

PERANCANGAN SISTEM KENDALI DAN *MONITORING* KUALITAS UDARA GUDANG GULA KELAPA PT HEINZ ABC INDONESIA MENGGUNAKAN METODE LOGIKA *FUZZY* BERBASIS IOT

Dicky Hermawan¹, Edy Setiawan², Ryan Yudha Aditya³

¹²³Program Studi Teknik Otomasi, Jurusan Teknik Kelistrikan Kapal

Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya

Jalan Teknik Kimia, Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 60111

E-mail : dickyhermawan@student.ppns.ac.id

Abstrak

Sebagai salah satu perusahaan produksi bahan pangan ternama, PT.Heinz ABC Indonesia juga harus mengalami permasalahan pada gudang penyimpanan gula kelapa. Gula aren yang tersimpan pada gudang gula kelapa mengalami pelelehan sehingga terjadi penyusutan akibat pengaruh suhu dan kelembaban. Gula aren harus disimpan pada suhu 20°C dan kelembaban 70%. Selain itu asap polusi dari kendaraan pengangkut dan asap dari tempat pemasakan yang dekat dengan gudang penyimpanan dapat mempengaruhi kesehatan dari operator gudang. Kadar karbon monoksida (CO) dalam udara aman jika 5 ppm. Dari permasalahan tersebut tujuan penelitian ini adalah melakukan perancangan *prototype* sistem kendali serta *monitoring* terhadap suhu, kelembaban dan asap polusi dengan memanfaatkan metode logika *fuzzy*. Sistem berbasis IoT dimana nilai suhu, kelembaban, dan kadar asap dapat di *monitoring* melalui aplikasi android dan *actuator* selain mendapat kontrol otomatis juga dapat dikendalikan melalui aplikasi android sesuai kebutuhan. Berdasarkan hasil pengujian, suhu dapat dikendalikan mencapai 20°-21°C dengan perubahan 0.23°C permenit, kelembaban mencapai 70%-72% dengan perubahan 0.33% permenit, dan kadar karbon monoksida (CO) mencapai 5 PPM dengan 9.68 PPM perdetik. Tingkat akurasi terhadap *setpoint* adalah 95.8% untuk suhu, 98.8% untuk kelembaban, dan 100% untuk karbon monoksida (CO). Sistem IoT yang telah dibuat dapat melakukan *monitoring* serta kontrol manual *actuator* dengan baik.

Kata Kunci : DHT22, *Fuzzy*, Gudang, MQ-2,

1. PENDAHULUAN

PT Heinz ABC Indonesia adalah pabrik makanan dan minuman yang berbasis di Jakarta dan saat ini dimiliki oleh perusahaan multinasional dari Amerika Serikat yaitu Kraft Heinz Company serta mengoperasikan tiga pabrik produksi di Karawang (Jawa Barat), Daan Mogot (Jakarta), dan Pasuruan (Jawa Timur). Salah satu produk unggulan PT Heinz ABC Indonesia adalah ABC kecap manis yang diproduksi di PT Heinz ABC Indonesia – Plant Pasuruan.

PT.Heinz ABC Indonesia – Plant Pasuruan sebagai tempat produksi salah satu produk unggulan, diperlukan konsistensi kualitas produk untuk menjaga kepercayaan konsumen. Salah satu faktor konsistensi produk adalah kualitas bahan baku. Bahan baku memegang peranan penting guna menjamin kualitas produk dan memperlancar proses produksi. Maka diperlukan pengendalian dan pengawasan stok bahan baku yang tersimpan di gudang penyimpanan.

Terdapat beberapa permasalahan yang dialami PT.Heinz ABC Indonesia – Pasuruan

Plant. Permasalahan yang pertama adalah pada sistem gudang penyimpanan gula kelapa yang belum terdapat *standardisasi* kondisi suhu dan kelembaban. Suhu dan kelembaban yang tidak dikendalikan dapat menyebabkan pelelehan gula.

Salah satu faktor yang menentukan dari pelelehan gula aren adalah kadar air yang terkandung dari gula aren. Suhu dan RH ruang penyimpanan merupakan faktor yang mengakibatkan kenaikan kadar air dari gula aren. Perbedaan tekanan antara lingkungan dan bahan dalam kemasan gula aren membuat kadar uap air melewati kemasan dan diserap oleh bahan sehingga terjadi kenaikan kadar air gula aren. Selama penyimpanan, gula aren akan menyerap uap air dari lingkungan yang menyebabkan gula aren menjadi lembab sehingga kehilangan kerenyahan [13]. Gula menjadi rusak selama penyimpanan tergantung dari beberapa faktor seperti temperatur, kelembaban, tekanan parsial, oksigen, cahaya dan variasi pengemasan (Rohaman, Maman M. 2018). Naiknya kadar air pada gula aren yang disebabkan oleh suhu dan RH yang tidak

terkontrol akan berpengaruh pada durasi simpan dan menyebabkan gula aren melunak meleleh hingga mengalami penyusutan berat gula aren. Penyusutan massa gula aren menjadi sumber permasalahan tidak optimalnya sistem penyimpanan *First In First Out (FIFO)* dikarenakan gula yang mengalami penyusutan harus segera di utamakan masuk proses produksi untuk menghindari kerugian. Gula aren yang disimpan pada suhu ruang 15°C dan RH 70% memiliki umur simpan yang lebih lama yaitu 160 hari, sedangkan umur simpan gula paling pendek terjadi pada kondisi penyimpanan suhu 35°C dan RH 98% (Kurniawan, Bintoro, and Nugroho WK 2018). Sedangkan pada 20°C dan kelembaban relatif <70%, gula memiliki daya tahan yang baik [14]. Nilai yang digunakan pada penelitian ini adalah suhu 20°C dan kelembaban relatif 70%.

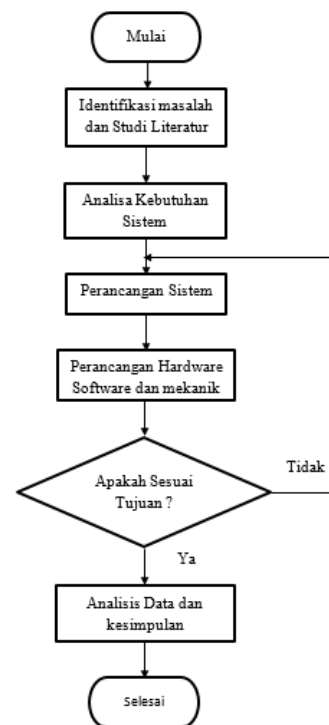
Selain permasalahan yang dijabarkan diatas, terdapat permasalahan lain yang menjadi keluhan operator produksi gudang penyimpanan gula yaitu terkait polusi udara pada gudang gula kelapa. Lokasi gudang yang bersebelahan dengan proses pemasakan, asap kendaraan forklift pengangkut bahan baku berbahan bakar solar dan kendaraan truk yang berlalu lalang di sekitar area gudang menjadi penyebab utama asap polusi masuk kedalam area gudang gula kelapa. Asap yang mengandung sejumlah senyawa berbahaya, diantaranya adalah *Karbon Monoksida (CO)* dan *Timbal (Pb)*. *Karbon Monoksida (CO)* adalah suatu gas yang tidak berwarna, tidak berbau dan juga tidak berasa. Gas CO sebagian besar berasal dari pembakaran bahan bakar fosil dengan udara, berupa gas buangan. Karbonmonoksida (CO) merupakan salah satu penyumbang pencemaran udara yang berasal dari sektor transportasi akibat dari buangan pembakaran mesin yang kurang sempurna (Yulianti, Fitrianiingsih, and Jati 2013). Karbonmonoksida (CO) memiliki kemampuan untuk bercampur dengan hemoglobin darah berbanding oksigen. Semakin tinggi konsentrasi Karbon Monoksida di udara akan menyebabkan meningkatnya konsentrasi Karbonmonoksida (CO) dalam darah. Konsentrasi CO di udara sebesar 5 sampai 100 ppm menimbulkan beberapa gangguan tubuh dari yang ringan sampai menyebabkan kematian, dan dirasa aman jika dibawah dari 5 ppm (Wardhana 2004).

Berdasar permasalahan yang telah dijabarkan, tujuan penelitian ini adalah melakukan perancangan sistem kendali suhu, kelembaban, dan asap polusi dengan sensor

DHT22 dan sensor MQ-2 sebagai pendeteksi masing masing variabel. Hasil pembacaan sensor akan diproses menggunakan mikrokontroler arduino menggunakan metode logika fuzzy. Hasil pemrosesan mikrokontroler akan mengendalikan pendingin berupa elemen peltier dan mengatur kecepatan exhaust fan dengan tujuan mengurangi kelembaban, menurunkan suhu, mengurangi kadar CO dan menghemat catu daya yang digunakan pada sistem tersebut. Sehingga dibuat Tugas Akhir ini yang berjudul “Rancang Bangun Sistem Kendali dan Monitoring Kualitas Udara Gudang Penyimpanan Gula Kelapa PT. Heinz ABC Indonesia Menggunakan Metode Fuzzy Logic Berbasis IoT”.

2. METODOLOGI

Alur Penelitian Tugas Akhir akan direpresentasikan pada diagram alur **Gambar 1.** berikut ini.



Gambar 1. Flowchart Alur Penelitian

Berdasar *flowchart* diatas, Alur kegiatan penelitian secara detail akan dijelaskan pada sub-sub berikut.

2.1 Perancangan Sistem

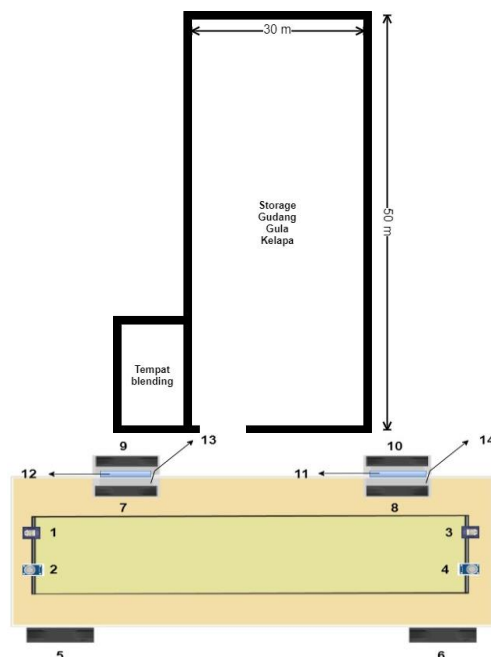
Pada perancangan sistem meliputi pendataan komponen-komponen pembangun sistem yang akan dibuat seperti dijelaskan pada **Tabel 1.** berikut ini.

Tabel 1. Kebutuhan Sistem

Hardware	Software
Arduino Mega 2560	Arduino IDE
Esp32	Matlab
Sensor MQ-2	Android Studio
Sensor DHT22	
Rangkaian Peltier / Thermoelectric Cooler	
Exhaust Fan	
Driver L298N	

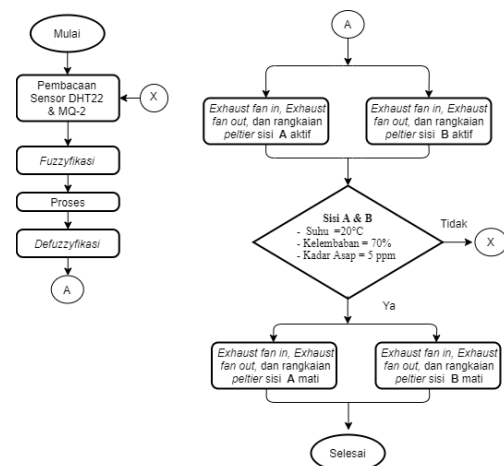
2.2 Perancang Mekanik Sistem

Perancangan mekanik sistem menunjukkan peletakan sensor dan aktuator yang digunakan pada sistem. Prototype sistem pada pengerjaan tugas akhir ini di aplikasikan terhadap simulasi gudang gula PT. Heinz ABC Indonesia yang pada kondisi sebenarnya berukuran 50 meter x 30 meter, sedangkan pada raung simulasi dibuat dengan skala 1 : 100. Pada sistem peletakan sensor dan aktuator dibagi menjadi dua sisi, yaitu sisi A dan sisi B yang bertujuan untuk menginterpretasikan kondisi gudang sebenarnya.



Gambar 2 Layout Penempatan Sensor dan Aktuator

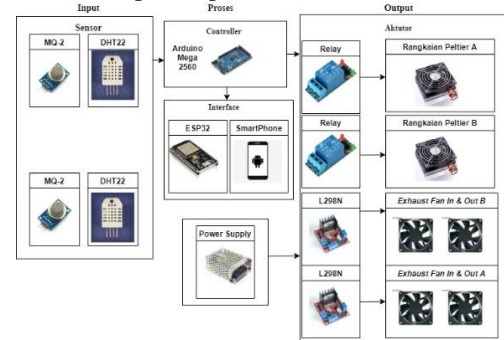
2.3 Alur Kerja Sistem



Gambar 3. FlowChart Kendali Sistem Utama

2.4 Perancangan Hardware

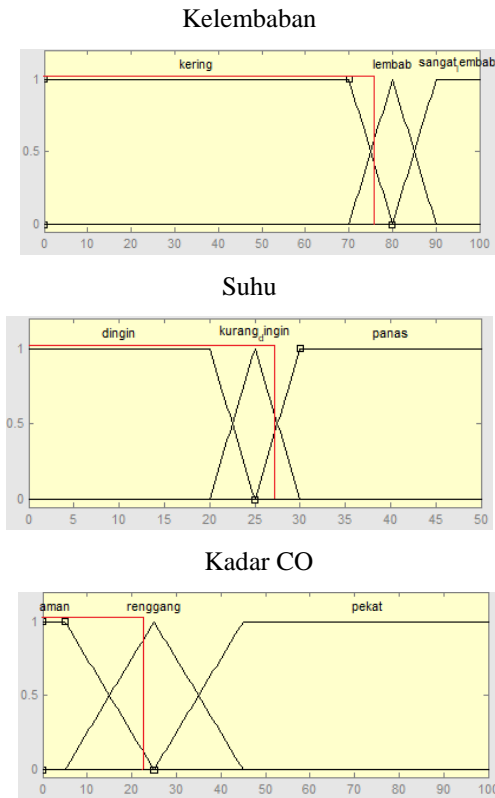
Perancangan *hardware* meliputi ini meliputi pendataan komponen-komponen secara detail yang akan digunakan. Lebih jelas akan ditampilkan pada **Gambar 4.** berikut ini.



Gambar 4. Perancangan Hardware

2.5 Perancangan Fuzzy

Pada sistem ini dibutuhkan metode yang dapat mengatur aktuator sesuai dengan nilai pembacaan sensor, hal ini bertujuan untuk penyesuaian aktuator supaya lebih menghemat daya yang dibutuhkan dan lebih efisien. Setelah pembacaan sensor dilakukan selanjutnya dilakukan proses fungsi keanggotaan (*fuzzyfikasi*), selanjutnya dilakukan proses *rule fuzzy* berdasar nilai suhu, kelembaban dan kadar asap. Kemudian hitung *centroid* (*defuzzyfikasi*), dan setelah semua proses selesai maka aktuator akan bekerja sesuai hasil *fuzzy*. Fungsi keanggotaan yang digunakan pada proses *fuzzy* menggunakan metode *fuzzy sugeno* yang output dapat berupa konstanta. Fungsi keanggotaan *input* dan *output* yang digunakan pada proses *fuzzy* adalah sebagai berikut :

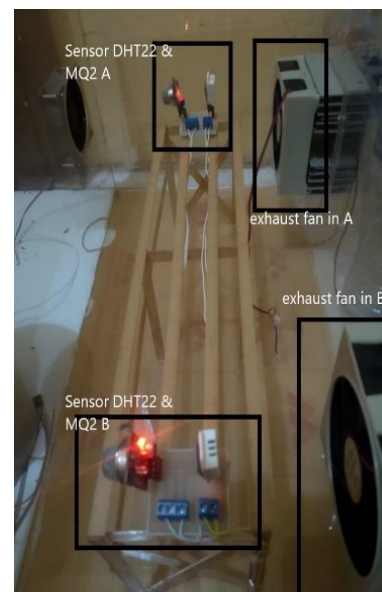
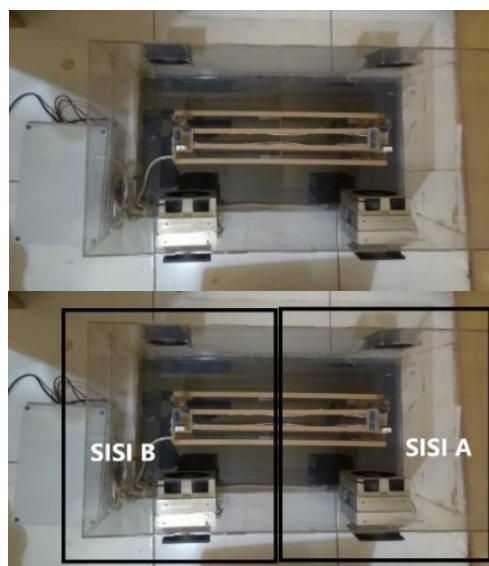


Gambar 5. Membership function Kelembaban, Suhu, dan Kadar CO.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Perancangan Hardware

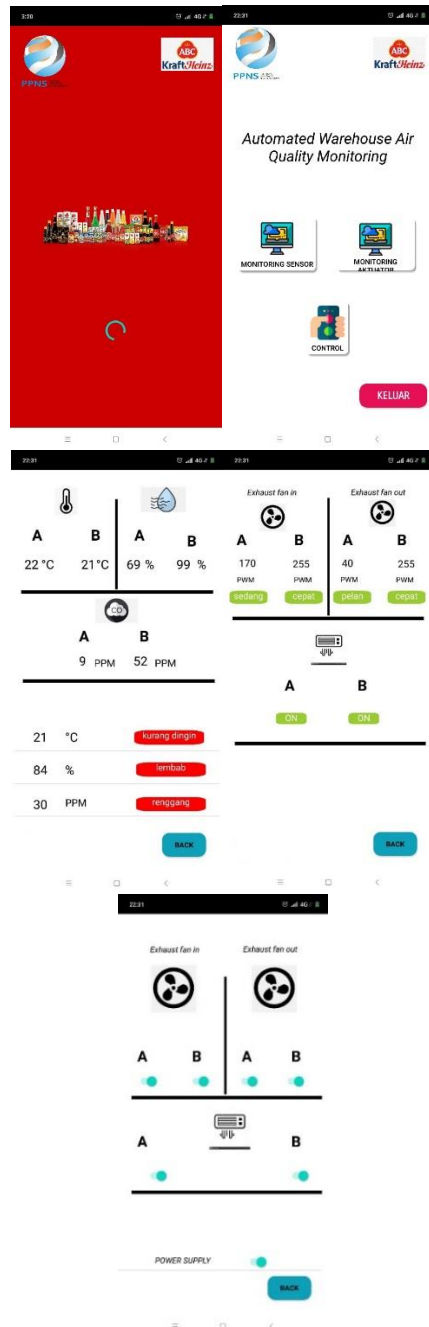
Setelah melakukan perancangan komponen sensor dan aktuator yang digunakan pada ruang simulasi gudang berdasar rancangan maka didapat hasil sistem prototype yang di implementasikan seperti **Gambar 6.** dibawah ini.



Gambar 6. Implementasi Pada Prototype

3.2 Hasil Perancangan Software

Perancangan *software* meliputi hasil perancangan aplikasi IoT pada android dengan semua fitur yang telah disesuaikan, pembuatan database sistem serta mengintergrasikan antara *hardware* dengan *software* yang telah dibuat. Sehingga sistem yang telah dibuat dapat bekerja dengan baik. Pada **Gambar 7** ditunjukan tampilan *interface* pada aplikasi android yang telah dibuat.



Gambar 7. Tampilan Aplikasi Android IoT

3.3 Hasil dan Pengujian Logika Fuzzy Sugeno

Pada pengujian *fuzzy* sistem dilakukan percobaan pada sistem secara keseluruhan. Hasil pembacaan dari kualitas udara yaitu suhu, kelembaban, dan kadar Karbonmonoksida / CO pada kedua sisi ruang simulasi gudang dicatat untuk membandingkan hasil kondisi *actuator* pada sistem dan desain *fuzzy* matlab. Hasil dari pengujian dapat dilihat pada tabel 1 dan 2 dibawah ini.

Tabel 1. Pengujian Fuzzy Sistem Sisi Ruang A

No.	Input sisi A			Output sisi A (Arduino : Matlab)						Error%
	Suhu (°C)	Kelembaban (%)	CO (PPM)	Exhaust Fan in		ExhaustFan out		Relay		
1.	35,1	63.1	520.1	170	170	255	255	1	1	0.0%
2.	30.2	73.5	452.1	199.75	200	255	255	1	1	0.04%
3.	29.3	74.9	324.2	193.24	200	255	255	1	1	1.1%
4.	28,1	79.0	249.4	206.83	214	255	255	1	1	1.2%
5.	27.4	80.1	120.2	211.67	211	255	255	1	1	0.1%
6.	26.6	81.2	94.4	208.39	204	255	255	1	1	0.7%

7.	25.8	82.8	32.5	216.36	204	207.6	202	1	1	2.01%
8.	23.5	82.5	21.2	203.1	191	136.83	138	1	1	2.1%
9.	21.9	80.0	12.1	170	170	70.8	70.3	1	1	0.5%
10.	20.8	73.2	4.3	62.12	63.2	0	0	1	1	0.5%
Rata-rata error%										0.8%

Tabel 2. Pengujian Fuzzy Sistem Sisi Ruang B

No.	Input sisi B			Output sisi B (Arduino : Matlab)						Error%
	Suhu (°C)	Kelembaban (%)	CO (PPM)	Exhaust Fan in		ExhaustFan out		Relay		
1.	33.6	71	508.25	178.5	179	255	255	1	1	0.01%
2.	31	75.7	402.86	217.9	218	255	255	1	1	0.015%
3.	28.4	79.5	305.81	218.68	221	255	255	1	1	0.34%
4.	25.1	79.8	206.31	170	170	255	255	1	1	0.0%
5.	24.3	79.2	101.91	163.3	162	255	255	1	1	0.26%
6.	23.2	79	98.3	159.2	158	255	255	1	1	0.25%
7.	22.4	78.1	39.2	146.1	145	228	230	1	1	0.53%
8.	21.6	77.1	27.1	126.27	129	179	179	1	1	0.72%
9.	21	75.9	14.3	105.82	107	80.73	79	1	1	0.74%
10.	20.8	70.8	4.7	26.17	26.1	0	0	1	1	0.089%
Rata-rata error%										0.9%

3.4 Hasil dan Pengujian Kinerja Sistem

Pada pengujian ini berisi respon perubahan nilai parameter yang dikendalikan sisi A dan sisi B sampai mencapai nilai terkecil

yang dapat dicapai. Pada sistem terdapat 3 parameter yang dikendalikan yaitu suhu, kelembaban dan kadar karbonmonoksida/ CO.

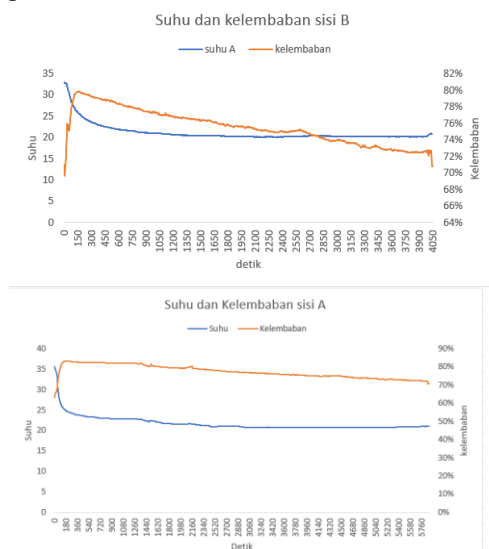
Tabel 3. Hasil Pengujian Kendali Suhu dan Kelembaban Sisi A

No	Nilai awal		Nilai Stabil		Waktu (menit)		Perubahan Permenit	
	Suhu (°C)	Kelembaban (%)	Suhu (°C)	Kelembaban (%)	Suhu	Kelembaban	Suhu (°C)	Kelembaban (%)
1.	35.8	63.1	20.9	71.1	41	82	0.36	0.45
2.	31.3	69.2	21.1	72	40	80	0.25	0.38
3.	27.3	80.3	20.3	70.4	37	93	0.2	0.21
4.	25.4	79.3	20.8	68.2	35	87	0.13	0.23
Rata-rata perubahan permenit							0.24 °C	0.31%

Tabel 4. Hasil Pengujian Kendali Suhu dan Kelembaban Sisi B

No	Nilai awal		Nilai Stabil		Waktu (menit)		Perubahan Permenit	
	Suhu (°C)	Kelembaban (%)	Suhu (°C)	Kelembaban (%)	Suhu	Kelembaban	Suhu (°C)	Kelembaban (%)
1.	33.6	71	21	70.8	35	67	0.35	0.43
2.	31	75.3	21.1	72	43	56	0.23	0.44
3.	28.4	82.3	20.9	71.1	37	76	0.20	0.23
4.	25.3	79.3	20.8	70.6	35	64	0.12	0.32
Rata-rata perubahan permenit							0.225 °C	0.35%

Grafik karakteristik kinerja kendali suhu dan kelembaban pada sisi A dan B ditunjukkan pada **Gambar 8.** dibawah ini.

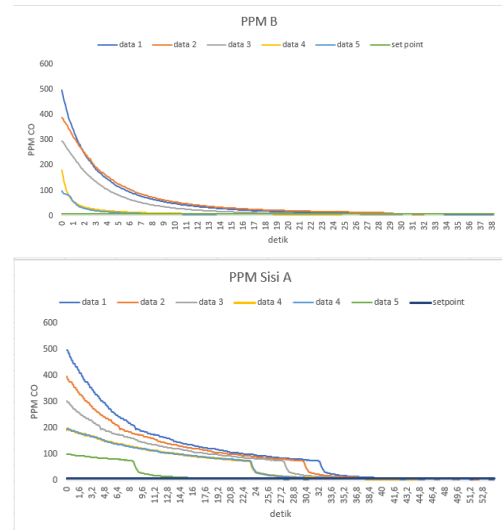


Gambar 8. Grafik kinerja suhu kelembaban sisi A dan B

Tabel 5. Hasil Pengujian Kendali Kadar CO

Sisi	No.	Nilai Awal (PPM)	Waktu (detik)	Penurunan per detik (PPM)
A	1	513.18	54.3	9.5
	2	397.32	39.4	10.3
	3	303.61	35.7	8.5
	4	203.36	26.9	7.5
	5	99.31	13.9	7.1
B	6	508.25	38.2	13.3
	7	402.86	32.1	12.5
	8	305.81	30.1	10.1
	9	206.31	24.8	9.6
	10	101.91	13.7	8.4
Rata - rata				9.68 PPM /detik

Grafik karakteristik kinerja kendali kadar karbonmonoksida pada sisi A dan B ditunjukkan pada **Gambar 9.** dibawah ini.



Gambar 9. Grafik karakteristik kinerja kendali kadar CO Sisi A dan B

4. PENUTUP

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan percobaan yang telah dilaksanakan pada Tugas Akhir yang berjudul “Perancangan Sistem Kendali Dan Monitoring Kualitas Udara Gudang Gula Kelapa PT.Heinz ABC Indonesia Menggunakan Logika *Fuzzy* Berbasis IoT ” ini dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Berdasarkan pengujian dari kinerja kendali suhu, untuk mencapai suhu 20°C - 21°C didapat hasil rata-rata perubahan suhu permenit adalah 0.23°C. Tingkat akurasi kendali suhu terhadap nilai set-point adalah 95.8%. Berdasarkan pengujian dari kinerja kendali kelembaban, kondisi kelembaban akan naik karena berbanding terbalik dengan nilai suhu. Kelembaban turun di suhu rata-rata 25°C dan mencapai nilai disekitar 70%-72% dengan waktu rata-rata perubahan 0.33%. Tingkat akurasi kendali kelembaban terhadap nilai set-point adalah 98.9%. Dari hasil pengujian kinerja kendali kadar karbonmonoksida hingga nilai *set-point* didapat hasil penurunan karbonmonoksida / CO 9.68 PPM per detik dengan tingkat akurasi terhadap setpoint adalah 100%.
2. Berdasarkan pengujian metode *fuzzy* Sugeno pada sistem dengan 27 aturan fuzzy, peneliti melakukan percobaan dengan beberapa sample dan didapat rata-rata *error* sebesar 0.85% dibandingkan dengan hasil *fuzzy software* Matlab.

3. Berdasar pengujian Interface Android pada sistem IoT, ditarik kesimpulan kinerja monitoring dapat terintegrasi dengan baik sesuai kondisi sistem dan didapat *error* sebesar 0.0%. Pengujian kendali kondisi *actuator* melalui perangkat android dengan 5 kali percobaan didapat rata-rata *error* sebesar 0.0%.

4.2 Saran

Berdasarkan percobaan yang telah dilaksanakan pada Tugas Akhir yang berjudul “Perancangan Sistem Kendali Dan Monitoring Kualitas Udara Gudang Gula Kelapa PT.Heinz ABC Indonesia Menggunakan Logika *Fuzzy* Berbasis IoT ” ini terdapat saran sebagai berikut :

1. Berdasarkan percobaan yang telah dilakukan, penerapan sistem untuk kondisi nyata disesuaikan komponen yang akan digunakan sesuai standart industri.
2. Peneliti selanjutnya dapat mengembangkan sistem IoT dengan penambahan fitur dan pembaruan desain IoT agar tidak terkendala jaringan *WiFi*.
3. Peneliti selanjutnya dapat mengembangkan dengan menggunakan PLC agar dapat di implementasikan sesuai kebutuhan Industri.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Kurniawan, Hary, Nursigit Bintoro, and Joko Nugroho WK. 2018. “PENDUGAAN UMUR SIMPAN GULA SEMUT DALAM KEMASAN DENGAN PENDEKATAN ARHENIUS.” *Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian dan Biosistem* 4(1): 222–27.
- Rohaman, Maman M., Edna W. F. dan Ign S. 2018. “Pengaruh Suhu Kelembaban Relatif Dan JenisPengemasan Terhadap Mutu Dan Umur Masa Simpan Gula Semut .Pdf.” *WARTA IHP/J. AGRO-BASED INDUSTRY* 19: 29.
- Wardhana, W. A. 2004. Dampak Pencemaran Lingkungan *Wardhana*, 118-120.
- Yulianti, Sendi, Yulisa Fitrianiingsih, and Dian Rahayu Jati. 2013. “ANALISIS KONSENTRASI GAS KARBON MONOKSIDA (CO) PADA RUAS JALAN GAJAH MADA PONTIANAK.” : 1–10.
- Mustaufik & Haryanti, P. (2006). *Evaluasi Mutu Gula Kelapa Kristal Beriodium*

Yang Dibuat Dengan Teknik Fortifikasi Dan Jenis Bahan Baku Yang Berbeda. Jawa Tengah: Jurusan Teknologi Pertanian. Unsoed.

Rachman, P. N. (2014). *Sistem Pendukung Keputusan Penjurusan Di SAM Menggunakan Fuzzy Logic Metode Sugeno Berbasis Web.* Bandung: Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati Bandung.

Prabowo, K., & Muslim, B. (2018). *Penyehatan Udara.* Jakarta: Pusat pendidikan Sumber Daya Manusia Kesehatan.

Transport Information Sevice. (2017, january 1). *White Sugar.* Dipetik 1 28, 2021, dari Transport Information Sevice: https://www.tisgdv.de/tis_e/ware/zucker/weiszuck/weiszuck.htm