

RANCANG BANGUN ALAT PENGENDALI SUHU PADA FERMENTASI TEMPE BERBASIS MIKROKONTROLER

Budi Darmawan*¹, Willy Pradiyanto², I Made Budi Suksmadana³, Syafaruddin CH⁴

¹ Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Mataram, Nusa Tenggara Barat, Indonesia

*Corresponding Author Email: budidarmawan@unram.ac.id

ABSTRAK

Fermentasi tempe memerlukan waktu fermentasi 18 hingga 48 jam untuk. Lamanya proses fermentasi tempe ini mengakibatkan tidak optimalnya hasil dari produksi tempe sehingga dibutuhkanlah alat yang dapat mempercepat dan mengoptimalkan proses produksi pembuatan tempe. Alat optimasi fermentasi tempe ini bekerja pada suhu antara 30°C - 37°C. Alat ini menggunakan sensor DHT22 sebagai pendeteksi suhu dan kelembaban. Alat ini bekerja berdasarkan kontrol mikrokontroler arduino UNO menggunakan logika fuzzy. Jika suhu dalam ruang fermentasi lebih rendah dari nilai setting point maka lampu akan menyala, bila suhu lebih tinggi maka lampu akan mati, agar suhu yang diinginkan dapat tercapai. Hasil fermentasi tempe menggunakan alat membutuhkan waktu tercepat 22 jam pada suhu 35° celcius sedangkan yang paling lama membutuhkan waktu 45 jam pada suhu 39° celcius.

Keyword: Fermentasi, Tempe, DHT22, Arduino UNO

1. PENDAHULUAN

Tempe merupakan salah satu makanan yang digemari oleh masyarakat Indonesia hingga saat ini, di beberapa daerah tempe menjadi lauk pokok yang harus tersedia pada menu makanan sehari-hari, selain harganya yang relatif murah tempe yang kaya akan protein dijadikan alternatif sumber protein nabati. Tempe juga banyak terdapat kandungan gizi lain yang dibutuhkan oleh tubuh seperti protein, karbohidrat, lemak, dan mineral.

Tempe adalah makanan tradisional yang bahan bakunya terbuat dari kacang kedelai dengan cara difermentasi atau peragian menggunakan kapang *Rhizopus sp.* Proses fermentasi tersebut akan menghasilkan enzim-enzim yang merombak senyawa organik yang kompleks menjadi senyawa yang lebih sederhana sehingga mudah dicerna oleh tubuh. Proses dalam fermentasi tempe dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain: suhu, kelembaban, dan waktu pemeraman. Suhu pemeraman yang baik digunakan pada pemeraman adalah pada suhu kamar 30° -37°C dalam kondisi aerob dan kelembaban dipengaruhi oleh lama pemeraman. Lama pemeraman biasanya membutuhkan waktu 18 hingga 48 (Atmiasri dan Purbandini, 2018).

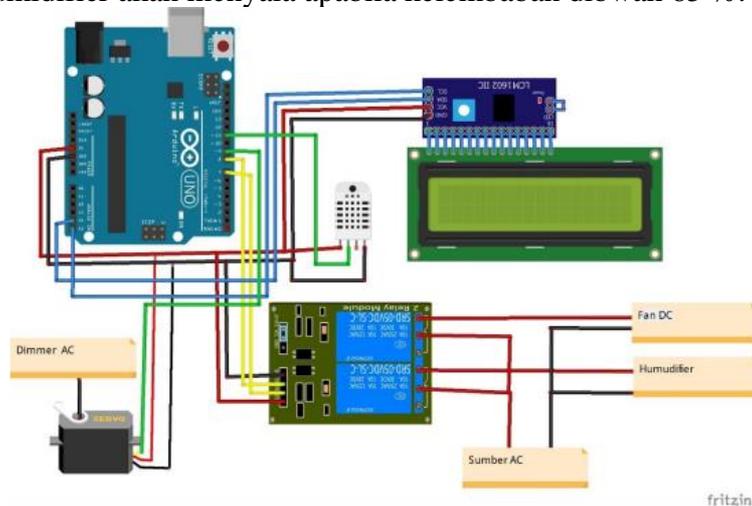
Pada umumnya, dalam pembuatan tempe konvensional para produsen tempe masih menggunakan cara manual untuk menjaga suhu fermentasi, apabila saat musim dingin, tempe biasanya ditutup dengan kain ataupun penutup lainnya untuk menjaga suhu pada saat fermentasi tetap stabil. Cara tersebut kurang efektif karena suhu yang tidak sesuai dengan kebutuhan pada saat proses pemeraman. Dari permasalahan tersebut maka pada penelitian ini dirancang dan dibuat sebuah alat yang dapat memudahkan dan mengkondisikan suhu dan kelembaban pada ruang fermentasi tempe.

Beberapa penelitian terdahulu telah dilakukan untuk membuat alat pengatur suhu dan kelembaban dalam fermentasi tempe. Diantaranya adalah Penelitian yang berjudul Pembuatan Alat Kontrol Suhu Dan Kelembaban Pada Fermentasi Tempe

Menggunakan Arduino Berbasis Android Melalui Wifi (Putro, 2019), Alat Pengontrol Suhu dan Kelembaban pada Proses Fermentasi Tempe dengan Menggunakan Sensor DHT-11 Berbasis Arduino Uno dengan Tampilan Smartphone Android (Berutu, 2019), dan Alat Pengatur Kelembaban Dan Suhu Untuk Mempercepat Proses Fermentasi Kedelai Berbasis Internet Of Things (Anwar dan Aji, 2019). Pada penelitian ini digunakan konsep logika fuzzy untuk pengontrolan suhu ruang fermentasi tempe.

2. METODE

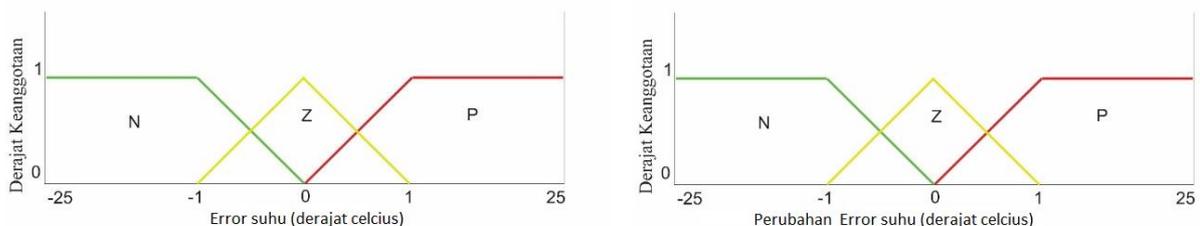
Gambar 1. Memperlihatkan rancangan alat yang dibuat. Sensor DHT22 digunakan untuk mengukur suhu dan kelembaban ruang fermentasi tempe, Suhu ruang dikendalikan oleh arduino Uno berdasarkan perhitungan logika fuzzy. Keluaran perhitungan logika fuzzy digunakan untuk memutar motor servo yang telah dihubungkan dengan dimmer AC yang berfungsi untuk mengatur nyala lampu yang digunakan untuk memanaskan ruang fermentasi tempe. Fan DC dan Humidifier digunakan untuk mengatur kelembaban ruangan fermentasi. Humidifier akan menyala apabila kelembaban dibawah 65 %.



Gambar 1. Rancangan Alat

Masukan Logika Fuzzy

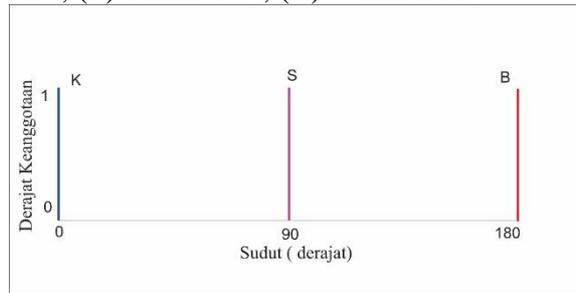
Pengendalian logika fuzzy yang dirancang memiliki dua masukan yakni error suhu dan perubahan error suhu seperti yang terlihat pada gambar 2. Masukkan error suhu merupakan selisih suhu ruangan dengan suhu set point, sedangkan perubahan error suhu adalah selisih error suhu sekarang dengan error suhu 1 menit sebelumnya. Masukan error suhu dan perubahan error suhu dibentuk dalam nama linguistik yang dibagi menjadi tiga kelas yaitu Positif, Zero, dan Negatif yang dimana memiliki derajat keanggotaan 0 sampai 1.



Gambar 2. Masukan Error Suhu dan Perubahan Error suhu

Gambar 3 memperlihatkan perancangan keanggotaan output dari logika fuzzy. Perancangan keanggotaan ini dibagi dalam 3 tingkat. nama linguistik 3 tingkatan ini adalah

parameter sudut servo seperti pada tabel dengan rincian K (kecil), S(sedang), B (besar). Untuk nilai (K) bernilai 0, (S) bernilai 90, (B) bernilai 180



Gambar 3. Ounput Logika Fuzzy

Basis Aturan (Rule Base)

Basis aturan yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Basis aturan

Error suhu / Perubahan error suhu \ Error suhu	Negatif	Zero	Positif
Positif	Kecil (K) (Aturan 1)	Sedang (S) (Aturan 4)	Besar (B) (Aturan 7)
Zero	Kecil (K) (Aturan 2)	Sedang (S) (Aturan 5)	Besar (B) (Aturan 8)
Negatif	Kecil (K) (Aturan 3)	Sedang (S) (Aturan 6)	Besar (B) (Aturan 9)

Defuzzyfikasi

Perancangan defuzzyfikasi menggunakan output berupa nilai yang menggerakkan sudut servo dimana terbagi menjadi 3 tingkatan dengan rincian Kecil, Sedang, dan Sangat Besar untuk nilainya masing-masing Kecil = 0, Sedang = 90, Besar =180.

Metode defuzzyfikasi yang digunakan adalah system penalaran metode Takagi-Sugeno-Kang (*Weigth of Average*). Pada metode ini nilai crisp output diperoleh mencari dengan nilai rata-rata berdasarkan persamaan 1

$$Z = \frac{\sum_{i=1}^N W_i Z_i}{\sum_{i=1}^N W_i} \dots\dots\dots(1)$$

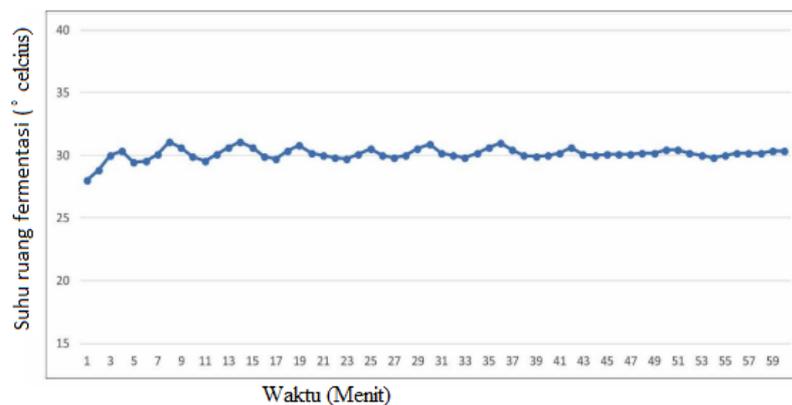
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambar 4 memperlihatkan alat pengendali suhu pada fermentasi tempe yang telah dirancang dan dibuat. Dari pengamatan, Kecerahan lampu akan maksimal jika suhu aktual dibawah suhu set point yang diinginkan sebaliknya lampu akan meredup jika suhu aktual diatas suhu set point yang diinginkan. Kelembaban diatur dengan menyalakan humidifier apabila kelembaban dibawah set point yaitu 65%

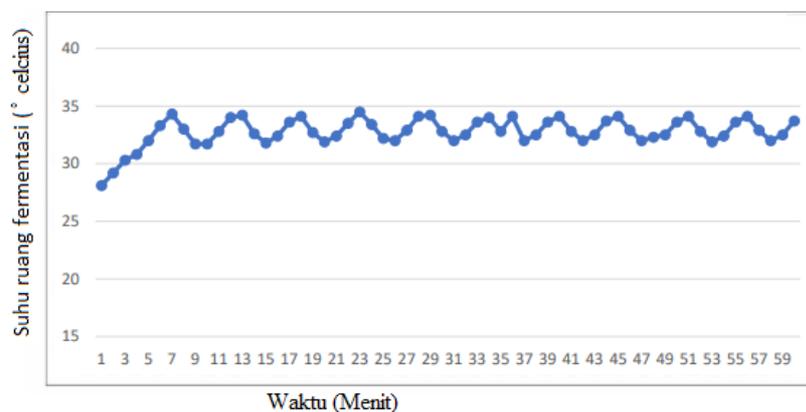


Gambar 4. Alat yang telah dibuat

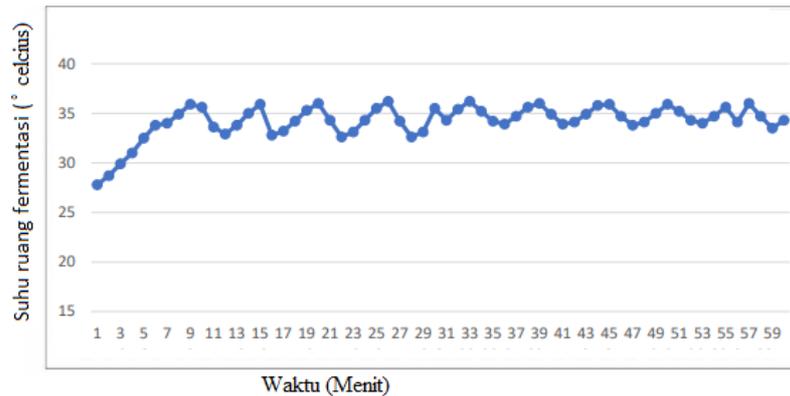
Gambar 5, gambar 6, dan gambar 7 memperlihatkan grafik hasil pengujian alat dengan suhu ruang fermentasi tempe yang di setting pada 30° celcius, 33° celcius, dan 35° celcius. Dari gambar grafik hasil pengujian tersebut dapat dilihat bahwa suhu ruang fermentasi bernilai fluktuatif mendekati suhu set point yang diberikan. Dari grafik dapat dilihat juga bahwa waktu rata rata yang dibutuhkan untuk mencapai suhu set point adalah 3 sampai 7 menit.



Gambar 6. Pengujian dengan suhu set point 30° celcius



Gambar 6. Pengujian dengan suhu set point 33° celcius



Gambar 7. Pengujian dengan suhu set point 35 ° celcius

Pengujian Alat yang telah dibuat juga telah dilakukan pada pembuatan tempe untuk mengetahui waktu lama proses fermentasi pembuatan tempe yang dibutuhkan pada beberapa suhu set point. Dan hasilnya dapat dilihat ada tabel 2.

Tabel 2. Hasil pengujian pembuatan tempe dengan beberapa suhu set point

No	Suhu set point ruang fermentasi (° celcius)	Lama waktu fermentasi tempe (JAM)
1	30	40
2	33	28
3	35	22
4	37	25
5	39	45
6	Tidak disetting (1)	40
7	Tidak disetting (2)	46
8	Tidak disetting (3)	48
9	Tidak disetting (4)	45

Dari table 2 dapat dilihat bahwa proses fermentasi tempe yang tercepat didapatkan dengan suhu set point 35 ° celcius. Dapat dilihat pula bahwa lama fermentasi tempe tanpa pengaturan suhu tanpa pengaturan suhu ruangan adalah dari 40 ° celcius sampai dengan 48 ° celcius.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Alat yang telah dibuat dapat menjaga suhu ruang fermentasi dengan nilai yang sedikit fluktuatif mendekati suhu set point yang diberikan.
2. Waktu proses fermentasi tempe yang tercepat didapatkan dengan suhu set point 35 ° celcius, Sedangkan lama waktu fermentasi tempe tanpa pengaturan suhu ruangan adalah dari 40 ° celcius sampai dengan 48 ° celcius.

5. DAFTAR REFERENSI

1. Anwar, M.S., Aji, R.M.N.D., 2019. Alat Pengatur Kelembapan Dan Suhu Untuk Mempercepat Proses Fermentasi Kedelai Berbasis Internet Of Things. Prosiding Seminar Nasional FORTEI7-2, Vol.2 No.1.
2. Atmiasri., dan Budi, P.S., 2015, *Pengembangan Mesin Pembuat Tempe Dengan Teknologi Stabilisator Suhu Berbasis Thermistor NTC*, Penelitian Dosen Pemula. Dikti.

3. Atmiasri., dan Purbandini., 2018, *Implementasi Teknologi Mikrokontroler Arduino Leonardo Pada Mesin Pembuat Tempe*, Bandung: Seminar Nasional Bidang Teknik Elektro dan Otomatisasi.
4. Atmiasri., dan Widodo., 2016, *Mesin Pembuat Tempe Menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno*, Penelitian Dosen Pemula, Dikti.
5. Berutu, T.S., 2019. Alat Pengontrol Suhu dan Kelembaban pada Proses Fermentasi Tempe dengan Menggunakan Sensor DHT-11 Berbasis Arduino Uno dengan Tampilan Smartphone Android. Project Akhir. Program Studi D3 Metrologi Dan Instrumentasi , Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sumatera Utara.
6. Brady, E.J., 1998, *KIMIA UNIVERSITAS* , Jakarta : Penerbit Erlangga
7. Dickson, K., 2020, *Pengertian Relay dan Fungsinya* Diakses pada tanggal 9 oktober 2020 Pukul 15.00 WITA <https://teknikelektronika.com/pengertian-relay-fungsi-relay/>.
8. Dickson, K., 2020, *Pengertian Power Supplay dan Fungsinya* Diakses pada tanggal 9 oktober 2020 Pukul 15.30 WITA <https://teknikelektronika.com/pengertian-power-supply-jenis-catu>.
9. Hidayat, A., Agustin, K. P., & others. (2020). Sistem Pengendali Suhu Dan Kelembaban Pada Inkubator Tempe Berbasis Mikrokontroler Esp 32. *Prosiding Seminar Nasional Terapan Riset Inovatif (SENTRINOV)*, 6(1), 1103-1110.
10. Putri, R. S., Fanani, M. I., Kurniawan, I. I., Danawan, E. P. O., Sugiarto, K. I. F., & Istiadi. (2018). Penerapan Teknologi Pengendali Fermentasi Tempe Bagi Usaha Krudel Lariso. *Conference on Innovation and Application of Science and Technology (CIASTECH 2018)*, 9(September), 353-361.
11. Putro, H.A.N.U., 2019 Pembuatan Alat Kontrol Suhu Dan Kelembaban Pada Fermentasi Tempe Menggunakan Arduino Berbasis Android Melalui Wifi. Tugas Akhir. Program Studi Informatika, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
12. Utrisno, 1986, *ELEKTRONIKA 1 Teori dan Penerapannya*, Bandung : Penerbit ITB. Evi, K., 2014, *FERMENTASI TEMPE* Diakses pada tanggal 9 oktober 2020 Pukul 15.00 WITA [https://www.academia.edu/10031708/FERMENTASI TEMPE](https://www.academia.edu/10031708/FERMENTASI_TEMPE).
13. Wahyudi, A. (2018). Pengaruh Variasi Suhu Ruang Inkubasi terhadap Waktu Pertumbuhan Rhizopus Oligosporus Pada Pembuatan Tempe Kedelai. *Jurnal Redoks*, 3(1), 37-44.
14. Yunas, R.P., dan Ali, B.P., 2020, *Sistem Kendali Suhu dan Kelembaban pada Proses Fermentasi Tempe*, JURNAL TEKNIK ELEKTRO DAN VOKASIONAL Volume 06 Number 01 2020.
15. Zemansky, E., 1962, *FISIKA Untuk UNIVERSITAS Listrik dan Magnet*, Bandung: Penerbit Bina Cipta.