pengujian ke-4 tidak terdapat *error*. *Error* tersebut dapat disebabkan karena adanya perbedaan waktu sampling dan perbedaan respon pembacaan sensor dengan thermohygrometer serta pengaruh dari peletakan antara sensor DHT22 dengan thermohygrometer. Berdasarkan pengujian di atas dapat disimpulkan bahwa pembacaan sensor untuk mendeteksi besarnya kelembaban udara dapat membaca perubahan sesuai dengan perubahan yang terjadi pada thermohygrometer digital.

3.2. Pengujian Sensor Capacitive Soil Moisture

Pengujian sensor *Capacitive Soil Moisture* dilakukan dengan nilai variasi dari 0% - 90%. Pengambilan data dilakukan selama 5 menit. Dilakukan perbandingan dengan alat ukur kelembaban tanah *Soil Moisture Light Meter* EU016. Hasil pengujian sensor disajikan pada Tabel 2.

Tabel 3. Hubungan antara massa dengan tegangan

No	Mtanah	Mtanah +Air	% Hitung	Alat Kalibrasi	% Sensor	% Error
1	150	150	0	0	0.648	0.648
2	150	165	10	10	9.8313	0.178
3	150	180	20	20	19.766	0.244
4	150	195	30	30	29.796	0.204
5	150	210	40	40	40.026	0.026
6	150	225	50	50	49.556	0.444
7	150	240	60	60	59.663	0.387
8	150	255	70	70	70.214	0.214
9	150	270	80	80	80.195	0.195
10	150	285	90	90	88.568	1.492
Error rata-rata						0.39

Dari Tabel 2 diperlihatkan error rata rata sensor kelembaban tanah dari setiap pengujian berdasarkan alat kalibrasi dan besaran takaran air. Terlihat bahwa Rata-rata nilai error pada variasi kelembaban tanah 0%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 60%, 70%, 80%, dan 90% masing masing adalah 0.648, 0.1787, 0.244, 0.204, 0.036, 0.444, 0.387, 0.214, 0.195, dan 1.432. Nilai error terbesar terlihat pada kelembaban tanah 90% sebesar 1.432 dan rata rata terkecil pada 40% sebesar 0.026. Error dikarenakan pembacaan alat yang kurang responsive saat pengujian. Dari pengujian sensor ditentukan untuk beberapa variable kelembaban tanah.

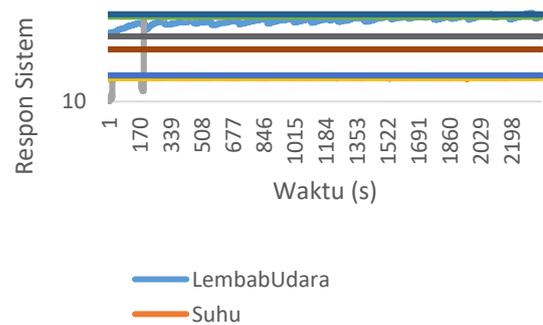
- Tanah Kering nilai kelembaban 0 – 40 %
- Tanah Lembab nilai kelembaban 50 – 70%
- Tanah Basah nilai kelembaban 80 – 100

3.3. Pengujian dan Analisis Respon Sistem Kontrol

Pengujian respon sistem dilakukan untuk mengetahui kinerja dari sistem terhadap referensi dan gangguan yang diberikan. Dalam Tugas Akhir ini dilakukan beberapa pengujian antara lain pengujian kontrol on-off untuk mengetahui respon sistem dalam mencapai referensi yang diinginkan dan mempertahankan nilai referensi yang diberikan pada masing-masing parameter yaitu suhu, kelembaban udara dan kelembaban tanah. Pada pengujian ini dilakukan 3 pengujian yaitu pengujian rumah kaca secara keseluruhan dengan referensi tetap, pengujian rumah kaca saat ada gangguan dengan gangguan berupa rumah kaca dalam keadaan terbuka serta pengujian perbandingan respon sistem terkontrol dengan tanpa kontrol.

3.3.1. Pengujian Respon Sistem Rumah Kaca Tanpa Gangguan

Pengujian kontrol *on-off* dari ketiga parameter dilakukan guna mengetahui kemampuan dari kontrol *on-off* yang digunakan dalam Tugas Akhir ini. Bagaimana sistem mencapai referensi yang diinginkan dan kemampuan untuk mempertahankan nilai sesuai dengan referensi. Pengujian dilakukan dengan range nilai referensi suhu 28-30°C, kelembaban udara 78-80% dan kelembaban tanah 50-60%. Gambar 7 Menunjukkan hasil dari pengujian respon sistem rumah kaca tanpa gangguan.



Gambar 7. Respon sistem rumah kaca tanpa gangguan

Pengujian pengendalian pada rumah kaca tanpa gangguan yang dilakukan selama 2376 detik atau sekitar 45 menit. Berdasarkan hasil respon sistem pada Gambar 7 dapat dilihat bahwa kontrol *on-off* mampu mencapai range dari setpoint, dimana pada parameter suhu, suhu awal sistem sebesar 27.4°C. Untuk parameter kelembaban udara, dapat dilihat bahwa kontrol *on-off* mampu mencapai range dari setpoint, dimana kelembaban awal sistem sebesar 62.6% dan terus naik hingga mencapai batas bawah setpoint 75%. Respon sistem pengendalian kelembaban udara terus naik

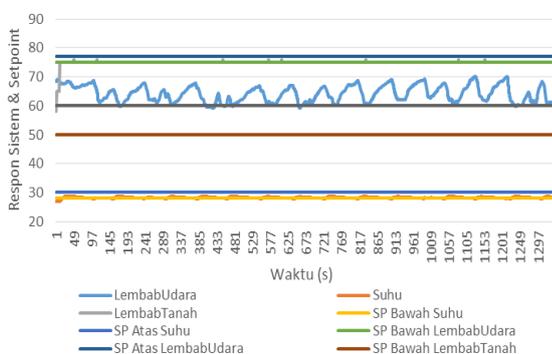
dan mencapai batas atas set point 77%. Kenaikan ini terjadi karena tidak adanya penerapan kontrol untuk penurunan kelembaban udara.

Untuk parameter kelembaban tanah, dapat dilihat bahwa kontrol *on-off* mampu mencapai range dari setpoint, dimana kelembaban awal sistem sebesar 11% dan terus naik hingga mencapai batas bawah setpoint 50%. Respon sistem pengendalian kelembaban tanah terus naik dan mencapai batas atas set point 60%. Saat telah mencapai batas atas set point kelembaban tanah, aktuator water pump sebagai pengendali kelembaban tanah akan non-aktif. Namun pada Gambar 7 terlihat nilai kelembaban tanah bertahan di 72% setelah melewati batas atas set point, ini dikarenakan kelembaban tanah yang tidak berkurang selama proses pengujian karena tidak adanya aktuator yang dapat menurunkan kelembaban tanah pada sistem rumah kaca ini.

Dari hasil pengujian keseluruhan sistem dan per-parameter sistem rumah kaca tersebut dapat dilihat bahwa metode kontrol on – off dapat mencapai nilai set point yang diinginkan baik batas bawah maupun batas atas, namun belum dapat mempertahankan nilai responnya untuk tetap dalam range set point dalam waktu yang lama.

3.3.2. Pengujian Respon Sistem Rumah Kaca dengan Gangguan

Pengujian pada bagian ini dilakukan dengan menjalankan sistem dalam keadaan pintu rumah kaca terbuka selama 1343 detik atau sekitar 32 menit. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan kontrol *on-off* pada sistem rumah kaca saat ada gangguan, apakah sistem dapat mencapai range set point yang diinginkan. Pengujian ini dilakukan pada rentang referensi suhu 28-30°C, kelembaban udara 78-80% dan kelembaban tanah 50-60%. Gambar 8 Menunjukkan hasil pengujian respon sistem rumah kaca saat ada gangguan.



Gambar 8. Respon sistem rumah kaca dengan gangguan

Berdasarkan hasil respon sistem pada Gambar 8 dapat dilihat bahwa kontrol *on-off* mampu mencapai range dari setpoint. Pada parameter suhu, suhu awal sistem sebesar

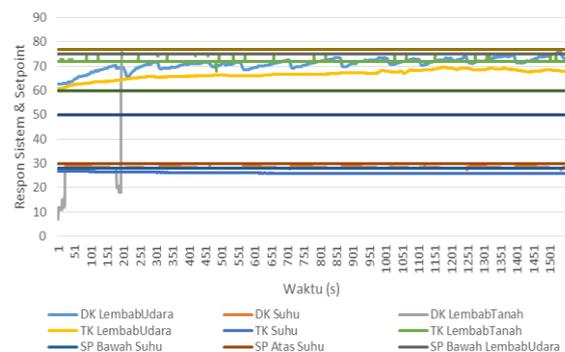
27°C. Respon sistem terus tetap pada range set point tanpa melewati batas atas yang terjadi karena suhu ruangan saat pengujian berada pada range set point yang ditentukan sekitar 28°C.

Pada parameter kelembaban udara dapat dilihat bahwa kontrol *on-off* tidak mampu mencapai range dari setpoint, dimana kelembaban awal sistem sebesar 68% dan terus berubah naik dan turun dengan range sekitar 60% sampai 72%.

Pada parameter kelembaban tanah kontrol *on-off* pada sistem pengendalian kelembaban tanah pada rumah kaca masih belum mampu mencapai range set point. Nilai dari respon sistem tidak berubah karena keadaan tanah yang masih dalam keadaan lembab dan membutuhkan waktu untuk turun.

3.3.3. Pengujian Respon Sistem Rumah Kaca dengan Kontrol dan Tanpa Kontrol

Pengujian Perbandingan kontroler *on-off* dengan tanpa metode kontrol *on-off* dilakukan selama 30 menit untuk masing-masing dengan set point yang diinginkan yaitu suhu sebesar 28-29°C, kelembaban udara 75-77% dan kelembaban tanah sebesar 50-60%. Hasil pengujian perbandingan antara metode kontrol *on-off* dengan tanpa metode kontrol *on-off* dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Respon sistem rumah kaca dengan Kontrol dan Tanpa Kontrol

Dari Gambar 9 dapat dibandingkan bahwa respon sistem pada rumah kaca saat menggunakan metode kontrol *on-off* mampu mencapai nilai setpoint yang diinginkan, baik itu pada parameter suhu, kelembaban udara maupun kelembaban tanah. Untuk respon sistem rumah kaca yang tidak menggunakan kontrol selalu berada dibawah batas bawah setpoint yang ditentukan. Ini membuktikan penggunaan metode kontrol *on-off* sudah mampu memberikan respon yang baik bila dibandingkan dengan rumah kaca yang tanpa adanya pengendalian.

4. Kesimpulan

Dari hasil perancangan dan pengujian dapat disimpulkan bahwa penggunaan sistem kendali dengan metode kontrol

on-off dapat mencapai nilai *range setpoint* yang diinginkan sesuai dengan nilai yang ditentukan. Kontrol *on-off* memiliki respon yang lebih cepat. Pada pengendalian suhu, metode kontrol *on-off* dapat mencapai nilai *setpoint* saat pengujian tanpa adanya gangguan. Untuk pengujian respon sistem kelembaban udara pada rumah kaca, metode kontrol *on-off* dapat mencapai nilai *setpoint* saat pengujian tanpa adanya gangguan. Pada pengujian respon sistem kelembaban tanah pada rumah kaca, metode kontrol *on-off* dapat mencapai nilai *setpoint* saat pengujian tanpa adanya gangguan kelembaban udara dan kelembaban tanah metode kontrol *on-off* dapat mencapai nilai *setpoint* saat pengujian tanpa adanya gangguan. Namun saat diberi gangguan dengan keadaan pintu terbuka sistem berada pada suhu tetap dan sama dengan suhu ruangan tempat pengujian. Pada perbandingan respon sistem menggunakan metode kontrol *on-off* dengan tanpa metode kontrol semua parameter suhu, kelembaban udara dan kelembaban tanah hasil respon sistem lebih baik dengan metode kontrol, ini membuktikan metode kontrol *on-off* sudah dapat digunakan untuk sistem pengendalian pada rumah kaca.

Referensi

- [1]. PERPRES 61. "Jurnal Meteorologi Klimatologi dan Geofisika", BMKG, 2015.
- [2]. Hariadi, T. K. Cahaya Dalam Rumah Kaca. Teknik Elektro FT Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, 10(1), 82–93, 2007.
- [3]. "Inilah Faktor yang Menentukan Pertumbuhan Bayam - Artikel Pertanian Terbaru | Berita Pertanian Terbaru," Pertanianku, 11-Nov-2016. [Online]. Available: <https://www.pertanianku.com/>. [Accessed: 12-May-2019].
- [4]. "Syarat Tumbuh Tanaman Cabe," Petani Quick, 22-Nov-2018. [Online]. Available: <https://petaniquick.com/syarat-tumbuh-tanaman-cabe/>. [Accessed: 12-Jan-2019].
- [5]. "Syarat Tumbuh Tanaman Tomat dan Metode Pemupukannya," Ulya Days, 09-Feb-2018. [Online]. Available: <https://ulyadays.com/tanaman-tomat/>. [Accessed: 12-Jan-2019].
- [6]. Afifudin, Muhammad. 2016. Perancangan Bangun Rumah Tanaman Sistem Knockdown. Tugas Akhir. Lampung: Universitas Lampung.
- [7]. Hariadi, T. K. Cahaya Dalam Rumah Kaca. Teknik Elektro FT Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, 10(1), 82–93, 2007.
- [8]. M. A. Limantara, "Perancangan Sistem Supervisory Control And Data Acquisition (Scada) dalam Pengendalian Suhu Pada Prototype Hot Room," 2017.