

PENGATURAN SUHU DAN KELEMBABAN PADA RUANG PROOFER BERBASIS MIKROKONTROLER ARDUINO

Andi Wawan Indrawan¹⁾, Alamsyah Achmad²⁾, Kazman Riyadi³⁾

¹⁾ Dosen Jurusan Teknik Elektrol Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar

²⁾ Dosen Jurusan Teknik Elektrol Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar

³⁾ Dosen Jurusan Teknik Elektrol Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar

ABSTRACT

This research aims to design the build of a proofer machine with arduino as a controller to keep the temperature and humidity in the proofer at the desired range. In order to maintain temperature and humidity, two DHT22 sensors are installed at the bottom and center of the proofer, two fans are used to regulate air circulation, and an RTC DS1307 is required to calculate the time. As an interface media used touch screen to provide on/off proofer commands, temperature and humidity information as well as length of proofing process. Test results showed reading accuracy was 0.7% for temperature and 1.06% for humidity. The temperature and humidity range that produces better quality bread dough is in the range of 36-37°C and 83-85% with the value of change in the dimensions of bread dough 108.33% within 80 minutes, faster 20 minutes and 60 minutes compared to bread dough B1 and A1.

Keywords: *Proofer, Bread Dough, Temperature, Humidity, Arduino, DHT22.*

1. PENDAHULUAN

Roti merupakan salah satu makanan yang banyak disukai dan cukup digemari masyarakat di Indonesia, oleh karenanya hal tersebut menarik minat pelaku usaha untuk menjadikan roti sebagai ladang bisnis kuliner yang memiliki prospek yang cukup bagus kedepannya. Menjamurnya usaha roti memaksa pengusaha roti untuk menghasilkan roti yang memiliki tekstur serta berbagai varian rasa yang lezat agar dapat bersaing dengan pengusaha roti lainnya. Selain itu, para pengusaha roti juga harus memperhatikan bahwa selain memiliki kemampuan membuat roti, juga dibutuhkan peralatan bantu yang menunjang pembuatan roti agar didapatkan kualitas roti yang diinginkan. Salah satu peralatan yang memiliki peran besar dalam menghasilkan roti yang berkualitas adalah *bread proofer*. Mesin ini digunakan selama proses proofing atau pengembangan roti dengan cara mengontrol suhu udara dan kelembaban dalam ruang mesin pengembang. Tujuannya adalah agar adonan roti lebih mengembang sebelum dipanggang dalam oven.

Proses *proofing* sendiri sebenarnya dapat dilakukan secara konvensional dengan menambahkan ragi dan membiarkan adonan tersebut selama beberapa menit bahkan bisa sampai berjam-jam sehingga tidak praktis dan menghabiskan banyak waktu untuk menunggu roti mengembang dengan maksimal sebelum dimasukkan kedalam oven. Selain itu waktu juga menentukan kualitas pengembangan yang dihasilkan, jika terlalu cepat menyebabkan roti menjadi “bantat” sedangkan jika terlalu lama menyebabkan roti menjadi terlalu lunak. Oleh karena itu bagi pengusaha roti yang memiliki budget lebih dapat menggunakan *Bread Proofer* untuk membantu proses pengembangan roti tapi bagi pengusaha industri rumah tangga yang memiliki budget rendah hanya dapat menggunakan cara konvensional yang membutuhkan waktu yang begitu lama. Dikarenakan alasan tersebut peneliti merancang bangun sebuah mesin *proofer* sederhana yang dapat mengatur suhu dan kelembaban dalam ruang lemari *proofer* agar dapat dijangkau oleh industri rumah tangga. Mesin pengendali *proofer* sendiri telah banyak diteliti seperti yang dilakukan oleh Novianti dkk (2015) yang telah mengimplementasikan kontrol fuzzy logic dalam pengaturan waktu dan kelembaban *proofer* dan membandingkannya dengan *proofer* konvensional dimana menghasilkan perbandingan rata-rata error suhu sebesar 0,429% dan Kelembaban 0,94% dibandingkan dengan cara konvensional dengan nilai rata-rata suhu 2,36% dan kelembaban 1,56%. Selain mempertahankan suhu dan kelembaban selama *proofing*, lama waktu proses *proofing* juga sangat berpengaruh terhadap kualitas hasil pengembangan roti. Hal tersebut dibuktikan oleh Kun Suharno dkk (2019) dengan membandingkan 3 jenis adonan roti yang dioven dalam suhu dan kelembaban yang sama yaitu 37°C dan kelembaban 97% dengan durasi *proofing* yang berbeda untuk mendapatkan nilai hasil uji kualitas roti yang dihasilkan, dimana jika *proofing* dilakukan terlalu lama akan menyebabkan adonan kempes. Akan tetapi proses pembuatan roti tidak hanya berhenti setelah proses *proofing*, langkah terpenting selanjutnya adalah proses pemasakan dalam oven. Menurut Romiyatun (2015), suhu pemanasan dalam oven untuk menghasilkan roti manis yang berkualitas yaitu diantara 150-200°C selama 15

¹ Korespondensi penulis: Andi Wawan Indrawan, Telp 081338163015, andi_wawan@poliupg.ac.id

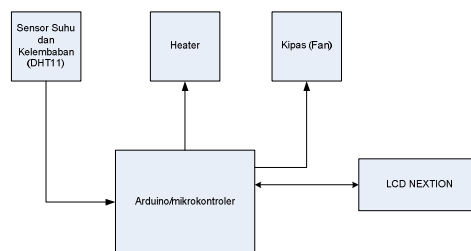
menit. Agar proses *proofing* menghasilkan pengembangan roti yang baik, selain merancang bangun lemari *proofer* dan kontrol suhu dan kelembaban, penulis menambahkan sebuah antarmuka yang bersifat user friendly pada *proofer* rancangan agar pengguna dapat mengatur lama waktu *proofing* dan batasan suhu serta kelembaban dalam ruang *proofer* sehingga pengguna dapat mengetahui lebih cepat ketika waktu *proofing* telah selesai.



Gambar 1. Contoh Mesin Proofer

2. METODE PENELITIAN

Pelaksanaan penelitian diawali dengan melakukan survey terhadap bahan untuk lemari *proofer*, peralatan yang akan digunakan seperti modul LCD, Sensor, pemanas (*heater*) dan kontroler, pembuatan Software dan hardware, pengambilan data dan pengujian sistem kendali berupa pengujian pembacaan suhu, kelembaban, variasi lama waktu adonan dalam mesin *proofer* dan pengujian layar sentuh untuk mengatur suhu dan kelembaban dalam ruang *proofer* serta analisa. Langkah atau prosedur yang harus dilakukan yaitu perancangan perangkat keras dan perancangan perangkat lunak yang mengacu pada diagram sistem yang ditunjukkan seperti gambar berikut :



Gambar 2. Skema diagram Rangkaian Kontrol *proofer*

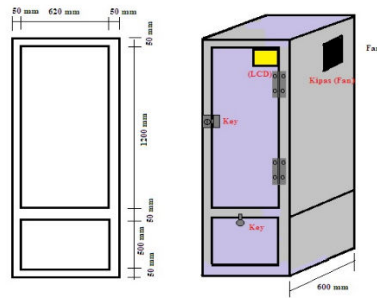
Pada gambar 2, dapat dilihat bahwa komponen utama rangkaian kontrol *proofer* dalam penelitian ini meliputi sensor suhu dan kelembaban, *Real Time Clock*, mikrokontroler/Arduino, *Heater*, *Relay*, serta Layar Sentuh (*Touch Screen*). Dari uraian skema diagram rangkaian di atas, perintah untuk mengatur kerja dari *proofer* berasal dari layar sentuh yang terpasang pada sisi depan *proofer*. Selanjutnya arduino akan meng on-off kan pemanas (*heater*) dan kipas sesuai dengan kondisi suhu dan kelembaban didalam ruang *proofer*. *Proofer* akan berhenti ketika waktu yang telah disetting untuk proses pengembangan telah berakhir. Informasi waktu dan suhu serta kelembaban dalam ruang *proofer* selama proses pengembangan roti dapat dipantau melalui layar sentuh yang terpasang pada bagian luar/atap lemari *proofer*.

Perancangan Perangkat Keras (Hardware)

Adapun bahan-bahan yang digunakan pada perangkat keras *proofer* ini terdiri atas mikrokontroler Arduino Uno, Modul layar sentuh (*Touch Screen*), SSR, RTC, Sensor DHT22 dan *Heater* serta Box *Proofer*. Arduino Uno sebagai mikrokontroler berfungsi sebagai unit kendali dalam mengatur seberapa besar suhu dan kelembaban yang harus dipertahankan didalam *proofer* serta menerima perintah kendali dari user melalui layar sentuh.

Box *Proofer*

Box *proofer* yang dirancang berdimesi panjang depan 62 cm, lebar samping 60 cm dan tinggi 180 cm. Kapasitas daya pemanas (*heater*) dan kipas adalah 250 watt dan 2 x 3.36 watt Kapasitas loyang *proofer* sebanyak 9 loyang. Adapun kontruksi rancangan box *proofer* diperlihatkan pada gambar berikut:

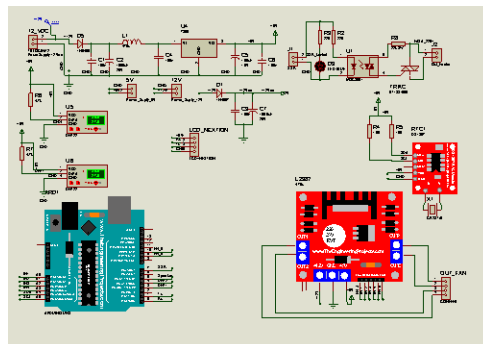


Gambar 3. Box proofer yang dirancang

Rangkaian Pengendali Suhu dan Kelembaban

Solid State Relay (SSR) digunakan sebagai *switching* untuk *ON/OFF Heater*. Rangkaian SSR terdiri atas beberapa komponen yaitu resistor, triac, dan optoisolator. Pada perancangan ini digunakan 1 buah Solid State Relay (SSR) untuk meng ON dan OFF-kan heater dan Modul driver motor L2893N untuk mengendalikan kipas dari berdasarkan kondisi suhu dan kelembaban dalam lemari *proofer*. Input kaki positif (+) SSR dihubungkan pada pin 7 arduino, sedangkan untuk kipas sendiri dihubungkan ke pin A0 dan A1 untuk kipas 1, A2, dan A3 untuk kipas 2. Pin EN_A dan EN_B dari modul driver masing-masing dihubungkan ke pin PWM dari arduino yaitu pin 9 dan 10.

Untuk membatasi waktu proofing dibutuhkan sebuah Real Time Clock (RTC) untuk akurasi waktunya. Pada Pin RTC DS 1307, dengan menggunakan Kristal eksternal 32,768 KHz. Sedangkan kaki GND dapat kita hubungkan dengan ground pada baterai eksternal. Kaki Vcc di hubungkan ke Vcc atau sumber tegangan dc 5V. Pada kaki SCL dan SDA adalah kaki sinyal data SDA dan SCL dari RTC ke arduino, dan di masing-masing sinyal data tersebut diberikan resistor 1k hingga 10k sebagai pul up dan dihubungkan dengan Pin A5 (SCL) dan A4 (SDA) dari Arduino. Untuk Antar Muka dengan layar sentuh Nextion, dilakukan melalui kaki terminal serial yaitu kaki pin 0 dan pin 1. Sebagai indikator proses *proofing* telah selesai selain melalui jendela layar sentuh, sistem juga menginformasikan melalui speaker yang terhubung di pin 5 arduino. Adapun rangkaian kontrol dari mesin *proofer* yang dirancang diperlihatkan pada gambar berikut:

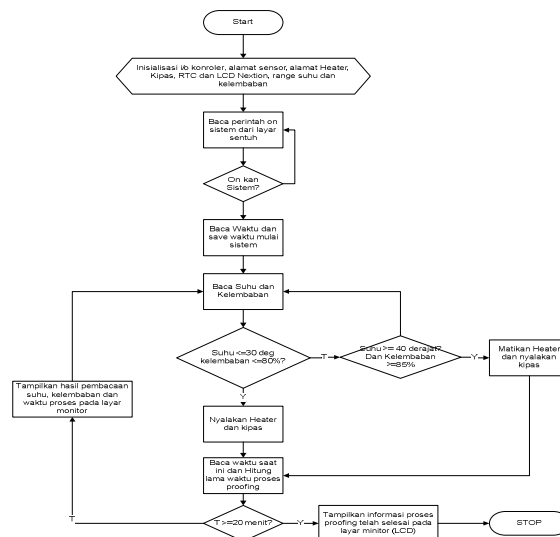


Gambar 4. Rangkaian Lengkap Sistem kontrol mesin *proofer* yang dirancang

Perancangan Perangkat Lunak (Software)

Secara umum, sistem kerja yang dirancang dalam penelitian ini adalah mengatur agar suhu dan kelembaban dalam ruang proofer bisa terjaga pada kisaran 30⁰ s.d 40⁰ Celcius dan kelembaban pada kisaran 80 s.d 85 % selama 40 hingga 120 menit. Dalam pengujian, setelah waktu mencapai 40,60,70 dan 120 menit maka *proofer* akan berhenti secara otomatis. Agar suhu dan kelembaban terjaga maka sistem yang dikendalikan melalui arduino akan meng on-off kan *heater* yang akan memanaskan air yang disediakan dalam proofer sehingga menghasilkan uap panas. Agar panas dapat terjaga maka arduino akan mengontrol on-off *heater* berdasarkan hasil pembacaan suhu dan kelembaban melalui sensor DHT22. Selain itu agar suhu dan kelembaban merata maka digunakan kipas untuk membuat udara dalam ruang berputar. Selain itu kipas juga berfungsi untuk membuang udara panas berlebih ketika suhu pada ruang proofer melewati range yang telah ditentukan. Arduino secara real time juga menghitung waktu proses serta menampilkannya pada layar sentuh status suhu, kelembaban, dan waktu proses yang sementara dijalankan. Melalui layar sentuh pula, user dalam

mengatur waktu, suhu, dan kelembaban yang diinginkan dalam melakukan proses pengembangan roti.

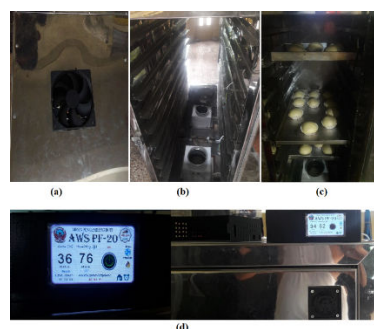


Gambar 5. Flowchart sistem kontrol *proofing* yang direncanakan

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk mengetahui hasil dari rancang bangun *proofer* beroperasi dengan baik, maka dilakukan beberapa pengujian terhadap mesin *proofer*. Pertama, pengujian akurasi pembacaan suhu dan kelembaban serta pengatur nyala heater dan kipas. Kedua pengujian dilakukan dengan membandingkan perbedaan range suhu dan kelembaban yang diberikan terhadap lama waktu *proofing* untuk menghasilkan pengembangan adonan roti yang baik berdasarkan hasil uji indrawi dari pemilik industri rumah tangga Ummu Azzam Bakery (penulis tidak ahli dalam menguji kualitas adonan yang baik). Terakhir, pengujian dilakukan dengan membandingkan lama waktu *proofing* terhadap perubahan dimensi dari adonan roti pada suhu dan kelembaban yang sama (diambil dari hasil pengujian pertama *proofing* adonan roti yang paling baik hasilnya).

Pada gambar 6. Memperlihatkan hasil rancang bangun lemari dari *proofer* yang berbahan stainless steel serta penempatan display Nextion, jumlah rak yang bisa dimasukkan loyang sebagai alas dari adonan serta penempatan heater dan sensor DHT22. Sensor suhu dan kelembaban diletakkan pada posisi rak paling bawah dan ditengah. Hasil pengujian suhu dan kelembaban tidak menunjukkan perbedaan suhu pada rak paling bawah dan rak di tengah ketika heater di nyalakan, namun terdapat perbedaan yang cukup besar untuk kelembabannya sekitar 10% antara rak tengah dan bawah. Pengujian akurasi sensor suhu dan kelembaban dilakukan dengan membandingkan alat ukur suhu dan kelembaban yang telah ada dipasaran seperti higrometer digital HTC-1, dimana terdapat error 0.7% untuk suhu dan 1.06% untuk kelembaban.



Gambar 6. (a) kipas pada sisi kanan *proofer*, (b) tampak dalam dan posisi heater dan sensor DHT22. (c) Penempatan Loyang, (d) tampilan layar sentuh pada *proofer*

Pengujian adonan dengan variasi lama waktu *proofing* dengan suhu dan kelembaban yang berbeda

Pengujian ini dilakukan untuk mendapatkan range suhu dan kelembaban yang lebih tepat dalam proses *proofing* berdasarkan hasil pengembangan adonan roti dan lama waktu yang dibutuhkannya. Range suhu dan kelembaban dibagi menjadi 3 sesuai yang tertera pada hasil pengujian pada tabel 1 sebagai berikut :

Tabel 1. Hasil pengujian adonan roti dengan variasi range suhu dan kelembaban dimana ukuran berat, tinggi dan diameter adonan awal masing-masing adalah 50 gram, 3 cm dan 4 cm.

Kode Adonan	Suhu (°C)	Kelembaban (%)	Berat Adonan Akhir (gram)	Lama waktu 45 menit		Lama waktu 60 menit		Lama waktu 80 menit	
				Tinggi adonan Akhir (cm)	Diameter adonan Akhir (cm)	Tinggi adonan Akhir (cm)	Diameter adonan Akhir (cm)	Tinggi adonan Akhir (cm)	Diameter adonan Akhir (cm)
A1	30-33	80-82	50	4.5	6	4.9	6.5	5.6	7.4
B1	33-36	82-83	50	5.4	7.2	6.2	8.2	7	8.5
C1	36-37	83-85	50	5.8	7.8	7	8	7.4	9.2

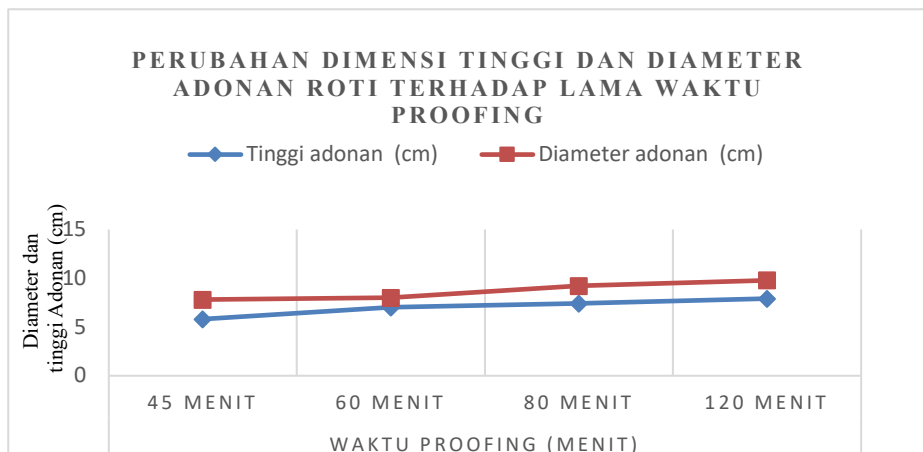
Pada tabel 3. Teknis pengujian adalah dengan menguji terlebih dahulu adonan dengan kode A hingga proses *proofing* selesai setelah waktu mencapai 80 menit. Adonan dibagi menjadi tiga yang masing-masing diambil untuk diukur perubahan dimensi tinggi dan diameter adonan. Pengambilan masing-masing adonan kode A1, dilakukan pada menit ke 45, 60 dan terakhir 80. Hal ini juga dilakukan untuk kode adonan B1 dan C1 dengan persentase rata-rata kenaikan sebesar adonan A1= 65.83%, Adonan B1= 99.16% dan adonan C1=108.33%. Hasil menunjukkan pada suhu dirange 36-37°C dan kelembaban 83-85% proses *proofing* lebih cepat dan pada waktu 60 menit adonan dinyatakan baik oleh penguji dari Ummu Azzam Bakery dan sudah layak untuk dioven.

Pengujian adonan dengan variasi lama waktu *proofing* dengan suhu dan kelembaban yang sama

Tabel 2. Hasil pengujian adonan roti dengan variasi lama waktu pengembangan dengan range suhu 36-37°C dan Kelembaban 83-85%, serta berat, tinggi dan diameter adonan awal 50 gram, 3 cm, dan 4 cm.

Kode Adonan	Lama waktu pengembangan (menit)	Berat Adonan Akhir (gram)	Tinggi adonan Akhir (cm)	Diameter adonan Akhir (cm)
A	45	50	5.8	7.8
B	60	50	7	8
C	80	50	7.4	9.2
D	120	50	7.9	9.8

Dari tabel 4 dapat dilihat perubahan ukuran diameter dan tinggi dari adonan selama proses *proofing* berdasar lama waktu *proofing* dengan variasi waktu 45, 60, 80 dan 120 menit dengan persentase kenaikan akhir sebesar 145%. Grafik perubahan ukuran atau dimensi dari adonan terhadap lamanya proses *proofing* digambarkan sebagai berikut:



Gambar 7. Grafik dampak dari lama waktu *proofing* terhadap perubahan dimensi (diameter dan tinggi) adonan

Dari grafik di atas dapat dilihat lama waktu proofing berdampak pada perubahan dimensi atau ukuran adonan roti dimana semakin lama dimensi semakin bertambah. Akan tetapi sebaliknya dalam proses pemanggangan adonan dalam oven lama waktu proofing berdampak pada kualitas roti yang dihasilkan seperti diperlihatkan dalam tabel pengujian berikut:

Tabel 3. Pengujian pemanggangan adonan roti dalam oven pada suhu 180⁰C dengan lama waktu 10 menit, dengan berat awal adonan 50 gram.

Kode Adonan	Suhu Oven (°C)	Waktu pengovenan (menit)	Berat Adonan Akhir (gram)	Hasil Akhir Adonan
A	180	10	48	Tidak Kempes+Bantet
B	180	10	48	Tidak Kempes + Lembut
C	180	10	48	Tidak Kempes + terlalu lembut
D	180	10	48	Kempes



Gambar 8. Hasil proofing hingga pemanggangan roti pada untuk adonan kode C

Pada pengujian pemanggangan adonan dari hasil *proofing* dengan lama waktu yang berbeda terlihat dalam tabel 3, jika proofing terlalu lama akan menyebabkan roti menjadi kempes atau terlalu lembut, sebaliknya jika terlalu cepat menyebabkan roti menjadi kempes ataupun keras (bantet). Sedangkan berat adonan untuk waktu pemanggangan yang sama tidak ada perubahan.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian sistem kontrol pada mesin *proofer* untuk mendapatkan adonan roti yang mengembang dengan baik, dapat disimpulkan sebagai berikut:

- 1) Lemari *proofer* dibangun dengan material dinding menggunakan bahan *stainless steel* dengan dimensi panjang depan 62 cm, lebar samping 60 cm dan tinggi 180 cm. Untuk pemanas yang digunakan berkapasitas daya pemanas (heater) 250 watt dan untuk kipas sebesar 2 x 3.36 watt. Jumlah loyang *proofer* sebanyak 9 buah dengan dimensi 60 x 40 cm.
- 2) Pengujian akurasi sensor suhu dan kelembaban dilakukan dengan membandingkan alat ukur suhu dan kelembaban yang telah ada dipasaran seperti higrometer digital HTC-1, dimana terdapat error 0.7% untuk suhu dan 1.06% untuk kelembaban. Pemberian range suhu dan kelembaban berpengaruh terhadap lama waktu yang dibutuhkan *proofer* untuk mendapatkan kualitas adonan roti yang baik dan siap dioven.
- 3) Pemberian lama waktu proses *proofing* dengan variasi 45, 60, 80 dan 120 menit berdampak pada perubahan dimensi atau ukuran adonan roti, dimana semakin lama waktu *proofing* maka dimensi adonan semakin bertambah dengan persentase rata-rata kenaikan sebesar adonan A1= 65.83%, Adonan B1= 99.16% dan adonan C1=108.33%. Sedangkan pada proses pemanggangan adonan dalam oven dengan suhu 180⁰C dan lama waktu pemanggangan 10 menit tidak menunjukkan perubahan berat dari ke empat jenis adonan. Akan tetapi berdampak pada kualitas roti yang dihasilkan dimana untuk kode adonan A menjadi bantet sedangkan kode adonan C menjadi kempes namun tetap lembut. Untuk kode adonan C dan D roti yang dihasilkan lembut namun untuk adonan D roti terlalu lembut dan kempes.
- 4) Layar sentuh sebagai antar muka mesin *proofer* dengan pengguna berjalan dengan baik dimana layar sentuh dapat menampilkan informasi nilai suhu dan kelembaban dalam ruang, serta waktu berjalan proses

proofing. Selain itu perangkat kontrol juga dapat memberikan informasi lewat speaker saat proses *proofing* berakhir.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Romiyatun Mijiling Astuti. *Pengaruh Penggunaan Suhu Pengovenan Terhadap Kualitas Roti Manis Dilihat Dari Aspek warna Kulit, Rasa, Aroma dan Tekstur*, Teknobuga, Vol 2, No.2 Hal 61 – 79, Nopember 2015.
- [2] --, Getting Started with Arduino and Genuino UNO., 5 Februari 2018. (8:43) [Online].Tersedia : <https://www.arduino.cc/en/Guide/ArduinoUno>, Diakses[16 Mei 2020]
- [3] Novianti Yuliarmas, Siti Aisyah, Handri Toar, “Implementasi Sistem Kontrol PID pada Mesin Pengembang Roti”, *Jurnal Rekayasa elektrika*, Vol.11, no.3,pp.1-11,2015
- [4] Noni Juliasari, dkk , Monitoring Suhu dan Kelembaban pada Mesin Pembentukan Embrio Telur Ayam Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno, *Jurnal TICOM*, Vol.4, No. 3, hal. 109-113, 2016
- [5] Indrawan, Andi Wawan dkk, Pengembangan Usaha Produksi Pangan Industri Rumah Tangga Roti Dan Kue Pia Di Kota Makassar, *Prosiding Seminar Hasil Penelitian (SNP2M) 2019*, November 2019.
- [6] Imam Santoso , *Implemenasi Sistem Kendali Logika Fuzzy Pada Mesin Pengembang Roti*. Skripsi thesis, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau, 2018
- [7] Kun Suharno, dkk, Pengaruh Heater pada Kelembaban dan Suhu di Dalam Proofer Terhadap Perkemabangan Roti, *Journal of Mechanical Engineering*, Bol.3, No.1, Maret 2019
- [8] Antonio Carlos Bento, 2018, Iot of Nextion X TFT IL19341: Experimental Result and comparative Survey, *International Research Journal of engineering, IT & Scientific Research*, Vol. 4, No.4, hal. 14-23., Maret 2018
- [9] Rifandy Syahril R., Harianto, Heri Pratikno, Penerapan Sleep Mode Pada Monitoring Suhu dan Kelembaban Tanaman Jarak dengan Sistem Jaringan Sensor Nirkabel, *Journal of Control and Network Systems (JCONES)*, Vol.6, No.1, hal., 31-42, 2017

6. UCAPAN TERIMA KASIH

Tak lupa penulis ucapkan terima kasih yang setinggi-tingginya kepada Tim UP3M PNUP yang telah banyak membantu dalam penyelesaian kegiatan penelitian ini terutama dalam penyediaan alokasi anggaran penelitian rutin institusi yang tertuang dalam Surat Perjanjian Pelaksana Penelitian No: B/41/PL10.13/PT.01.05/2020, Tanggal 13 April 2020, sehingga penulis dapat terbantu dalam mengadakan peralatan yang terkait dengan kebutuhan penelitian. Selain itu penulis juga mengucapkan banyak terima kasih kepada **Ummu Azzam Bakery** yang banyak membantu dalam menyiapkan adonan roti, memberikan saran terhadap proses pengaturan waktu, suhu dan kelembaban untuk mendapatkan kualitas adonan yang baik serta bersedia meluangkan waktu untuk bersama-sama menguji proofer yang dibuat oleh penulis.