

Perancangan sterilisator

by Perancangan Sterilisator

Submission date: 15-Mar-2023 08:33AM (UTC+0700)

Submission ID: 2037422009

File name: FILE_CETAK_ALEX_REVISI.pdf (2.26M)

Word count: 10844

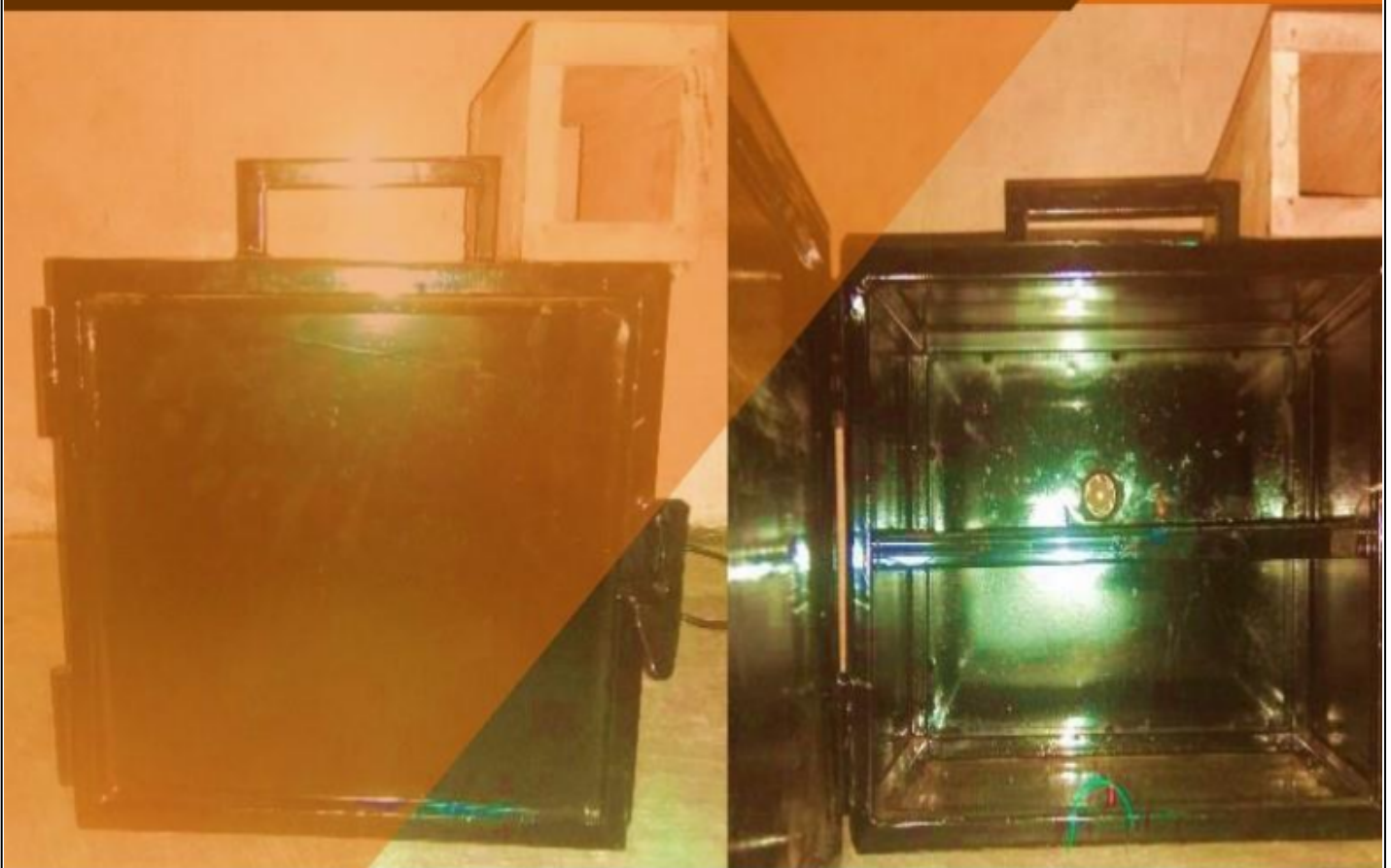
Character count: 65998

Dr. Alex Wenda, ST., M.Eng

PERANCANGAN ALAT STERILISATOR

PERALATAN MEDIS MENGGUNAKAN ARDUINO UNO

(EVALUASI KINERJA FUZZY LOGIC KONTROL)



**PERANCANGAN ALAT STERILISATOR PERALATAN MEDIS
MENGUNAKAN ARDUINO UNO (EVALUASI KINERJA FUZZY
LOGIC KONTROL)**

Dr. Alex Wenda, ST., M.Eng

**Mitra Ilmu
2023**

PERANCANGAN ALAT STERILISATOR PERALATAN
MEDIS MENGGUNAKAN ARDUINO UNO (EVALUASI
KINERJA FUZZY LOGIC KONTROL)

Penulis :

Dr. Alex Wenda, ST., M.Eng

ISBN: 978-623-8211-25-8

Desain Sampul dan Tata Letak:

Sulaiman

Penerbit :

Mitra Ilmu

Kantor:

Jl. Kesatuan 3 No. 11 Kelurahan Maccini Parang

Kecamatan Makassar Kota Makassar

Hp. 0813-4234-5219/081340021801

Email : mitrailmua@gmail.com

Website : www.mitrailmumakassar.com

Anggota IKAPI Nomor: 041/SSL/2022

Cetakan pertama: Februari 2023

20

Dilarang memperbanyak, menyalin, merekam sebagian atau seluruh bagian buku ini dalam bahasa atau bentuk apapun tanpa izin tertulis dari penerbit atau penulis.

DAFTAR ISI

Daftar Isi	iii
Kata Pengantar	iv
BAB I PENDAHULUAN	1
BAB II METODA STERILISASI	8
BAB III PENGENALAN LOGIKA FUZZY	10
BAB IV FUZZY INFERENCE SYSTEM.....	20
BAB V ARDUINO UNO	22
BAB VI LCD	26
BAB VII AC DIMMER	30
BAB VIII MAX6675 K-TIPE TERMOKOPEL TEMPERATUR SENSOR	31
BAB IX RTC DS1307	34
BAB X BUZZER.....	37
BAB XI BLOWER HEATER.....	39
BAB XII PERANCANGAN ALAT STERILISATOR PERALATAN MEDIS MENGGUNAKAN ARDUINO UNO : EVALUASI KINERJA FUZZY LOGIC KONTROL	41
BAB XIII PENUTUP	73
DAFTAR PUSTAKA.....	74

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum wr.wb
Bismillahirrahmanirrahim

Dengan menyebut nama Allah SWT yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang, kami panjatkan puja dan puji syukur atas kehadiran-Nya, yang telah melimpahkan rahmat, hidayah, dan inayah-Nya kepada kita semua.

Buku berjudul “Perancangan Alat Sterilisator Peralatan Medis Menggunakan Arduino Uno (Evaluasi Kinerja Fuzzy Logic Kontrol)”. Indonesia merupakan negara berkembang yang memiliki jumlah penduduk yang sangat besar dan menduduki peringkat ke empat negara dengan jumlah penduduk terbanyak di dunia. Jumlah penduduk yang banyak yang tersebar di seluruh nusantara perlu diberikan perhatian lebih terutama terkait dengan pelayanan masyarakat dalam hal kesehatan. Wujud kepedulian pemerintah dalam hal ini adalah banyak di banggunya puskesmas-puskesmas pembantu yang menangani kesehatan masyarakat, walaupun peralatan medis yang ada masih terbatas karena harganya yang mahal sedangkan kebutuhan yang diperlukan jumlahnya banyak, terutama peralatan sterilisasi peralatan medis. Alat ini merupakan sesuatu yang sangat penting untuk dapat mengurangi resiko terjadinya infeksi yang disebabkan oleh peralatan medis yang tidak steril.

Penulis menyadari bahwa buku ini masih jauh dari sempurna. Karena itu, penulis berharap agar pembaca berkenan memberikan kritik dan saran yang membangun untuk perbaikan kedepannya. Akhir kata, penulis berharap agar buku ini dapat membawa manfaat kepada pembaca dan menjadi inspirasi untuk para generasi bangsa agar menjadi pribadi yang bermartabat, berpengetahuan luas, mandiri dan kreatif.

Februari 2023

Penyusun

BAB I

PENDAHULUAN



Peralatan kesehatan merupakan sesuatu yang sangat penting bagi ahli kesehatan dalam melakukan pemeriksaan, perawatan, atau pengobatan kepada pasien (Taufik et al., 2019). Beberapa alat Kesehatan hanya dapat digunakan untuk sekali pakai, seperti jarum suntik, alat penampung urin, masker, selang bantu makanan dan lain sebagainya. Namun ada juga alat-alat kesehatan yang dapat digunakan berulang kali, seperti pisau gunting dan peralatan lainnya yang terbuat dari besi atau kaca. Penggunaan alat kesehatan secara berulang kali tentunya dapat menyebabkan alat tersebut terkontaminasi oleh mikroorganisme (bakteri, virus, dan prasi) sehingga dapat menyebabkan infeksi bagi pasien atau petugas kesehatan (Rutala & Weber, 2013, 2019).

Berdasarkan data dari Kementerian Kesehatan, jumlah angka infeksi yang terjadi di rumah sakit terus meningkat mencapai 9% atau lebih dari 1,4 juta pasien rawat inap di rumah sakit seluruh dunia (Alvarado, 2000). Hasil survey point prevalensi dari 11 rumah sakit di DKI Jakarta yang dilakukan oleh Perdalina Jaya dan rumah sakit infeksi Dr. Sulianti Saroso Jakarta didapatkan angka infeksi nosokomial atau infeksi yang terjadi di rumah sakit untuk ILO (infeksi luka operasi) sebesar 18,9%. ISK (Infeksi Saluran Kemih) sebesar 15,1%, IADP (Infeksi Aliran Dara Primer) sebesar 26,4%, Pneumonia sebesar 24,5 %, infeksi saluran nafas lain

sebesar 15,1%, dan infeksi lainnya sebesar 32,1% (Kemenkes, 2018).

Data terbaru yang dipublikasikan oleh WHO (World Health Organization) pada tahun 2016, satu dari setiap sepuluh pasien rumah sakit terkena infeksi (WHO, 2016). Di negara-negara maju, jumlah pasien rumah sakit yang terkena infeksi mencapai 30%, sedangkan pada negara-negara berkembang setidaknya 2-3 lebih tinggi. Penyebab kematian bayi yang lahir di rumah sakit salah satunya juga infeksi, dengan jumlah kematian bayi karena infeksi mencapai 56% (WHO, 2016). Tingkat infeksi karena peralatan kesehatan Intra-aortic ballon pump sebesar 0,08-0,13%, Left ventricular assist device sebesar 16-36%, Heart valve sebesar 7-15%, Cardiac implantable electronic devices sebesar 5-20 %, Mesh for ventral hernia repair sebesar 1-10%, Ventriculoperitoneal shunt sebesar 0,25-1%, Peritoneal dialysis catheter sebesar 20% (VanEpps & Younger, 2016).

Untuk meminimalisir tingkat resiko terjadinya infeksi nosokomial, Menteri Kesehatan Republik Indonesia mengeluarkan peraturan menteri tentang penanganan infeksi, di dalam Keputusan Menteri tersebut dijelaskan bahwa salah satu cara untuk mengurangi tingkat terjadinya infeksi adalah dengan melakukan proses sterilisasi pada peralatan-peralatan kesehatan yang akan dan telah digunakan. Proses sterilisasi tersebut bertujuan untuk menghilangkan semua mikroorganisme (bakteria, virus, dan parasit) termasuk endospora menggunakan uap tekanan tinggi (otokaf), panas kering (oven), sterilisasi kimiawi, atau radiasi (Kemenkes, 2017).

17 Proses sterilisasi tersebut bertujuan untuk menghilangkan semua mikroorganisme (bakteri, virus, dan parasit) termasuk endospora menggunakan uap tekanan tinggi (Otokaf), panas kering (oven), sterilisasi kimiawi, atau radiasi (Menteri Kesehatan Republik Indonesia,2017). Pada proses sterilisasi menggunakan teknik panas kering, dibutuhkan suhu tinggi untuk proses sterilisasi yang dapat digunakan untuk mensterilkan peralatan yang terbuat dari gelas dan logam. Suhu yang digunakan untuk proses sterilisasi panas kering adalah 1700 Celsius dengan lama proses sterilisasi selama 1 (satu) jam kemudian didinginkan selama 2 (dua) sampai 2,5 jam atau dapat dilakukan dengan suhu 1600 Celsius dengan lama proses sterilisasi selama 2 jam. (Menteri Kesehatan Republik Indonesia,2017). Seperti yang dijabarkan pada paragraf sebelumnya, sterilisasi dilakukan dengan suhu yang tinggi dan waktu yang cukup lama. Dengan suhu yang mencapai 1600-1700 Celcius tentunya berbahaya jika proses sterilisasi dilakukan secara manual. Selain itu jika heater atau pemanas dihidupkan secara terus menerus akan menyebabkan suhu melebihi 1700 Celsius. Maka dibutuhkan suatu sistem otomatis yang dapat mengatur suhu agar tetap 1700 atau 1700 Celsius selama kurun waktu yang diinginkan.

Pada buku Pedoman Instalasi Pusat Sterilisasi (Central Sterile Supply Department/CSSD) dan di dalam Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 27 tahun 2017 dijelaskan bahwa suhu untuk proses sterilisasi panas kering berkisar antar 160° c sampai dengan 180°c. Maka hal tersebut menjadi acuan dalam menentukan standar suhu dalam proses sterilisasi.

Beberapa penelitian terkait dengan sterilisasi diantaranya adalah penelitian yang dilakukan oleh Pratolo Raharjo Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Udayana, dengan judul "Sistem Pengendali Temperatur Untuk Proses Pasteurisasi Alat-alat Medis". Pada penelitian tersebut proses sterilisasi menggunakan teknik pasteurisasi, yaitu dengan memanaskan peralatan pada rentang suhu 850-1000 celcius dengan rentang waktu 10 menit. Penelitian yang dilakukan oleh Tantoni dengan judul "Perancangan Alat Sterilisator Menggunakan Ultraviolet Dan Panas Kering". Pada penelitian yang dilakukan oleh Tantoni tersebut, Sterilisator yang dirancang memanfaatkan elemen pemanas dengan suhu 160°C dan memanfaatkan lampu ultraviolet untuk mensterilkan peralatan yang tidak tahan terhadap suhu yang tinggi. Namun hasil dari penelitian tersebut suhu sterilisator yang dirancang tidak stabil dan terdapat error yang cukup besar. Penelitian yang dilakukan oleh Prayudini Putra program studi elektromedik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta yang dilakukan pada tahun 2015 dengan judul "Modifikasi Sterilisator Basah Berbasis Mikrokontroller AVR ATmega 8535". fokus utama pada penelitian tersebut adalah pada pengaturan lama waktu sterilisasi dan monitoring suhu pada saat sterilisasi. Selain itu, metode yang digunakan pada penelitian tersebut adalah metode eksperimen.

Selanjutnya penelitian yang dilakukan oleh Zefni Reinhard Sofacua program studi Teknik Elektro, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Sanata Dharma Yogyakarta, pada tahun 2013 dengan judul "Sterilisator

Basah Menggunakan ATmega8535". Pada penelitian tersebut sistem kendali yang digunakan adalah sistem kendali on-off atau kendali hidup-mati. Jika suhu yang dideteksi oleh sensor LM35 telah mencapai set point maka heater akan mati dan sebaliknya, jika sensor mendeteksi suhu belum mencapai set point maka akan hidup.

Menanggapi uraian pada paragraf di atas, pada buku ini penulis akan melakukan penelitian tentang "Implementasi Fuzzy Logic Pada Sterilisator Peralatan Medis Berbasis Arduino Uno". Pada penelitian ini, fokus peneliti adalah mengatur suhu pada sterilisator agar sesuai dengan suhu standarnya atau yang ditetapkan dalam peraturan menteri yaitu 1600-1700 Celcius. Maka dari itu, pada sistem sterilisasi yang akan dibangun peneliti akan menggunakan fuzzy logic. Penggunaan fuzzy logic didasarkan pada kemampuan fuzzy logic di dalam mengambil keputusan yang hampir sama dengan keputusan manusia.

Beberapa alasan penggunaan fuzzy logic dalam penelitian ini diantaranya adalah sistem kendali fuzzy memiliki sifat yang lebih kokoh dibandingkan sistem kendali PID, sistem kendali fuzzy mudah dimodifikasi karena menggunakan aturan-aturan yang menggambarkan strategi operator dengan bahasa ilmiah, sistem kendali fuzzy mudah untuk dipahami, bagaimana merancanginya, dan bagaimana mengaplikasikannya (Alex, 2022). Selain itu, membangun sistem kendali fuzzy lebih murah dari pada membangun sistem kendali berdasarkan model. (Kusumadewi dan Purnomo, 2010). Pemilihan sterilisasi jenis panas kering memiliki alasan diantara lain dapat

mensterilkan beberapa jenis bahan yang tidak dapat ditembus steam seperti serbuk kering dan bahan minyak, tidak memiliki sifat korosif pada logam, melalui mekanisme konduksi dapat mencapai seluruh permukaan alat yang tidak dapat dibongkar pasang. Dengan beberapa alasan tersebut maka pada penelitian ini pemilihan sterilisasi sudah tepat. (Departemen Kesehatan Republik Indonesia, 2009). Dalam peraturan menteri tentang sterilisator peralatan medis, tidak ada diatur ukuran dari sterilisator tetapi yang diatur adalah kapasitas dari peralatan medis tersebut dimana dalam aturan tersebut dikatakan kapasitas minimal adalah 78 liter. Jika dikonversi ke dalam meter kubik maka kapasitas tersebut adalah 0,078 m³. Sedangkan bahan yang digunakan adalah stainless steel. Dalam penelitian ini ukuran dari kotak sterilisator yang digunakan adalah 0,10 m³ yang artinya telah memenuhi standar. Namun karena keterbatasan biaya penelitian maka bahan yang digunakan adalah plat besi biasa. (Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia, 2014).

Selain terfokus pada penggunaan fuzzy logic, pada penelitian ini juga dilakukan perancangan sterilisasi peralatan medis secara hardware. Mikrokontroler yang digunakan pada penelitian ini adalah Arduino uno. Pada saat proses sterilisasi berlangsung, informasi mengenai proses tersebut akan ditampilkan di LCD dan saat proses sterilisasi tersebut selesai akan terdapat alarm sebagai informasi jika proses sterilisasi telah selesai. Selain komponen yang disebutkan tersebut juga ada komponen lainnya seperti sensor suhu termokopel, RTC, AC Dimmer, dan blower.

Tidak semua klinik atau rumah sakit pratama memiliki alat sterilisator karena harganya yang relatif mahal (Taiwo Mubarak et al., 2019) oleh karena itu penelitian ini bermaksud merancang sebuah peralatan sterilisator panas kering berbiaya rendah menggunakan mikrokontroler Arduino Uno dengan pengendali Fuzzy logic dan mengevaluasi kinerja pengendalinya. Sistem kendali fuzzy memiliki sifat yang lebih kokoh dibandingkan sistem kendali PID (Batayneh, 2015; Kaur, 2012; Rakhmawati et al., 2018), sistem kendali fuzzy mudah dimodifikasi karena menggunakan aturan-aturan yang menggambarkan strategi operator dengan bahasa ilmiah, sistem kendali fuzzy mudah untuk dipahami, bagaimana merancanginya, dan bagaimana mengaplikasikannya (Mendel, 2014). Selain itu, membangun sistem kendali fuzzy lebih murah dari pada membangun sistem kendali berdasarkan model (Precup & Hellendoorn, 2011). Sterilisator yang dirancang dalam penelitian ini adalah jenis panas kering karena dapat mensterilkan beberapa jenis bahan yang tidak dapat ditembus steam seperti serbuk kering dan bahan minyak, tidak memiliki sifat korosif pada logam, melalui mekanisme konduksi dapat mencapai seluruh permukaan alat yang tidak dapat dibongkar pasang dan alat sterilisator mengikut pada peraturan menteri Kesehatan tentang sterilisator peralatan kesehatan (Kemenkes, 2014).

BAB II METODA STERILISASI



Proses sterilisasi panas kering terjadi melalui mekanisme konduksi panas, dimana panas akan diabsorpsi oleh permukaan luar dari alat yang disterilkan lalu merambat ke bagian dalam permukaan hingga akhirnya suhu untuk sterilisasi tercapai. Sterilisasi panas kering biasa digunakan untuk alat-alat atau bahan-bahan dimana steam tidak dapat beradaptasi dengan mudah atau untuk peralatan dari kaca. (Departemen Kesehatan Republik Indonesia,

2009)

Pada sterilisasi panas kering pembunuhan mikroorganisme terjadi melalui mekanisme oksidasi sampai terjadinya koagulasi protein sel. Sterilisasi panas kering membutuhkan suhu yang tinggi dengan waktu yang lama dan terjadi pada oven panas konveksi panas kering. Pada dasarnya ada dua jenis oven konveksi panas kering, yaitu oven konveksi panas-kering dan oven mekanis. Pada oven konveksi panas-kering distribusi suhu tidak merata sementara pada oven konveksi mekanis distribusi suhu lebih merata karena adanya bantuan blower.

Siklus kerja dari mesin sterilisasi panas kering meliputi: (Departemen Kesehatan Republik Indonesia, 2009)

1. Pemanasan-udara panas dihasilkan melalui mekanisme listrik dan disirkulasikan pada chamber.

2. Periode plateau (sterilisasi) dimulai ketika sensor mendeteksi tercapainya suhu proses sterilisasi pada chamber.
3. Pada saat seluruh chamber memiliki suhu yang sama maka berakhir fase equilibrium dan dimulai fase "holding time" atau sterilisasi.
4. Pendinginan chamber dilakukan dengan mensirkulasikan udara dingin dan terfiltrasi ke dalam chamber.

Keuntungan sterilisasi panas kering diantara lain:

1. Dapat mensterilkan beberapa jenis bahan yang tidak dapat ditembus steam seperti serbuk kering dan bahan minyak.
2. Tidak memiliki sifat korosif pada logam.
3. Melalui mekanisme konduksi dapat mencapai seluruh permukaan alat yang tidak dapat dibongkar pasang.

Sebelum memasukkan barang ke dalam chamber, chamber harus dipanaskan terlebih dahulu sampai kurang lebih 160o c. Antara suatu barang dengan barang yang lain harus tersedia ruang untuk mempermudah sirkulasi udara sehingga kontak termal berlangsung dengan baik dan setiap item barang tidak menyentuh dinding chamber mesin.

BAB III PENGENALAN LOGIKA FUZZY



Logika fuzzy merupakan salah satu komponen pembentuk soft computing. Logika fuzzy pertama kali diperkenalkan oleh prof. Lotfi A. Zadeh pada tahun 1965. Dasar logika fuzzy adalah teori himpunan fuzzy. Pada teori himpunan fuzzy, peranan derajat keanggotaan sebagai penentu keberadaan elemen dalam suatu himpunan sangatlah penting. Nilai keanggotaan atau derajat keanggotaan atau membership function menjadi ciri utama dari penalaran dengan logika fuzzy tersebut (Kusuma dewi dan Purnomo, 2010).

A. Alasan Digunakannya Logika Fuzzy

Menurut cox (1994), ada beberapa alasan mengapa orang menggunakan logika fuzzy, antara lain:

1. Konsep logika fuzzy mudah dimengerti, karena logika fuzzy menggunakan dasar teori himpunan, maka konsep matematis yang mendasari penalaran tersebut cukup mudah dimengerti
2. Logika fuzzy sangat fleksibel, artinya mampu beradaptasi dengan perubahan-perubahan, dan ketidakpastian yang menyertai masalah
3. Logika fuzzy memiliki toleransi terhadap data yang tidak tepat. Jika diberikan sekelompok data yang cukup homogen, dan kemudian ada beberapa data

yang “eksklusif”, maka logika fuzzy memiliki kemampuan untuk menangani data eksklusif tersebut.

4. Logika fuzzy mampu memodelkan fungsi-fungsi nonlinear yang sangat kompleks
5. Logika fuzzy dapat membangun dan mengaplikasikan pengalaman-pengalaman para pakar secara langsung tanpa harus melalui proses pelatihan. Dalam hal ini, sering dikenal dengan nama fuzzy expert system menjadi bagian terpenting.
6. Logika fuzzy dapat bekerjasama dengan teknik-teknik kendali secara konvensional. Hal ini umumnya terjadi pada aplikasi di bidang teknik mesin maupun teknik elektro.
7. Logika fuzzy didasarkan pada bahasa alami. Logika fuzzy menggunakan bahasa sehari-hari sehingga mudah dimengerti.

B. Himpunan Fuzzy

Pada himpunan tegas (crisp), nilai keanggotaan suatu item x dalam suatu himpunan A , yang sering ditulis dengan $\mu_A(x)$, memiliki dua kemungkinan, yaitu: (Kusuma dewi dan Purnomo, 2010)

1. Satu (1), yang berarti bahwa suatu item menjadi anggota selain suatu himpunan, atau
2. Nol (0), yang berarti bahwa suatu item tidak menjadi anggota dalam suatu himpunan.

Kalau pada himpunan crisp, nilai keanggotaan hanya ada 2 kemungkinan, yaitu 0 atau 1, pada himpunan fuzzy nilai keanggotaan terletak pada rentang 0 sampai 1. Apabila

x memiliki keanggotaan fuzzy $\mu_A(x)=0$ berarti tidak menjadi anggota himpunan A , demikian pula apabila x memiliki nilai keanggotaan fuzzy $\mu_A(x)=1$ berarti x menjadi anggota penuh pada himpunan A .

Terkadang kemiripan antara keanggotaan fuzzy dengan probabilitas menimbulkan kerancuan. Keduanya memiliki nilai pada interval $[0,1]$, namun interpretasi nilainya sangat berbeda antara kedua kasus tersebut. Keanggotaan fuzzy memberikan suatu ukuran terhadap pendapat atau keputusan, sedangkan probabilitas mengindikasikan proporsi terhadap keseringan suatu hasil bernilai benar dalam jangka panjang. Misalnya, jika nilai keanggotaan suatu himpunan fuzzy MUDA adalah 0,9; maka tidak perlu dipermasalahkan berapa seringnya nilai itu diulang secara individual untuk mengharapkan suatu hasil yang hampir pasti muda. Di pihak lain, nilai probabilitas 0,9 muda berarti 10% dari himpunan tersebut diharapkan tidak muda. (Kusumadewi dan Purnomo, 2010).

Himpunan fuzzy memiliki 2 atribut, yaitu:

1. Linguistik, yaitu penamaan suatu grup yang mewakili suatu keadaan atau kondisi tertentu dengan menggunakan bahasa alami, seperti: MUDA, PAROBAYA, TUA.
2. Numeris, yaitu suatu nilai (angka) yang menunjukkan ukuran dari semua variabel seperti: 40, 25, 50, dsb.

Ada beberapa hal yang perlu diketahui dalam memahami sistem fuzzy, yaitu:

1. Variabel fuzzy

Variabel fuzzy merupakan variabel yang hendak dibahas dalam suatu sistem fuzzy. Contoh: umur, temperatur, permintaan, dsb.

2. Himpunan fuzzy

Himpunan fuzzy merupakan suatu grup yang mewakili suatu kondisi atau keadaan dalam suatu variabel fuzzy

3. Semesta pembicaraan

Semesta pembicaraan adalah keseluruhan nilai yang diperbolehkan untuk dioperasikan dalam suatu variabel fuzzy. Semesta pembicaraan merupakan himpunan bilangan real yang senantiasa naik (bertambah) secara monoton dari kiri ke kanan. Nilai semesta pembicaraan dapat berupa bilangan positif maupun negatif. Adakalanya nilai semesta pembicaraan ini tidak dibatasi batas atasnya.

4. Domain

Domain himpunan fuzzy adalah keseluruhan nilai yang diizinkan dalam semesta pembicaraan dan boleh dioperasikan dalam suatu himpunan fuzzy. Seperti halnya semesta pembicaraan, domain merupakan himpunan bilangan real yang senantiasa naik (bertambah) secara monoton dari kiri ke kanan. Nilai domain dapat berupa bilangan positif maupun negatif.

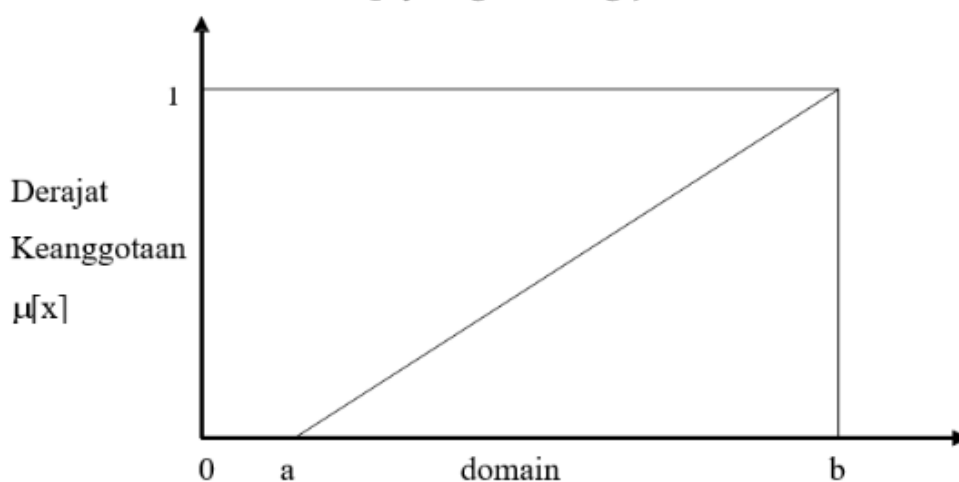
C. Fungsi Keanggotaan

Fungsi keanggotaan (membership function) adalah suatu kurva yang menunjukkan pemetaan titik-titik input data ke dalam nilai keanggotaannya (sering juga disebut

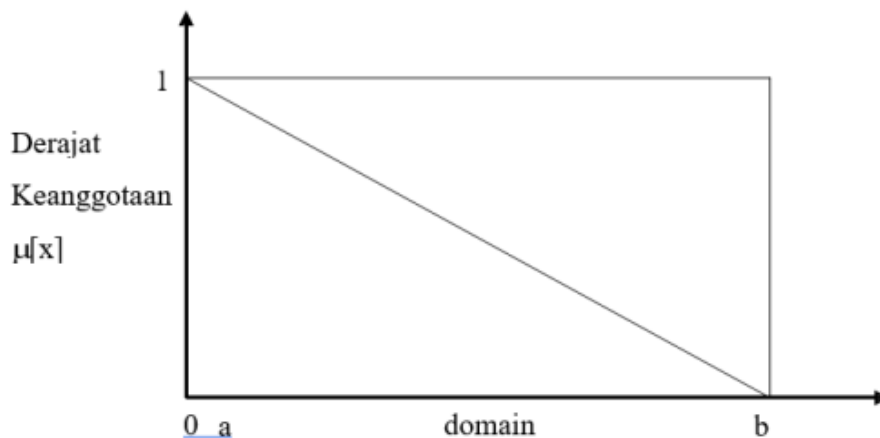
derajat keanggotaan) yang memiliki interval antara 0 dan 1. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk mendapatkan nilai keanggotaan adalah dengan melalui pendekatan fungsi. Ada beberapa fungsi yang bisa digunakan. (Kusuma dewi dan Purnomo, 2010).

1. Representasi linear

Pada representasi linear, pemetaan input ke derajat keanggotaannya digambarkan sebagai garis lurus. Bentuk ini paling sederhana dan menjadi pilihan yang baik untuk mendekati suatu konsep yang kurang jelas.



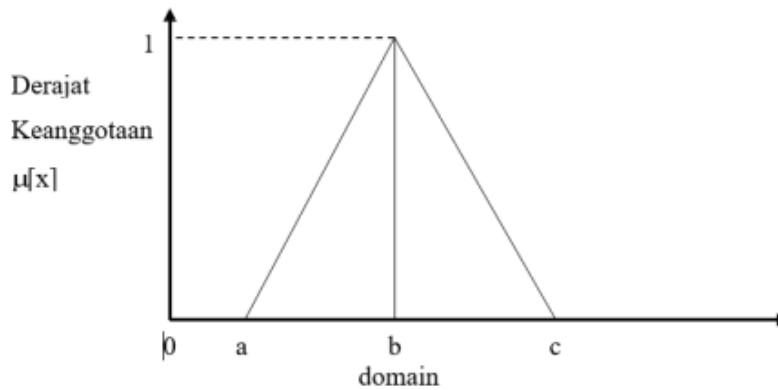
Gambar 3.1 Representasi Linear Naik
(Sumber: Kusuma dewi dan Purnomo, 2013)



Gambar 3.2 Representasi Linear Turun
(Sumber: Kusuma dewi dan Purnomo, 2013)

2. Representasi kurva segitiga

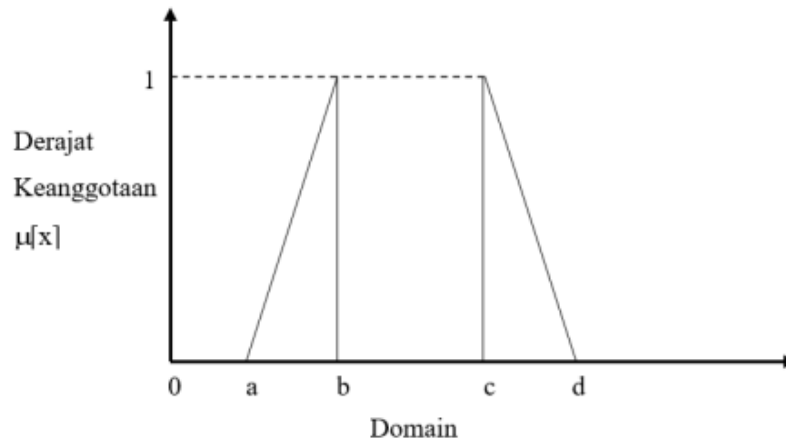
Kurva segitiga pada dasarnya merupakan gabungan antara 2 garis (linear).



Gambar 3.3 Representasi Kurva Segitiga
(Sumber: Kusuma dewi dan Purnomo, 2013)

3. Representasi Kurva Trapesium

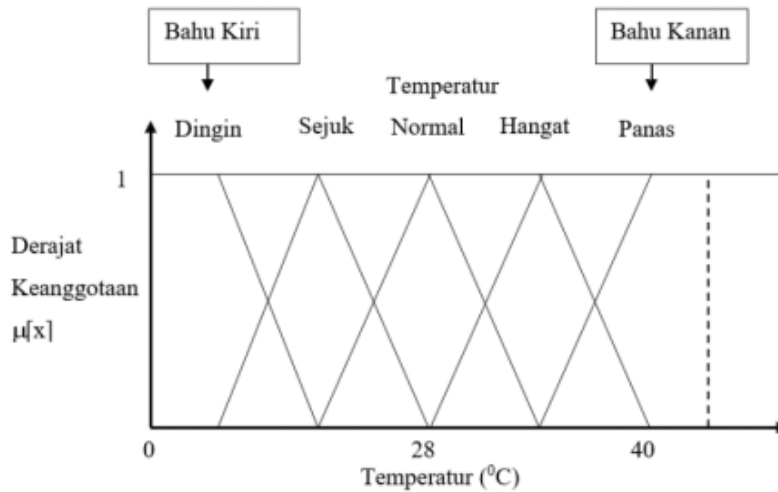
Kurva Segitiga pada dasarnya seperti bentuk segitiga, hanya saja ada beberapa titik yang memiliki nilai keanggotaan 1.



Gambar 3.4 Representasi Kurva Trapesium
(Sumber: Kusuma dewi dan Purnomo, 2013)

4. Representasi Kurva Bentuk Bahu

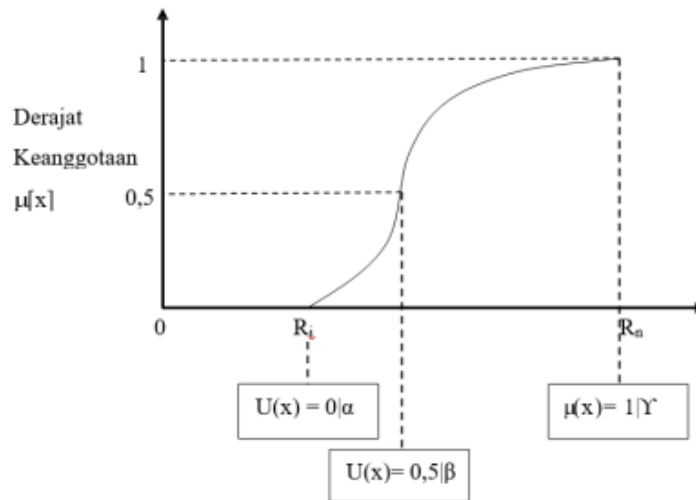
Daerah yang terletak di tengah-tengah suatu variabel yang direpresentasikan dalam bentuk segitiga, pada sisi kanan dan kiri akan naik dan turun (misalkan: DINGIN bergerak ke SEJUK bergerak ke HANGAT dan bergerak ke PANAS). Tetapi terkadang salah satu sisi dari variabel tersebut tidak mengalami perubahan.



Gambar 3.5 Representasi Kurva Bahu
(Sumber: Kusuma dewi dan Purnomo, 2013)

5. Representasi kurva-S

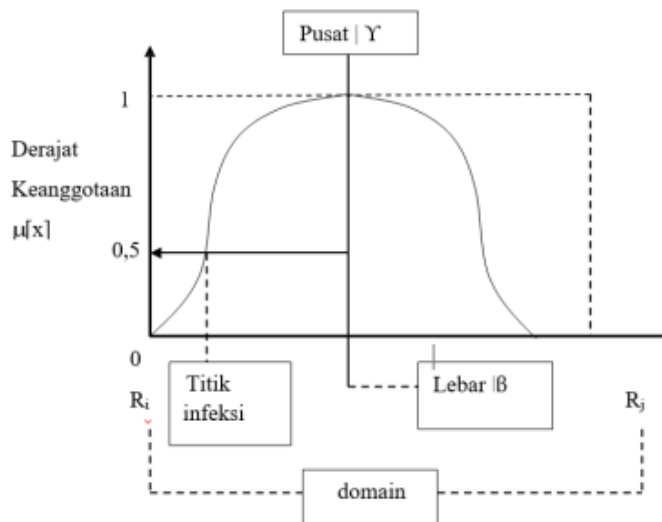
Kurva PERTUMBUHAN dan PENYUSUTAN merupakan kurva-S atau sigmoid yang berhubungan dengan kenaikan dan penurunan permukaan secara tak linear.



Gambar 3.6 Representasi Kurva-S
(Sumber: Kusuma dewi dan Purnomo, 2013)

6. Representasi kurva bentuk lonceng (bell curve)

Untuk merepresentasikan bilangan Fuzzy, biasanya digunakan kurva berbentuk lonceng. Kurva berbentuk lonceng ini terbagi atas 3 kelas, yaitu: himpunan Fuzzy PI, beta, dan Gauss. Perbedaan ketiga kurva ini terletak pada gradiennya.



Gambar 3.7 Representasi Kurva Bentuk Lonceng
(Sumber: Kusuma dewi dan Purnomo, 2013)

12

D. Operator Dasar Zadeh Untuk Operasi Himpunan Fuzzy

Seperti halnya himpunan konvensional, ada beberapa operasi yang didefinisikan secara khusus untuk mengkombinasikan dan memodifikasi himpunan fuzzy. Nilai keanggotaan sebagai hasil dari operasi 2 himpunan sering dikenal dengan nama fire strength atau α -predikat. Ada 3 operator yang diciptakan Zadeh, Yaitu: (Kusuma dewi dan Purnomo, 2010)

11

1. Operator AND

Operator ini berhubungan dengan operasi interseksi pada himpunan. α -predikat sebagai hasil operasi dengan operator AND diperoleh dengan mengambil nilai keanggotaan terkecil antar elemen pada himpunan-himpunan yang bersangkutan.

$$\mu_{A \cap B} = \min(\mu_A(x), \mu_A(y)) \dots \dots \dots (\text{persamaan 2.1})$$

2. Operator OR

Operator ini berhubungan dengan operasi union pada himpunan α -predikat sebagai hasil operasi dengan operator OR diperoleh dengan mengambil nilai keanggotaan terbesar antar elemen pada himpunan-himpunan yang bersangkutan

$$\mu_{A \cup B} = \max(\mu_A(x), \mu_A(y)) \dots \dots \dots (\text{persamaan 2.2})$$

3. Operator NOT

Operator ini berhubungan dengan operasi komplemen pada himpunan. α -predikat sebagai hasil operasi dengan operator NOT diperoleh dengan mengurangkan nilai keanggotaan elemen pada himpunan yang bersangkutan dari 1.

$$\mu_{A'} = 1 - \mu_A(x) \dots \dots \dots (\text{persamaan 2.3})$$

12
E. Penalaran Monoton

Metode penalaran secara monoton digunakan sebagai dasar untuk teknik implikasi fuzzy. Meskipun penalaran ini sudah jarang digunakan, namun terkadang masih digunakan untuk penalaran fuzzy. Jika 2 daerah fuzzy direalisasikan dengan implikasi sederhana sebagai berikut :

(Kusumadewi dan Purnomo, 2010)

12
IF x is A THEN y is B

transfer fungsi:

$$y = f((x, A), B) \dots \dots \dots (\text{persamaan 2.4})$$

BAB IV

FUZZY INFERENCE SYSTEM



A. Metode Tsukamoto

Metode Tsukamoto merupakan perluasan dari penalaran monoton. Pada metode Tsukamoto, setiap konsekuen pada aturan yang berbentuk IF-Then harus direpresentasikan dengan suatu himpunan fuzzy dengan fungsi keanggotaan yang monoton. Sebagai hasilnya, output hasil inferensi dari tiap-tiap aturan diberikan secara tegas (crisp) berdasarkan α -predikat (fire strength). Hasil akhirnya dengan menggunakan rata-rata terbobot (Kusuma dewi dan Purnomo, 2010).

B. Metode Mamdani

Metode Mamdani sering dikenal sebagai metode min-max. Metode ini diperkenalkan oleh Ebrahim Mamdani pada tahun 1975. Untuk mendapatkan output, diperlukan 4 tahapan: (Kusuma dewi dan Purnomo, 2010)

1. Pembentukan himpunan fuzzy

Pada metode Mamdani, baik variabel input maupun variabel output dibagi menjadi satu atau lebih himpunan fuzzy.

2. Aplikasi fungsi implikasi

Pada metode Mamdani, fungsi implikasi yang digunakan adalah Min.

3. Komposisi aturan

Tidak seperti penalaran monoton, apabila sistem terdiri dari beberapa aturan, maka inferensi diperoleh dari kumpulan korelasi antar aturan. Ada 3 metode yang digunakan dalam melakukan inferensi sistem fuzzy, yaitu: max, additive, dan probabilitas OR (probor)

4. Penegasan (defuzzy)

Input dari proses defuzzifikasi adalah suatu himpunan fuzzy yang diperoleh dari komposisi aturan-aturan fuzzy, sedangkan output yang dihasilkan merupakan suatu bilangan pada domain himpunan fuzzy tersebut. Sehingga jika diberikan suatu himpunan fuzzy dalam range tertentu, maka harus dapat diambil suatu nilai crisp tertentu sebagai output.

C. Metode Sugeno

Penalaran dengan metode Sugeno hampir sama dengan penalaran Mamdani, hanya saja output (konsekuen) sistem tidak berupa himpunan fuzzy, melainkan berupa konstanta atau persamaan linear. Metode ini diperkenalkan oleh Takagi-Sugeno Kang pada tahun 1985, sehingga metode ini sering juga dinamakan Metode TSK. (Kusuma dewi dan Purnomo, 2010)

BAB V

ARDUINO UNO



Arduino adalah nama keluarga papan mikrokontroler yang awalnya dibuat oleh perusahaan smart projects. Salah satu tokoh pembuatnya adalah Massimo Banzi. Berbagai jenis Arduino yang tersedia antara lain Arduino Uno, Arduino Diecimilia, Arduino Duemilanove, Arduino Leonardo, Arduino Mega, dan Arduino Nano. Walaupun ada berbagai jenis Arduino, namun secara prinsip pemrograman yang diperlukan menyerupai. Hal yang membedakan adalah kelengkapan fasilitas dan pin-pin yang perlu digunakan. (Abdul Kadir, 2014).

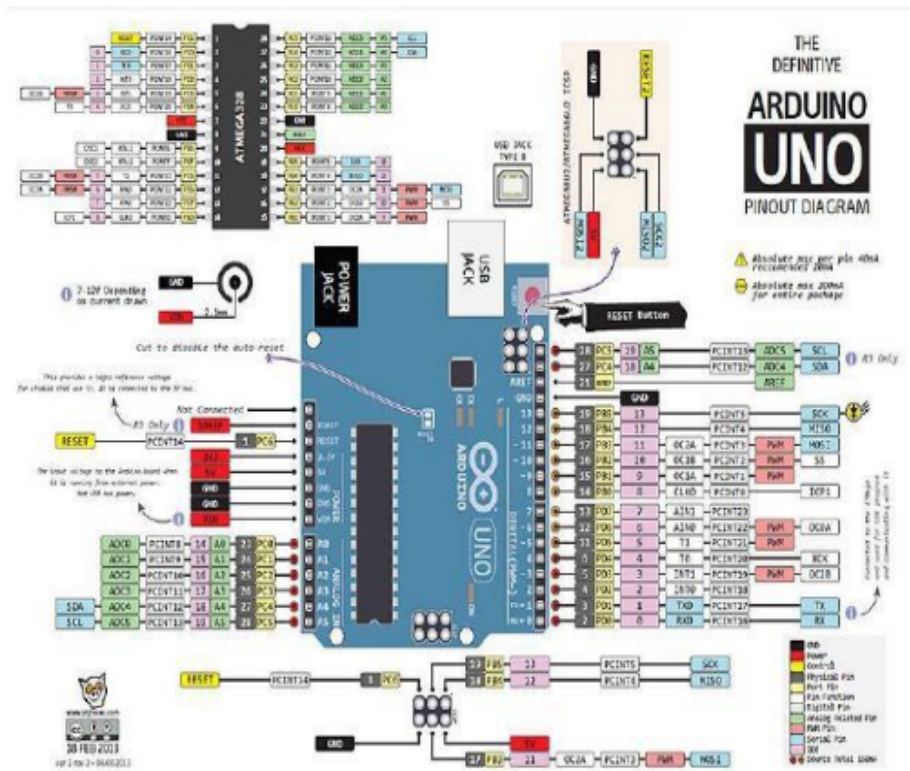


Gambar 2.8 Arduino Uno
(Sumber : AIAA OC Rocketry, 2014)

Bagian-bagian pada Arduino, yaitu :

1. Port USB digunakan untuk menghubungkan Arduino Uno dengan komputer, melalui sepasang kabel USB.
2. Sambungan catu daya eksternal digunakan untuk memasok sumber daya listrik untuk Arduino Uno ketika tidak dihubungkan dengan komputer. Jika Arduino Uno dihubungkan ke komputer melalui kabel USB, pasokan daya listrik dari oleh komputer
3. Pin digital mempunyai label 0 sampai dengan 13. Disebut pin digital karena mempunyai isyarat digital, yakni berupa 1 dan 0. Dalam praktik, nilai 0 dinyatakan dengan tegangan 0v dan nilai 1 dinyatakan dengan tegangan 5v.
4. Pin analog berarti bahwa pin-pin ini mempunyai nilai yang bersifat analog(nilai yang berkesinambungan). Dalam program, nilai setiap pin analog yang berlaku sebagai masukan (hasil dari sensor) berkisar antara 0 sampai dengan 1023.
5. Mikrokontroler yang digunakan di Arduino Uno adalah Atmega328.
6. Ada dua pin yang digunakan untuk memasok catu daya ke komponen elektronis yang digunakan dalam menangani proyek, misalnya sensor gas, sensor jarak, dan relai. Tegangan yang tersedia adalah 3,3v dan 5v. Komponen-komponen elektronis yang diberi tegangan oleh Arduino Uno adalah yang memerlukan arus kecil. Sebagai contoh, motor DC yang menarik arus lebih kecil dari 500mA harus menggunakan catu daya sendiri.

Arduino Uno dilengkapi Static random-access memory (SRAM) berukuran 2kb untuk memegang data, flash memory berukuran 32 kb, dan erasable programmable read-only memory (EEPROM). SRAM digunakan untuk menampung data atau hasil pemrosesan data selama Arduino Uno menerima pasokan catu daya. Flash memory untuk menaruh program yang anda buat. EEPROM digunakan untuk menaruh program bawaan dari Arduino Uno dan sebagian lagi dapat menaruh data milik anda secara permanen. Arduino memiliki bahasa pemrograman tersendiri yaitu bahasa arduino, merupakan pengembangan dari bahasa C yang disederhanakan dan dipermudah dengan libraries. Untuk meng-compile dan meng-upload program ke board arduino dapat menggunakan software Arduino IDE (Integrated Development Environment) (www.arduino.cc, 2017)).



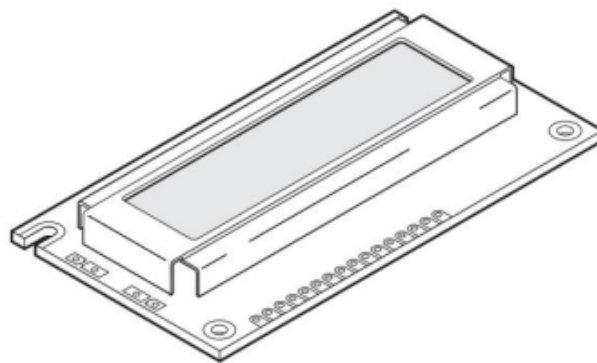
Gambar 2.9 Pinout Diagram Arduino Uno
(Sumber : AIAA OC Rocketry, 2014)

BAB VI

LCD



Display elektronik adalah salah satu komponen elektronika yang berfungsi sebagai tampilan suatu data, baik karakter, huruf ataupun grafik. LCD (Liquid Cristal Display) adalah salah satu jenis display elektronik yang dibuat dengan teknologi CMOS logic yang bekerja dengan tidak menghasilkan cahaya tetapi memantulkan cahaya yang ada di sekelilingnya terhadap front-lit atau mentransmisikan cahaya dari back-lit. LCD (Liquid Cristal Display) berfungsi sebagai penampil data baik dalam bentuk karakter, huruf, angka ataupun grafik (Elektronika Dasar,2012)



Gambar 2.10 Bentuk Fisik LCD
(Sumber: Revolution Education LTD)

1 A. Material LCD (Liquid Cristal Display)

LCD adalah lapisan dari campuran organik antara lapisan kaca bening dengan elektroda transparan indium oksida

dalam bentuk tampilan seven-segment dan lapisan elektroda pada kaca belakang. Ketika elektroda diaktifkan dengan medan listrik (tegangan), molekul organik yang panjang dan silindris menyesuaikan diri dengan elektroda dari segmen. Lapisan sandwich memiliki polarizer cahaya vertikal depan dan polarizer cahaya horisontal belakang yang diikuti dengan lapisan reflektor. Cahaya yang dipantulkan tidak dapat melewati molekul-molekul yang telah menyesuaikan diri dan segmen yang diaktifkan terlihat menjadi gelap dan membentuk karakter data yang ingin ditampilkan. (Elektronika Dasar,2012).

B. Pengendali / Kontroler LCD (Liquid Cristal Display)

Dalam modul LCD (Liquid Cristal Display) terdapat microcontroller yang berfungsi sebagai pengendali tampilan karakter LCD (Liquid Cristal Display). Mikrokontroler pada suatu LCD (Liquid Cristal Display) dilengkapi dengan memori dan register. Memori yang digunakan microcontroller internal LCD adalah : (Elektronika Dasar,2012)

1. DDRAM (Display Data Random Access Memory) merupakan memori tempat karakter yang akan ditampilkan berada.
2. CGRAM (Character Generator Random Access Memory) merupakan memori untuk menggambarkan pola sebuah karakter dimana bentuk dari karakter dapat diubah-ubah sesuai dengan keinginan.
3. CGROM (Character Generator Read Only Memory) merupakan memori untuk menggambarkan pola sebuah karakter dimana pola tersebut merupakan karakter dasar

yang sudah ditentukan secara permanen oleh pabrikan pembuat LCD (Liquid

Cristal Display) tersebut sehingga pengguna tinggal mengambil sesuai alamat memorinya dan tidak dapat merubah karakter dasar yang ada dalam CGROM.

Register control yang terdapat dalam suatu LCD diantaranya adalah.

1. Register perintah yaitu register yang berisi perintah-perintah dari mikrokontroller ke panel LCD (Liquid Cristal Display) pada saat proses penulisan data atau tempat status dari panel LCD (Liquid Cristal Display) dapat dibaca pada saat pembacaan data.
2. Register data yaitu register untuk menuliskan atau membaca data dari atau ke DDRAM. Penulisan data pada register akan menempatkan data tersebut ke DDRAM sesuai dengan alamat yang telah diatur sebelumnya.

Tabel 2.1 Pin-pin LCD

No. Pin	Nama Pin	K
1	VSS	Dihubungkan ke <i>ground</i>
2	VDD	Catu daya positif
3	V0	Pengatur kontras. Potensiometer 10k Ω dapat digunakan untuk mengatur tingkat kontras
4	RS	Register <i>select</i> a. RS= <i>HIGH</i> untuk menerima data b. RS= <i>LOW</i> untuk mengirim instruksi

5	R/W	<i>Read/Write control bus</i> a. R/W= <i>HIGH</i> untuk membaca data di LCD
6	E	<i>Data Enable</i> a. E= <i>HIGH</i> supaya LCD dapat diakses
7	DB0	Data
8	DB1	Data
9	DB2	Data
10	DB3	Data
11	DB4	Data
12	DB5	Data
13	DB6	Data
14	DB7	Data
15	BLA	Catu daya positif untuk layar

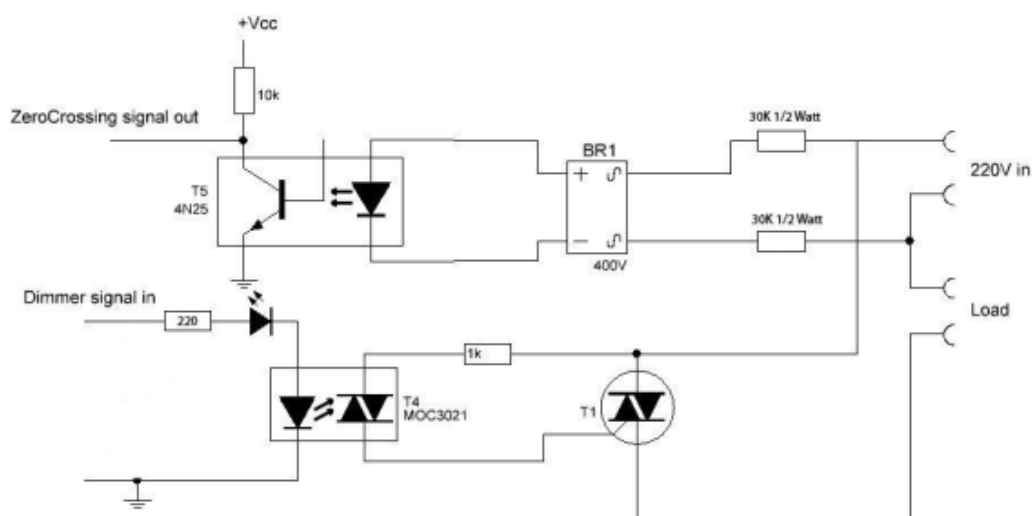
(Sumber : Kadir, 2014)

Dari tabel tersebut, dapat diketahui fungsi dari masing-masing pin pada LCD yang berjumlah 16. Namun pada prakteknya, pin DB0-DB3 sangat jarang digunakan.

BAB VII AC DIMMER



AC dimmer biasanya digunakan untuk mengatur tingkat intensitas cahaya pada lampu, selain itu ac dimmer juga dapat digunakan untuk mengatur kecepatan putar motor bahkan juga bisa untuk mengatur suhu pada heater.



Gambar 2.11 Bentuk Rangkaian AC Dimmer
(sumber: datasheet instructables)

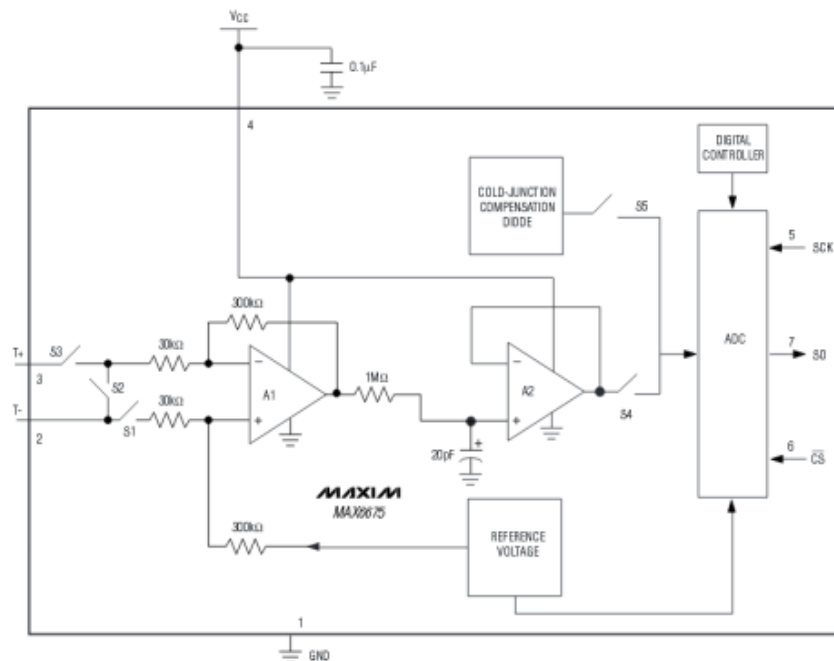
Pada ac dimmer terdapat 3 komponen utama untuk mengatur kerja alat tersebut. komponen yang pertama adalah TRIAC yang berfungsi mengatur besaran tegangan AC yang masuk ke dalam motor listrik sedangkan komponen DIAC dan VR berfungsi untuk mengatur bias TRIAC guna menentukan titik ON dan OFF pada komponen TRIAC tersebut. Potensiometer berfungsi sebagai sensor mekanis pengatur pelan dan cepatnya putaran motor.

BAB VIII

MAX6675 K-TYPE TERMOKOPEL TEMPERATUR SENSOR



MAX6675 dibentuk dari kompensasi cold-junction yang otuputnya didigitalisasi dari sinyal termokopel tipe-K. data output memiliki resolusi 12-bit dan mendukung komunikasi SPI mikrokontroller secara umum. Data dapat dibaca dengan mengkonversi hasil pembacaan 12-bit data (Maximintregated.com, 2014).



Gambar 2.12 Rangkaian Sensor Max6675
(Sumber: DataSheet max6675)

A. Fitur Max6675 K-Tipe Termokopel Temperatur Sensor

Berikut beberapa fitur yang terdapat pada Max6675 K-Tipe Termokopel Temperatur Sensor, yaitu: (Maximintegrated.com, 2014):

1. Konversi digital langsung dari output termokopel tipe-K
2. Kompensasi cold-junction
3. Komunikasi kompatibel dengan protokol SPI
4. Open thermocouple detection

B. Gold-Junction Compensation

Fungsi dari termokopel adalah untuk mengetahui perbedaan temperature di bagian ujung dari dua bagian metal yang berbeda dan disatukan. Termokopel tipe hot junction dapat mengukur mulai dari 0oC sampai +1023,75oC. MAX6675 memiliki bagian ujung cold end yang hanya dapat mengukur -20oC sampai +85oC. Pada saat bagian cold end MAX6675 mengalami fluktuasi suhu maka MAX6675 akan tetap dapat mengukur secara akurat perbedaan temperature pada bagian yang lain. MAX6675 dapat melakukan koreksi atas perubahan pada temperature ambient dengan kompensasi cold-junction. Device mengkonversi temperature ambient yang terjadi ke bentuk tegangan menggunakan sensor temperature diode. Untuk dapat melakukan pengukuran actual, MAX6675 mengukur tegangan dari output termokopel dan tegangan dari sensing diode (Maximintegrated.com, 2014).

Performance optimal MAX6675 dapat tercapai pada waktu termokopel bagian cold-junction dan MAX6675 memiliki temperature yang sama. Hal ini untuk menghindari penempatan komponen lain yang menghasilkan panas didekat MAX6675.

C. Konversi Temperatur

Untuk mendapatkan nilai suhu pada termokopel tipe-K, perubahan tegangan sebesar $41\mu\text{V}/\text{oC}$ dengan menggunakan pendekatan karakteristik dapat menggunakan rumus di bawah ini: (Maximintegrated.com, 2014)

$$V_{\text{OUT}} = (41\mu\text{V} / \text{oC}) \cdot 5 \cdot (T_{\text{R}} - T_{\text{AMB}})$$

Dengan:

$$V_{\text{OUT}} = \text{Voutput termokopel } (\mu\text{V})$$

T_{R} adalah temperatur remote junction (oC) T_{AMB} adalah temperature ambient (oC).

BAB IX

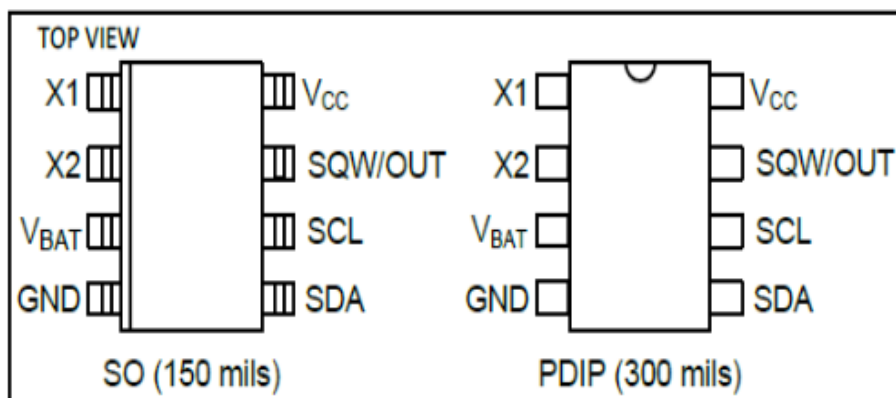
RTC DS1307



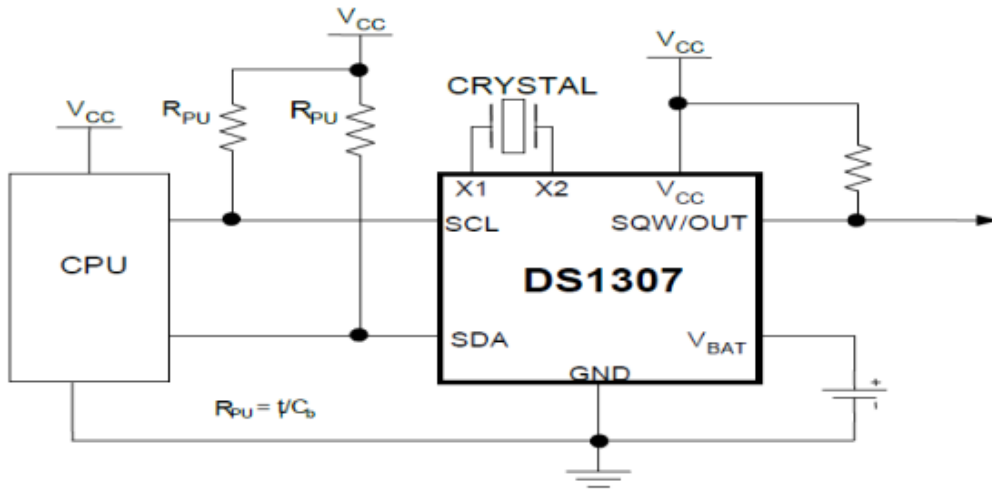
Seri real-time clock DS1307 (RTC) adalah jam / kalender desimal berkode biner penuh (BCD) berkekuatan rendah ditambah 56 byte NV SRAM. Alamat dan data ditransfer secara serial melalui I2C, bus dua arah. Jam / kalender menyediakan informasi detik, menit, jam, hari, tanggal, bulan, dan tahun. Tanggal akhir bulan secara otomatis disesuaikan untuk bulan-bulan dengan kurang dari 31 hari, termasuk koreksi untuk tahun kabisat. Jam beroperasi dalam format 24 jam atau 12 jam dengan indikator AM / PM. DS1307 memiliki sirkuit indra-daya bawaan yang mendeteksi kegagalan daya dan secara otomatis beralih ke pasokan cadangan. Operasi ketepatan waktu berlanjut sementara bagian beroperasi dari persediaan cadangan(). Adapun fitur dan kelebihan yang terdapat pada DS1307 adalah sebagai berikut :

1. Sepenuhnya mengelola semua fungsi pencatatan waktu
2. Menghitung detik, menit, jam, tanggal bulan, bulan, hari dalam minggu, dan tahun dengan kompensasi tahun kabisat berlaku hingga 2100
3. 56-Byte, didukung baterai, General Purpose RAM yang Tidak Terbatas

4. Sinyal output gelombang-persegi yang dapat diprogram
5. Antarmuka port serial sederhana untuk sebagian besar mikrokontroler
6. Antarmuka serial I2C
7. Operasi berdaya rendah memperpanjang waktu Jalan dari baterai cadangan
8. Mengonsumsi kurang dari 500nA dalam mode baterai cadangan dengan oscillator running
9. Memiliki pendeteksi kegagalan daya otomatis dan sakelar sirkuit
10. 8-Pin DIP dan 8-Pin SO meminimalkan ruang yang dibutuhkan
11. Rentang suhu penggunaan: -40 0C hingga + 85 0C, mendukung Operasi dalam berbagai macam aplikasi.



Gambar 2.13 Konfigurasi Pin DS1307
(Sumber: DataSheet DS1307)



Gambar 2.14 Bentuk Rangkaian DS1307
(sumber: DataSheet DS1307)

14 BAB X BUZZER

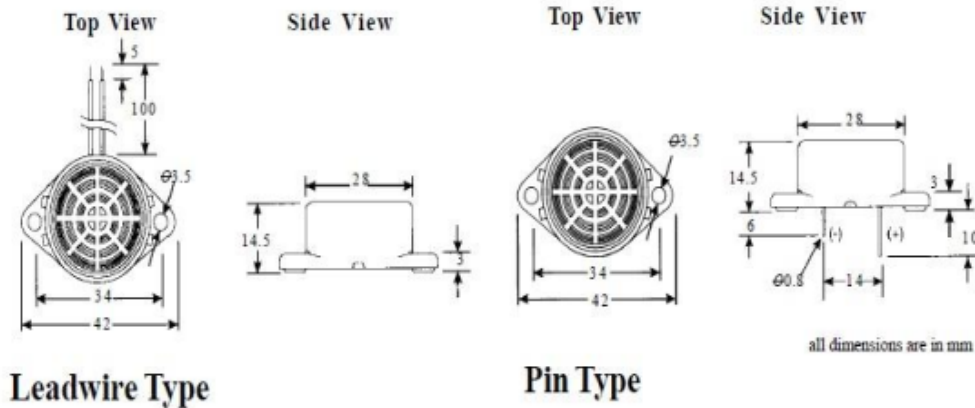


Buzzer Listrik adalah sebuah komponen elektronika yang dapat mengubah sinyal listrik menjadi getaran suara. Pada umumnya, Buzzer yang merupakan sebuah perangkat audio ini sering digunakan pada rangkaian anti-maling, Alarm pada Jam Tangan, Bel Rumah, peringatan mundur pada Truk dan perangkat peringatan bahaya lainnya. Jenis Buzzer yang sering ditemukan dan digunakan adalah Buzzer yang berjenis Piezoelectric, hal ini dikarenakan Buzzer Piezoelectric memiliki berbagai kelebihan seperti lebih murah, relatif lebih ringan dan lebih mudah dalam menggabungkannya ke Rangkaian Elektronika lainnya. Buzzer yang termasuk dalam keluarga Transducer ini juga sering disebut dengan Beeper (Teknikelektronika.com).

16 Efek Piezoelectric (Piezoelectric Effect) pertama kali ditemukan oleh dua orang fisikawan Perancis yang bernama Pierre Curie dan Jacques Curie pada tahun 1880. Penemuan tersebut kemudian dikembangkan oleh sebuah perusahaan Jepang menjadi Piezo Electric Buzzer dan mulai populer digunakan sejak 1970-an. Seperti namanya, Piezoelectric Buzzer adalah jenis Buzzer yang menggunakan efek Piezoelectric untuk menghasilkan suara atau bunyinya. Tegangan listrik yang diberikan ke bahan Piezoelectric akan menyebabkan gerakan mekanis, gerakan tersebut kemudian diubah menjadi suara atau bunyi yang dapat

didengar oleh telinga manusia dengan menggunakan diafragma dan resonator. Berikut ini adalah gambar bentuk dan struktur dasar dari sebuah Piezoelectric Buzzer.

Dimensions



Gambar 2.15 Bentuk Piezoelectric Buzzer

(Sumber: datasheet buzzer)

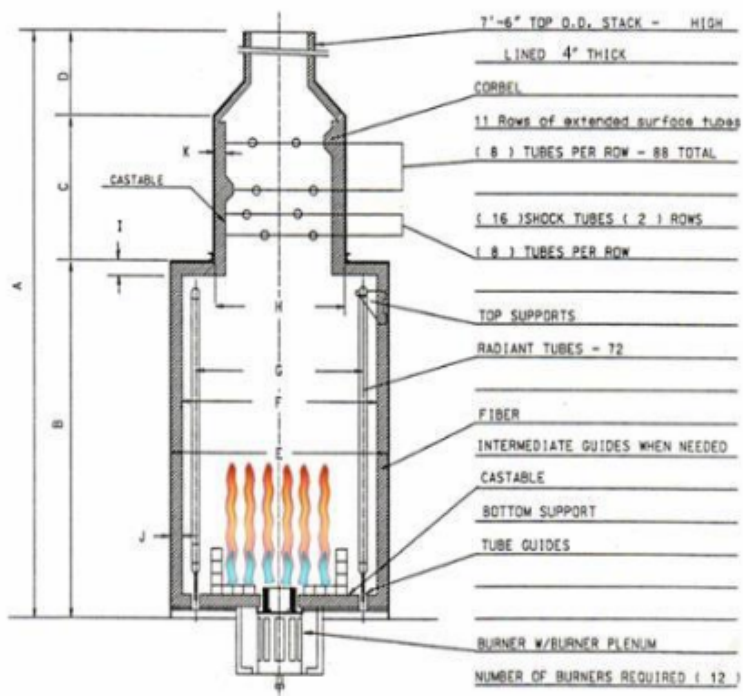
Jika dibandingkan dengan Speaker, Piezo Buzzer relatif lebih mudah untuk digerakkan. Sebagai contoh, Piezo Buzzer dapat digerakkan hanya dengan menggunakan output langsung dari sebuah IC TTL, hal ini sangat berbeda dengan Speaker yang harus menggunakan penguat khusus untuk menggerakkan Speaker agar mendapatkan intensitas suara yang dapat didengar oleh manusia.

Piezo Buzzer dapat bekerja dengan baik dalam menghasilkan frekuensi di kisaran 1 - 5 kHz hingga 100 kHz untuk aplikasi Ultrasound. Tegangan Operasional Piezoelectric Buzzer yang umum biasanya berkisar diantara 3Volt hingga 12 Volt.

BAB XI BLOWER HEATER



Pemanas kipas, juga disebut pemanas tiup, adalah pemanas yang berfungsi dengan menggunakan kipas untuk mengalirkan udara ke sumber panas (mis. Elemen pemanas). Blower heater ini memanaskan udara, yang kemudian meninggalkan pemanas untuk menghangatkan ruang di sekitarnya. Blower heater dapat memanaskan ruang tertutup lebih cepat dari pada pemanas tanpa kipas, tetapi karena menggunakan kipas membuat suara bising. Sebagian besar pemanas kipas modern memiliki pengaturan daya untuk menentukan output daya. Beberapa juga memiliki termostat yang mematikan pemanas saat suhu sekitar yang diinginkan tercapai. Karena itu, mereka tidak mempertahankan kontrol suhu kamar yang sempurna. (en.wikipedia.org)



Gambar 2.16 Bentuk Blower Heater
(Sumber : Datasheet blower heater)

BAB XII
PERANCANGAN ALAT STERILISATOR
PERALATAN MEDIS MENGGUNAKAN
ARDUINO UNO : EVALUASI KINERJA FUZZY
LOGIC KONTROL



Pada bab ini terdapat pembahasan tentang hasil pengujian dan analisa secara hardware maupun Software yang telah dibuat, sehingga dapat mengetahui tingkat kesesuaian alat yang dirancang dengan latar belakang, rumusan masalah, dan tujuan penelitian yang telah dijabarkan pada bab 1, serta sesuai dengan teori dan perancangan yang telah dijabarkan pada bab sebelumnya.

A. Hasil Perancangan Hardware

Hasil perancangan hardware pada penelitian ini dibagi menjadi beberapa bagian, diantaranya adalah hasil perancangan box sterilisator, hasil perancangan dan pengujian sistem elektronik.

1. Hasil Perancangan Box Sterilisator

Bentuk fisik dari hasil perancangan box sterilisator dapat dilihat pada beberapa gambar di bawah ini :



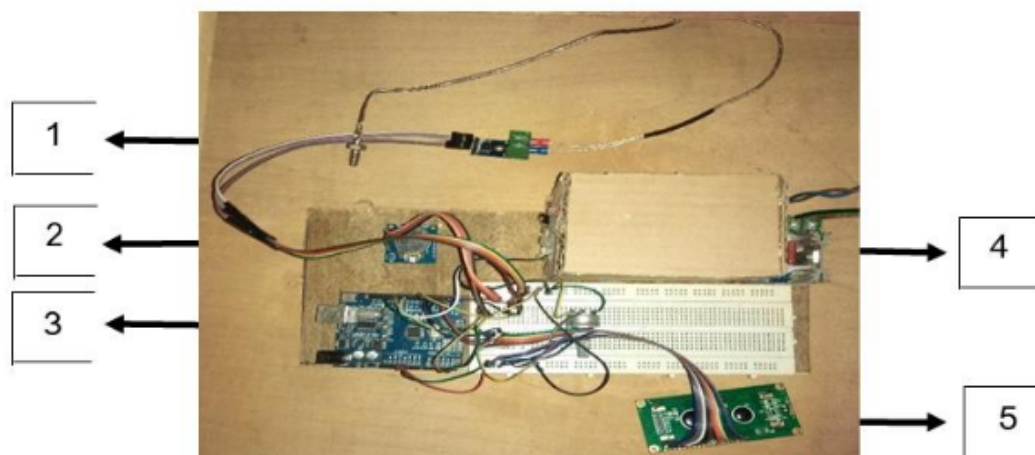
Gambar 4.1 Hasil Perancangan Box Sterilisator Tampak Depan



Gambar 4.2 Hasil Perancangan Box Sterilisator Tampak Atas

2. Hasil Perancangan dan Pengujian Sistem Elektronik

Setelah melakukan perancangan sistem elektronik pada bab sebelumnya maka hasil rangkaian elektronik pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.2 di bawah ini:



Keterangan: 1. Modul sensor max6675; 2. RTC; 3. Arduino Uno; 4. AC Dimmer; 5. LCD

Gambar 4.3 Hasil Rangkaian Elektronik



Gambar 4.4 *Blower*

Untuk hasil pengujian sistem elektronik dibagi menjadi beberapa bagian, yaitu hasil pembaca sensor max6675, hasil pengujian LCD, hasil pengujian AC Dimmer, hasil pengujian timer, hasil pengujian blower, dan pada bagian

akhir akan ditampilkan hasil pengujian sistem elektronik secara keseluruhan

1. Hasil Pengujian Blower

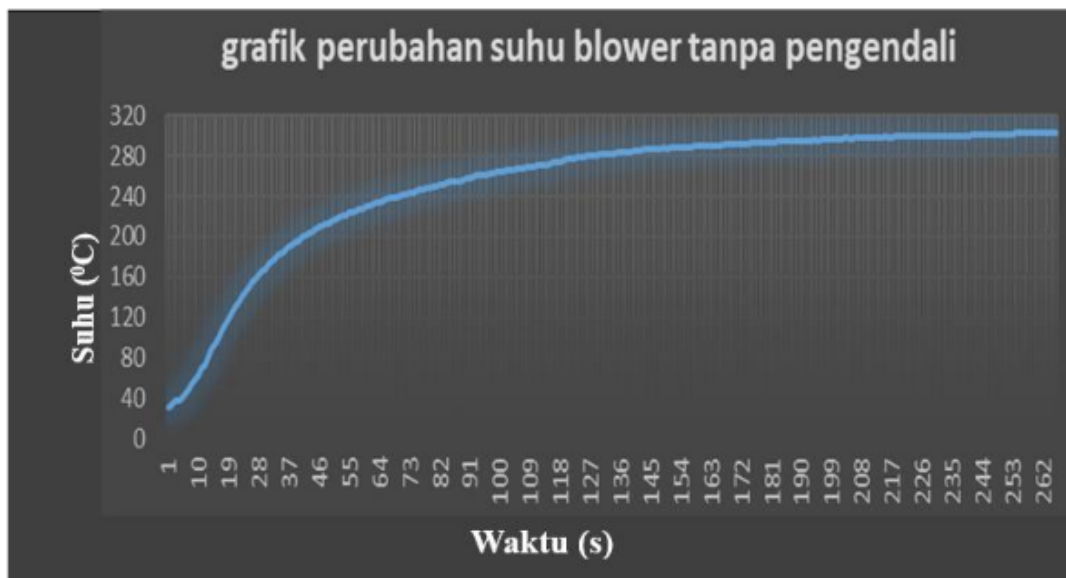
Blower digunakan sebagai penghasil panas yang dialirkan langsung ke dalam box sterilisator. Pengujian komponen blower ini bertujuan untuk mengetahui perubahan suhu yang dihasilkan blower setiap 10 detik selama 100 detik. Setelah melakukan pengujian maka didapatkan hasil seperti Tabel 4.1 di bawah ini:

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Blower

No	Waktu (detik)	Suhu (°C)
1	0	30,75
2	10	64
3	20	124,5
4	30	168,5
5	40	195
6	50	215,5
7	60	229,75
8	70	240,25
9	80	249,5
10	90	257,25
11	100	263,75
13	110	269,25
14	120	276,25
15	130	281,75
16	140	284,75
17	150	287,25

Pada saat pertama dihidupkan suhu blower hampir sama dengan suhu kamar yaitu 27⁰ C. Setelah mencapai detik kesepuluh pada saat percobaan suhu yang dihasilkan blower meningkat dengan drastis menjadi 64⁰ C. Perubahan

secara drastis tersebut terus terjadi hingga beberapa detik berikutnya, namun semakin lama perubahan tersebut semakin kecil. Pada 10 detik pertama besar perubahan suhu yang dihasilkan blower mencapai $33,25^{\circ}\text{C}$. Besar perubahan suhu pada 10 detik berikutnya yaitu pada detik 11 hingga detik 20 adalah $60,5^{\circ}\text{C}$. Pada detik 31 hingga detik 40 perubahan suhu yang dihasilkan mulai mengecil yaitu $26,5^{\circ}\text{C}$. Semakin lama perubahan suhu tersebut semakin kecil, pada detik 141 hingga detik 150 perubahan suhu hanya $2,5^{\circ}\text{C}$. Penyebab kenapa perubahan tersebut semakin lama semakin kecil adalah karena suhu yang dihasilkan blower hampir mencapai kemampuan maksimal dari blower. Pada percobaan yang dilakukan suhu maksimal yang mampu dihasilkan blower adalah 304°C . Untuk hasil pengujian blower secara keseluruhan dapat dilihat pada Lampiran. Grafik perubahan suhu yang dihasilkan blower selama 300 detik dapat dilihat pada gambar berikut ini:



Gambar 4.5 Grafik Perubahan Suhu blower.

Dari data pada tabel dan gambar di atas dapat diketahui karakteristik dari blower yang digunakan bahwa suhu yang dihasilkan tidak bersifat linear. Suhu maksimal yang dapat dihasilkan oleh blower mencapai 304°C , sedangkan perubahan suhu yang signifikan terjadi pada 150 detik setelah blower dihidupkan. Setelah mengetahui hasil pengujian blower maka dapat disimpulkan penggunaan blower pada penelitian ini telah memenuhi syarat sebagai sumber panas dalam proses sterilisasi yang membutuhkan suhu sebesar 170°C .

2. Hasil Pengujian AC Dimmer

AC Dimmer berfungsi mengatur tegangan yang masuk ke dalam blower sehingga dapat mengatur suhu yang dihasilkan dari blower. Dari pengujian AC Dimmer ini akan diketahui hubungan antara input dan output dari ac dimmer. Pengujian AC dimmer dilakukan dengan mengubah nilai input PWM pada AC dimmer. Adapun program arduino yang digunakan adalah seperti Gambar 4.6 Berikut:

```

int AC_LOAD = 9;
int dimming = 128;
void setup() {
  pinMode(AC_LOAD, OUTPUT);
  attachInterrupt(0, zero_crossss_int, RISING);
}
void zero_crossss_int()
{
  int dimtime = (75*dimming);
  delayMicroseconds(dimtime);
  digitalWrite(AC_LOAD, HIGH);
  delayMicroseconds(10);
  digitalWrite(AC_LOAD, LOW);
}
void loop() {
  dimming=128;
}

```

Gambar 4.6 Program Arduino Untuk Pengujian AC Dimmer

Pada pengujian yang dilakukan input PWM pada program tersebut akan diubah sesuai dengan nilai PWM pada Tabel 4.2. Hasil pengujian kinerja AC Dimmer dapat dilihat pada Tabel 4.2 di bawah ini:

Tabel 4.2 Hasil Pengujian AC Dimmer

No	Input PWM (Hz)	Output Ac <i>Dimmer</i> (Volt)
1	120	7,8
2	110	21
3	100	39
4	90	60
5	80	82
6	70	107
7	60	127

8	50	153
9	40	175
10	30	195

Tegangan output yang dihasilkan dari Ac Dimmer yang digunakan pada penelitian ini berbanding terbalik dengan input PWM yang diberikan. Pada saat input PWM bernilai tinggi maka tegangan output Ac Dimmer akan rendah. Begitu juga sebaliknya, pada saat input PWM bernilai rendah maka tegangan output dari Ac Dimmer akan tinggi. Walaupun output dari Ac dimmer berbanding terbalik dengan input yang diberikan tetapi output tersebut masih bisa dikendalikan dengan mengatur inputnya. Dari pengujian AC dimmer dapat disimpulkan bahwa AC Dimmer yang digunakan dapat bekerja dengan baik dalam mengatur tegangan output dan dapat digunakan sebagai driver penghubung antara arduino dengan blower.

3. Hasil Pengujian LCD

Sebagai pemberi informasi kepada user sterilisator, LCD harus dapat memberikan informasi yang sesuai dengan hasil pengukuran dan pengendalian suhu di dalam proses sterilisasi. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kerja LCD sesuai dengan program yang digunakan.

pengujian_lcd

```
#include <LiquidCrystal.h>
const int rs = 12, en = 11, d4 = 5, d5 = 4, d6 = 3, d7 = 2;
LiquidCrystal lcd(rs, en, d4, d5, d6, d7);

void setup() {
  lcd.begin(16, 2);
  delay(500);
}

void loop() {
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.write("PENGUJIAN LCD");
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.write("TA AHMAD YOPI");
}
```

Gambar 4.7 Program Arduino Untuk Pengujian LCD

Setelah program tersebut di upload ke dalam arduino hasil yang didapat dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 4.8 Pengujian LCD

Sedangkan tampilan LCD pada saat sterilisasi dapat dilihat pada gambar 4.9 berikut ini:



Gambar 4.9 Tampilan LCD Pada Saat Proses Sterilisasi

Dari gambar pengujian LCD dan tampilan LCD pada saat sterilisasi, dapat diketahui bahwa LCD pada sistem yang dirancang dapat bekerja dengan baik. Selain itu, LCD juga telah dapat menyampaikan informasi mengenai proses sterilisasi yang berupa suhu proses sterilisasi, waktu, dan informasi bahwa proses sterilisasi sedang berlangsung.

4. Hasil Timer dan Buzzer

Pengujian ketepatan timer dilakukan untuk mengetahui tingkat keberhasilan timer yang digunakan dalam mematikan sistem sesuai dengan yang ditentukan. Bukti dari ketepatan dimer dapat diketahui jika 1 jam setelah suhu sterilisator mencapai set point akan berbunyi buzzer sebagai tanda timer bekerja dengan baik dan proses sterilisasi telah selesai.

Tabel.4.3 Hasil Pengujian Buzzer

No	Logika Dari Arduino	Tegangan Buzzer	Kondisi buzzer
1	0	0 V	Mati
2	1	5 V	Hidup

Dari hasil pengujian buzzer dapat disimpulkan bahwa buzzer yang digunakan berfungsi dengan baik, hal tersebut dapat dilihat pada tabel 4.3 di atas. Pada saat buzzer

diberikan logika 0 dari arduino maka tegangan buzzer akan bernilai 0 v dan buzzer dalam keadaan mati sedangkan saat diberi logika 1 tegangan buzzer akan bernilai 5 V dan buzzer akan dalam keadaan hidup dan berbunyi.

5. Hasil pengujian modul sensor suhu max6675

Pengujian modul sensor suhu max6675 bertujuan untuk mengetahui tingkat akurasi dan keakuratan dari modul yang digunakan. Setelah dilakukan pengujian maka didapatkan hasil seperti tabel 4.4 berikut:

Tabel 4.4 Hasil pengujian Modul Max6675

No	Hasil pengukuran termometer (°C)	Hasil pengukuran modul Max6675 (°C)
1	30	30,5
2	40	40,0
3	50	50,5
4	60	60,25
5	70	70,5
6	80	81,0
7	90	90,75
8	100	100,25
9	110	110,5
10	120	120,7
11	130	131,25
12	140	140,75
13	150	151,5
14	160	161,25
15	170	171,0

Dari hasil pengujian tersebut perbedaan paling besar adalah pada saat termometer mengukur suhu 150°C, sedangkan modul sensor mengukur sebesar 151,5°C atau selisih sebesar 1,5°C. namun secara umum hasil pengukuran modul

senor max6675 tidak beda jauh dengan termometer jadi dapat disimpulkan bahwa modul sensor max667 dapat digunakan pada sistem yang dirancang.

6. Pengujian keseluruhan sistem

Setelah dilakukan pengujian satu persatu komponen yang digunakan maka tahap selanjutnya adalah pengujian secara keseluruhan dari komponen tersebut sebagai suatu sistem. Dari pengujian keseluruhan sistem maka didapatkan hasil seperti tabel 4.5 di bawah ini:

Tabel 4.5 Pengujian Keseluruhan Sistem

No	Waktu Sterilisasi (Menit)	Tegangan Input Blower (Volt)	Modul sensor max6675	Tegangan Input AC Dimmer	Output PWM AC Dimmer	Timer (Buzzer)
1	1	200 V	35.0 C	220 V	25 Hz	0 V
2	10	120 V	170.0 C	220 V	72 Hz	0 V
3	20	123 V	171.0 C	220 V	70 Hz	0 V
4	30	127 V	172.0 C	220 V	71 Hz	0 V
5	40	127 V	172.0 C	220 V	69 Hz	0 V
6	50	127 V	172.0 C	220 V	70 Hz	0 V
7	60	124 V	171.0 C	220 V	70 Hz	5 V

Dari hasil pengujian keseluruhan sistem dapat terlihat jika seluruh komponen dapat bekerja sesuai fungsi masing-masing. Tegangan blower paling besar adalah pada saat pertama kali dihidupkan dan suhu belum mencapai set point. Error pada pengendalian suhu paling besar adalah 2^o C atau 1,1 %, karena error maksimal pada penelitian ini adalah 5,9 % maka pada pengujian keseluruhan sistem ini dapat disimpulkan jika pengendalian suhunya telah

berhasil. Sedangkan buzzer memiliki tegangan 0 V sejak pertama kali dihidupkan, namun pada menit ke 60 tegangan buzzer tiba-tiba menjadi 5 V, hal tersebut terjadi karena proses sterilisasi telah selesai dan buzzer akan aktif dan memberikan peringatan jika proses sterilisasi telah selesai.

B. Hasil Perancangan dan Pengujian Software

Program untuk sistem sterilisator dibuat dengan menggunakan aplikasi arduino IDE dengan bahasa pemrograman arduino. Seperti program arduino pada umumnya, pada program untuk sistem sterilisator terdapat dua fungsi utama yaitu void setup dan void loop. Selain 2 fungsi tersebut juga terdapat beberapa fungsi lain yang digunakan dalam pembuatan program untuk sistem sterilisasi yang biasa disebut dengan sub program. Tujuan dari pembuatan fungsi lainnya tersebut (sub program) adalah untuk mempermudah pembuatan dan pemahaman program secara keseluruhan.

Dalam pembuatan algoritma program fuzzy logic dibagi menjadi beberapa bagian yaitu fuzzifikasi, pembentukan rule base, dan defuzzifikasi Berikut adalah hasil perancangan algoritma program fuzzy logic yang digunakan.

1. Program untuk fungsi keanggotaan himpunan logika fuzzy variabel error

Variabel error memiliki tiga himpunan, yaitu EN (Error Negatif), N(Nol), dan EP (error positif). Himpunan fuzzy untuk EN memiliki domain $[-10,0]$, N memiliki domain $[-10,0,10]$, dan EP memiliki domain $[0,10]$

```

void keanggotan_error (){
if (esuhu <=-10)
    {suhu_error [0] = 1;}
else if (esuhu >= -10 && esuhu <= 0)
    {suhu_error [0]= (0-esuhu)/ (0+10);}
else
    {suhu_error [0]=0;}

```

List program di atas adalah program untuk himpunan fuzzy EN dan dapat diartikan jika error pada suhu lebih kecil atau sama dengan -10 maka EN akan bernilai 1, jika error pada suhu lebih besar dari atau sama dengan -10 dan lebih kecil atau sama dengan 0 maka nilai EN adalah 0 dikurangi dengan besarnya nilai error pada suhu dan dibagi dengan 0 ditambah 10, sedangkan jika error suhu memiliki nilai berbeda dengan dua keadaan diatas maka EN akan bernilai 0.

```

if (esuhu <=-10)
    {suhu_error[1]= 0;}
else if (esuhu >= -10 && esuhu <=0)
    {suhu_error[1]=(esuhu +10)/ (10);}
else if (esuhu >= 0 && esuhu <=10)
    {suhu_error [1]= (0-esuhu)/ (10);}
else if (esuhu >= 10)
    {suhu_error[1]= 0;}

```

List program di atas adalah program untuk himpunan fuzzy N dan dapat diartikan jika error pada suhu lebih kecil dari atau sama dengan -10 maka N akan bernilai 0, jika error suhu memiliki nilai antara -10 sampai dengan nilai N sama dengan error suhu ditambah 10 dan dibagi dengan 10, jika

error suhu diantara 0 sampai dengan 10 maka nilai N adalah 0 dikurangi nilai error suhu dan dibagi dengan 10, sedangkan jika error suhu lebih besar dari 10 maka nilai N adalah 0.

```
if (esuhu <= 0)
    {suhu_error[2]= 0;}
else if (esuhu >= 0 && esuhu <=10)
    {suhu_error[2]= (esuhu-0)/ (10);}
else if (esuhu >= 10)
    {suhu_error[2]=1;}}
```

Program di atas adalah program untuk EN dan dapat diartikan jika nilai error suhu lebih kecil atau sama dengan nol maka EN akan bernilai 0, jika nilai error suhu berada antara 0 sampai dengan 10 maka nilai EN adalah nilai error suhu dikurang dengan 0 dan dibagi dengan 10, dan jika nilai error suhu lebih besar dari 10 maka nilai EN adalah 1.

2. Program untuk fungsi keanggotaan himpunan logika fuzzy variabel delta error

Variabel delta error memiliki empat buah himpunan yaitu NB(negatif besar), NK(negatif kecil), Z(zero), dan P(positif). Berikut program yang digunakan untuk menggambarkan setiap himpunan yang terdapat pada delta error yang terdapat pada sub program keanggotaan_deltaError:

```
void keanggotaan_deltaError (){
    if (dsuhu <=-12)
        {suhu_derror[0]=1;}
    else if (dsuhu >= -12 && dsuhu <=-10) // -6 smp -5
        {suhu_derror[0]=(-10 - dsuhu)/(-10+12);}
```

```
else if (dsuhu >= -10)
    { suhu_derror[0]=0;}
```

Program di atas adalah program untuk NB dan secara ringkas dapat diartikan jika delta error suhu lebih kecil atau sama dengan 12 maka NB akan bernilai 1, jika delta error suhu berada atau sama dengan -12 sampai dengan -10 maka nilai NB adalah -10 dikurangi delta error suhu dibagi dengan -10 ditambah 12, sedangkan jika delta error suhu lebih besar dari atau sama dengan -10 maka nilai NB adalah 0

```
if (dsuhu <=-12)
    {suhu_derror[1]=0;}
else if (dsuhu >= -12 && dsuhu <=-10)
    {suhu_derror[1]=(dsuhu + 12)/(-10+12);}
else if (dsuhu >= -10 && dsuhu <=0)
    {suhu_derror[1]= (0-dsuhu)/(0+10);}
else if (dsuhu >= 0)
    {suhu_derror[1]=0;}
```

Program di atas adalah program untuk NK dan dapat diartikan jika delta error suhu lebih kecil atau sama dengan -12 maka nilai NB adalah 0, jika delta error suhu lebih besar atau sama dengan -12 dan lebih kecil atau sama dengan -10 maka nilai NK adalah delta error suhu ditambah 12 dan dibagi -10 ditambah 12, jika nilai delta error suhu lebih besar dari -10 dan lebih kecil dari 0 maka nilai NB adalah 0 dikurangi delta error suhu dibagi dengan 0 ditambah 10, dan jika delta error suhu lebih besar dari atau sama dengan 0 maka nilai NK adalah 0.

```
if (dsuhu <= -10)
```

```

        {suhu_derror[2]=0;}
    else if (dsuhu >= -10 && dsuhu <=0)
        {suhu_derror[2]=(dsuhu + 10)/(10);}
    else if (dsuhu >= 0 && dsuhu <= 10)
        {suhu_derror[2]= (10-dsuhu)/(10);}
    else if (dsuhu >= 10)
        {suhu_derror[2]=0;}

```

Program di atas adalah program untuk mencari nilai Z (zero) dan dapat diartikan jika delta error suhu lebih besar atau sama dengan -10 maka nilai Z adalah 0, jika delta error suhu antara -10 sampai dengan 0 maka nilai Z adalah delta error suhu ditambah 10 dibagi dengan 10, jika error suhu berada antara 0 sampai dengan 10 maka nilai Z adalah 10 dikurangi nilai delta error suhu dan dibagi dengan 10, dan jika nilai delta error suhu lebih besar dari 10 maka nilai Z adalah 0.

```

    if (dsuhu <=0)
        {suhu_derror[3]=0;}
    else if (dsuhu >= 0 && dsuhu <=10)
        {suhu_derror[3]=(dsuhu - 0)/(10-0);}
    else if (dsuhu >= 10)
        {suhu_derror[3]=1;}

```

List program di atas adalah program untuk mengetahui dan mencari nilai P (positif) pada dasarnya penjelasan program tersebut hampir sama dengan program-program sebelumnya.

3. Program Rule base dan inferensi

Jumlah kombinasi antara himpunan fuzzy pada variabel error suhu dengan variabel delta error suhu adalah 12 kombinasi, sehingga jumlah aturan fuzzy yang digunakan adalah 12

Berikut adalah list program yang digunakan untuk pembuatan rule base fuzzy dan inferensi yang digunakan :

```
void RuleEvaluation(){
int i, j;
for ( i=0; i<=2; i=i+1)//3
{ for ( j=0; j<=3; j=j+1)//3
{ temp = min(suhu_error[i],suhu_derror[j]);
rules [i][j] = temp;}
}
rule0 = rules [0][0]; rule1 = rules [0][1]; rule2 = rules [0][2]; rule3
= rules [0][3]; rule4 = rules [1][0]; rule5 = rules [1][1]; rule6 =
rules [1][2]; rule7 = rules [1][3]; rule8 = rules [2][0]; rule9 = rules
[2][1]; rule10 = rules [2][2]; rule11 = rules [2][3];
}
```

4. Program defuzzifikasi

Tahapan terakhir dari penggunaan logika fuzzy adalah defuzzifikasi dan teknik defuzzifikasi yang digunakan pada penelitian ini adalah pusat grafitasi. Berikut list program untuk proses defuzzifikasi:

```
void Defuzzyfikasi ()
{
RuleEvaluation(); float ssl=110; float sl = 90.0; float l = 60.0; float
s = 40.0; float c = 25.0;
```



```

defuzzy=(rule0*c)+(rule1*s)+(rule2*s)+(rule3*s)+
(rule4*c)+(rule5*sl)+(rule6*l)+(rule7*ssl)+
(rule8*sl)+(rule9*sl)+(rule10*ssl)+(rule11*ssl);
firing = rule0+rule1+rule2+rule3+rule4+rule5+rule6+
rule7+rule8+rule9+rule10+rule11;
defuzzy1 = defuzzy / firing;
}

```

```

File Edit Sketch Tools Help
TA_10-11-18
#include <max6675.h>
#include <LiquidCrystal.h>
#include <Wire.h>
#include <EEPROM.h>
#include "RTClib.h"
RTC_DS1307 RTC;

const int rs = 12, en = 11, d4 = 5, d5 = 4, d6 = 3, d7 = 10;
LiquidCrystal lcd(rs, en, d4, d5, d6, d7);

int AC_LOAD = 9;
int dimming = 128; // Dimming level (0-128) 0 = ON, 128 = OFF
int thermoDO = 6;
int thermoCS = 7;
int thermoCLK = 8;
MAX6675 thermocouple(thermoCLK, thermoCS, thermoDO);

int setpoint = 170;

float esuhu, dsuhu, temp, defuzzy, defuzzy1, error1 ;
float suhu_error [3];
float suhu_derror [4];
float rules [3][4];
float rule0, rule1, rule2, rule3, rule4, rule5, rule6, rule7, rule8, rule9, rule10, rule11;
float firing=0;
int almt_jam=0;
int almt_menit=1;
int kondisi=0;
int a;

Compiling sketch...

```

Gambar 4.10 Tampilan Sebagian Program Sistem Sterilisasi

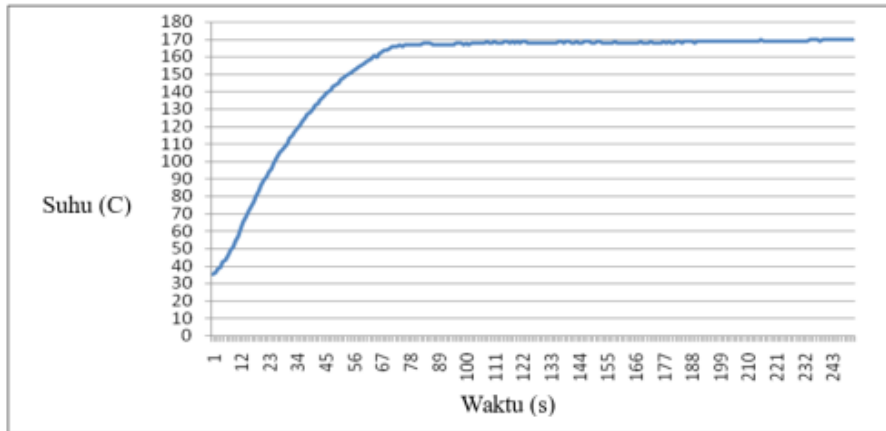
Gambar di atas adalah contoh program pada saat program di compile. Setelah proses compile atau compiling selesai dan tidak terdapat kesalahan pada program, proses selanjutnya adalah meng-upload program tersebut ke dalam

board arduino uno yang digunakan. Jika program telah di upload, maka cara untuk mengetahui program tersebut benar adalah dengan menjalankan proses sterilisasi. Dari hasil tersebut akan diketahui jika program yang telah dibuat telah sesuai dengan yang diinginkan.

C. Pengujian Sistem Sterilisator Secara Keseluruhan

Setelah pengujian secara hardware dan Software dilakukan, pengujian terakhir yang dilakukan adalah pengujian sistem sterilisator secara keseluruhan. Dalam pengujian ini akan dilihat kemampuan sistem dalam mengatur suhu dalam proses sterilisasi. Pengujian proses sterilisasi dilakukan 5 kali percobaan, 3 diantaranya menggunakan sistem yang sesuai rancangan. 1 percobaan akan menggunakan sistem kendali on-off untuk mengetahui perbandingan dengan sistem yang dirancang, sedangkan 1 percobaan lainnya akan diberikan gangguan untuk mengetahui karakteristik sistem yang dibuat terhadap gangguan. Setiap pengujian dilakukan selama 1 jam dan suhu sterilisator akan dicatat setiap 1 detik.

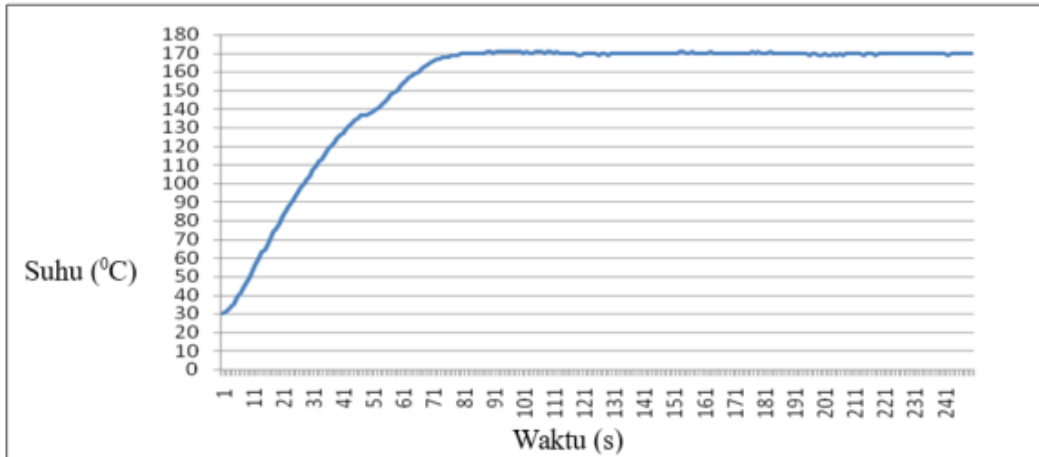
1. Pengujian Pertama



Gambar 4.11 Hasil Pengujian Pertama Kestabilan Suhu Sterilisator

Pada pengujian yang pertama didapatkan suhu proses sterilisasi seperti pada gambar 4.11 di atas. Waktu yang dibutuhkan sistem agar suhu proses sterilisasi mencapai set point adalah 234 detik. Setelah mencapai set point suhu proses sterilisasi cukup stabil di kisaran set point tersebut. Pada pengujian pertama sistem tidak mengalami overshoot sedangkan nilai error steady state sebesar 1,7%. Sedangkan kinerja komponen-komponen pada pengujian pertama adalah sebagai berikut:

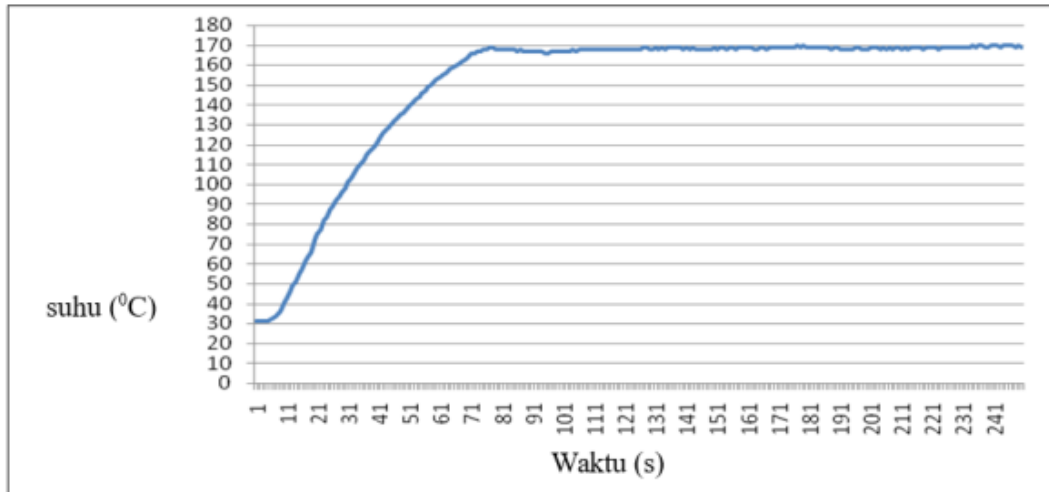
2. Pengujian Kedua



Gambar 4.12 Hasil Pengujian kedua Kestabilan Suhu Sterilisator.

Pada pengujian kedua didapatkan hasil seperti gambar 4.12. waktu yang dibutuhkan sistem agar suhu proses sterilisasi mencapai set point adalah 80 detik. Waktu tersebut cukup berbeda jauh dengan percobaan pertama yang membutuhkan waktu 234 detik. Jadi selisih antara percobaan pertama dan kedua adalah 154 detik. Walaupun waktu tersebut cukup singkat, namun pada percobaan kedua ini sistem mengalami overshoot sebesar 0,5% karena setelah mencapai set point suhu proses sterilisasi terus naik hingga 171°C . sedangkan nilai error steady state pada percobaan kedua ini lebih kecil dari pada percobaan yang pertama yaitu 0,5%. Kinerja komponen-komponen pada pengujian yang kedua adalah sebagai berikut:

3. Pengujian Ketiga



Gambar 4.13 Hasil Pengujian ketiga Kestabilan Suhu Sterilisator.

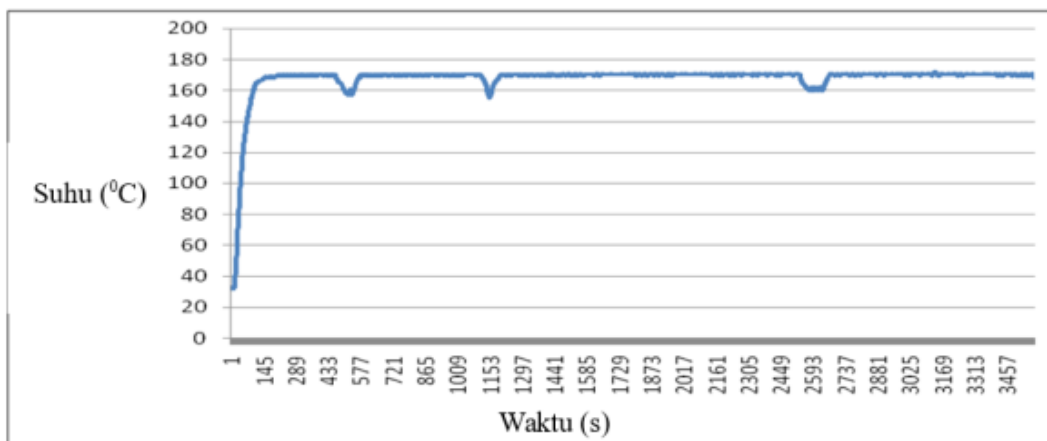
Pada pengujian ketiga didapatkan hasil seperti gambar 4.13. pada percobaan ketiga ini waktu yang dibutuhkan sistem agar suhu sistem sterilisasi mencapai set point adalah 230 detik. Pada percobaan ketiga ini sistem juga tidak mengalami overshoot atau nilai overshoot sistem adalah 0 (nol). Sedangkan nilai error steady state pada percobaan ketiga ini adalah 1,1%.

Setelah melakukan pengujian sebanyak tiga kali dan didapatkan hasil seperti di atas, dapat disimpulkan sistem sterilisasi peralatan medis berbasis arduino uno yang dirancang menggunakan fuzzy logic tidak mengalami permasalahan pada setiap komponen yang digunakan karena setiap komponen tersebut dapat berfungsi sebagai mana mestinya dan tidak terjadi error satu kali pun dari 3 kali percobaan yang telah dilakukan. Sedangkan dalam sisi Software atau perangkat lunak, sistem yang dirancang juga tidak mengalami masalah. walaupun dari 3 kali percobaan

di atas terdapat beberapa perbedaan antara percobaan pertama, kedua, dan ketiga namun perbedaan tersebut tidak terlalu besar dan masih masuk dalam batas toleransi. Dari hasil penelitian ini juga dapat diketahui jika nilai rise time suatu sistem akan mempengaruhi nilai overshoot sistem tersebut. Hal tersebut tentunya telah sesuai dengan teori-teori yang bersangkutan dalam proses sistem kendali.

4. Pengujian Dengan Gangguan

Setelah dilakukan pengujian sebanyak tiga kali dengan keadaan normal, pada pengujian keempat akan diberikan gangguan. Gangguan tersebut bertujuan untuk melihat kemampuan sistem dalam menghadapi gangguan yang diterima. Gangguan yang diberikan berupa penurunan suhu di dalam box sterilisator secara paksa. Setelah dilakukan pengujian maka didapatkan hasil seperti gambar berikut ini:



Gambar 4.14 Pengujian Dengan Gangguan

Selama proses sterilisasi berlangsung atau sekitar satu jam, gangguan yang diberikan sebanyak tiga kali. Gangguan pertama menyebabkan suhu proses sterilisasi turun hingga di bawah 1600 C terjadi pada detik ke 460 saat proses sterilisasi, namun dalam beberapa saat sistem dapat

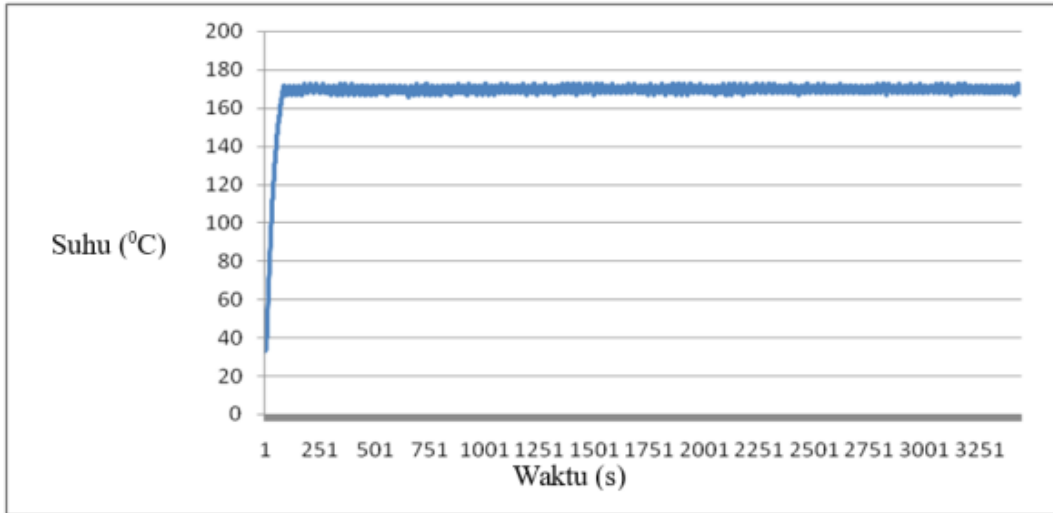
mengatur kembali agar suhu proses sterilisasi kembali mencapai set point pada detik 578. Setelah mencapai set point untuk kedua kalinya sistem tidak mengalami overshoot. Gangguan kedua diberikan pada detik ke 1114 dan suhu kembali mencapai set point pada detik ke 1200. Sedangkan gangguan ketiga diberikan pada detik ke 2536 dan suhu kembali mencapai set point pada detik ke 2666.

Dari pengujian keempat atau pengujian dengan gangguan ini dapat disimpulkan jika sistem yang dirancang dapat mengatasi gangguan yang diberikan. dari tiga kali gangguan yang diberikan sistem dapat kembali mencapai set point dan stabil.

18

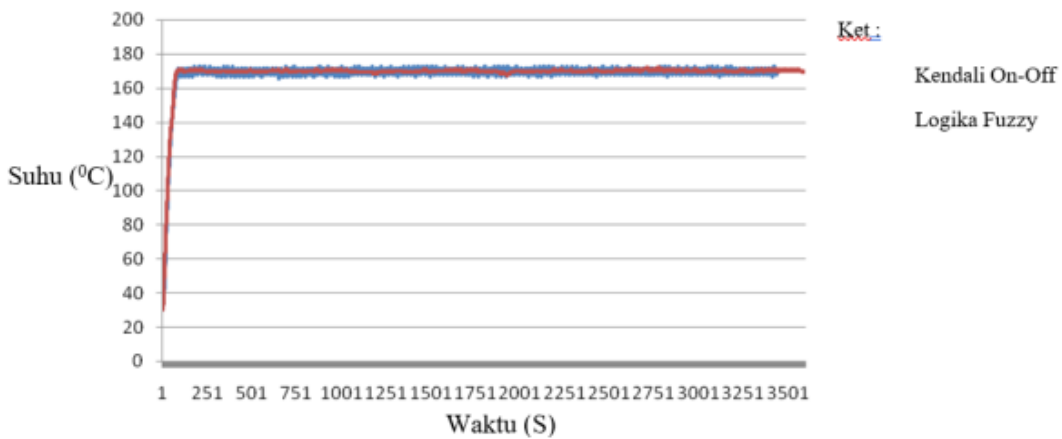
5. Pengujian Dengan Sistem Kendali on-off

Dalam sistem kendali on-off, elemen pembangkit hanya mempunyai dua keadaan yaitu on dan off. Karena kerjanya yang on-off, hasil pengendalian kendali on-off akan menyebabkan process variable yang bergelombang (Ogata, 1984). Misal sinyal keluaran kontroler adalah $u(t)$ dan sinyal pembangkit kesalahan (dead band) adalah $e(t)$. Pada kendali on-off, sinyal $u(t)$ akan tetap pada salah satu nilai maksimum atau minimum tergantung pada sinyal pembangkit kesalahan positif atau negatif sedemikian rupa. Dalam pengujian sistem sterilisator panas kering juga digunakan sistem kendali on-off untuk membandingkan dengan sistem kendali yang menggunakan logika fuzzy. Berikut adalah hasil pengujian dengan sistem kendali on-off:



Gambar 4.15 Pengujian dengan sistem kendali on-off

Dari gambar di atas dapat dilihat hasil dari pengendali on off dalam mengendalikan suhu pada sterilisator peralatan medis. Setelah melakukan pengujian terhadap sterilisator peralatan medis yang menggunakan logika fuzzy dan menggunakan sistem kendali on-off, berikut perbedaan dari hasil pengujian tersebut:



Gambar 4.16 Perbandingan kendali logika fuzzy dengan kendali on-off

Pada dasarnya sistem kendali on-off lebih sederhana dari pada sistem kendali yang menggunakan logika fuzzy.

Waktu yang dibutuhkan pada kendali on-off mencapai set point adalah 81 detik, nilai yang sama pada sistem kendali yang menggunakan logika fuzzy. Namun hasil pengendalian sistem kendali on-off tidak stabil seperti hasil pengendalian sistem yang menggunakan logika fuzzy. Dari gambar 4.15 di atas dapat dilihat jika suhu yang dikendalikan menggunakan logika fuzzy lebih stabil berada di sekitar set point yaitu 170°C . Sistem kendali on-off lebih responsif dari pada sistem kendali yang menggunakan logika fuzzy. Ketika suhu proses sterilisasi mencapai set point sistem kendali on-off akan langsung mematikan blower walaupun begitu sistem kendali on-off memiliki overshoot yang lebih besar dari sistem kendali yang menggunakan logika fuzzy. Setelah suhu proses sterilisasi turun dan berada di bawah set point sistem kendali on-off kembali menghidupkan blower dan suhu akan kembali naik hingga mencapai set point. Dengan prinsip kerja sistem kendali on-off seperti tersebut menyebabkan nilai error steady state lebih besar dari pada sistem kendali yang menggunakan logika fuzzy.

D. Hasil Uji Kelayakan

Setelah melakukan uji kelayakan di dua puskesmas yang terdapat di Panam kota Pekanbaru yaitu Puskesmas Simpang baru dan Puskesmas Sidomulyo Rawat Jalan. Uji kelayakan tersebut bertujuan untuk mengetahui tingkat simplicity, interactivity, usability sistem yang dibuat. Pada kuesioner penelitian uji kelayakan yang diajukan untuk mengetahui simplicity terdapat 4 buah pertanyaan, sedangkan untuk mengetahui interactivity dan usability

masing-masing memiliki 3 pertanyaan. Dalam menjawab pertanyaan tersebut disediakan beberapa opsional, yaitu sangat tidak penting, tidak penting, cukup, penting, dan sangat penting.

Pada uji kelayakan yang dilakukan di Puskesmas Simpang Baru Panam, kuesioner penelitian tentang uji kelayakan di jawab oleh ibu Darmiana. STr. Keb. dan didapatkan hasil seperti tabel berikut:

Tabel 4.6 Hasil Uji Kelayakan Di Puskesmas Simpang Baru, Panam, Pekanbaru.

No	Pertanyaan	Skala				
		1	2	3	4	5
SIMPLICITY						
1	Sistem sterilisator panas kering menggunakan <i>fuzzy logic</i> ini memiliki fitur-fitur yang sederhana				√	
2	Fitur-fitur pada sistem sterilisator panas kering ini tidak menyulitkan pengguna, semua jelas dan mudah dipahami					√
3	Bentuk desain alat yang sederhana dan ukuran yang tidak terlalu besar, sehingga bisa diletakkan di dalam suatu ruangan					√
4	Sistem sterilisator panas kering ini lebih praktis dan efisien dan bisa dioperasikan oleh tenaga kesehatan					√
INTERACTIVITY						
1	Saat proses sterilisasi berlangsung akan ada informasi tentang tingkat kesterilan alat yang ditampilkan di LCD				√	
2	Untuk memulai sterilisasi cukup dengan menekan satu tombol saja (tombol start)				√	
3	Saat proses sterilisasi selesai maka ada informasinya yang tampil di LCD					√
USABILITY						
1	Cara mengoperasikan sistem sterilisator ini tidak sulit dan mudah dipahami					√

2	Walaupun suhu sterilisator tinggi namun tetap aman digunakan					√
3	Sistem sterilisator ini bisa diterapkan dalam mensterilkan peralatan medis					√

Dari uji kelayakan yang diadakan di Puskesmas Simpang Baru, 3 dari 4 pertanyaan mengenai simplicity mendapat penilaian “sangat Penting”, sedangkan 1 pertanyaan lainnya mendapatkan penilaian “penting”. 2 dari 3 pertanyaan mengenai interactivity mendapatkan penilaian “penting” sedangkan 1 pertanyaan lainnya dinilai “sangat penting”. 3 dari 3 pertanyaan mengenai usability mendapatkan penilaian “sangat penting”.

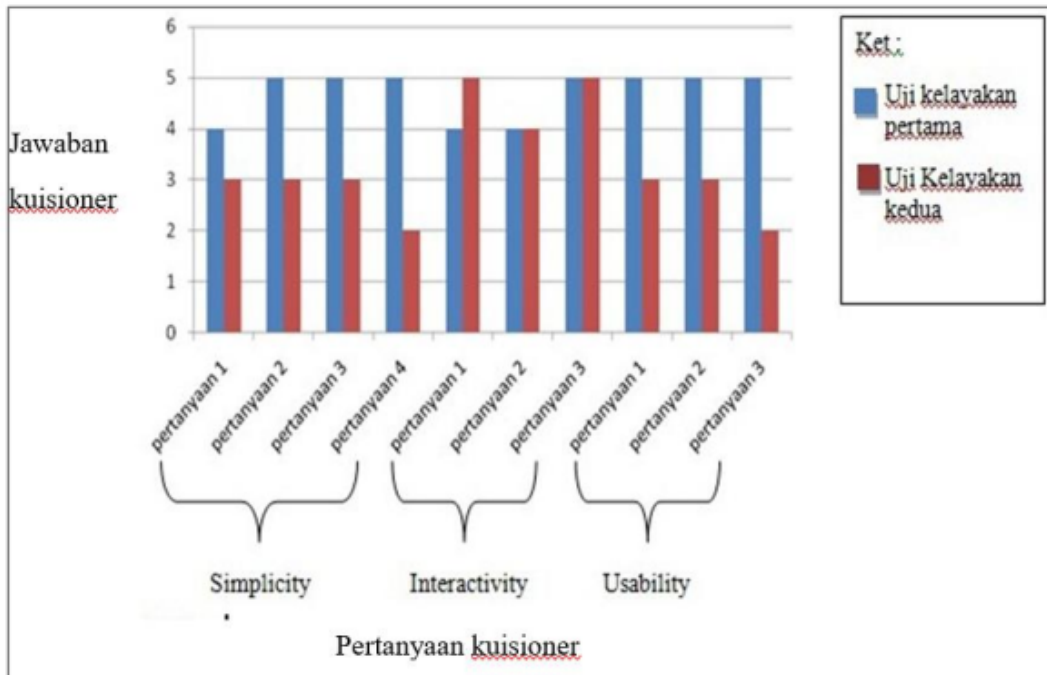
Pada uji kelayakan yang dilakukan di Puskesmas Sidomulyo Rawat Jalan Panam, kuesioner penelitian tentang uji kelayakan di jawab oleh ibu Ridhawati Yusra SST dan didapatkan hasil seperti tabel berikut:

Tabel 4.7 Hasil Uji Kelayakan Di Puskesmas Sidomulyo Rawat Jalan, Panam, Pekanbaru.

No	Pertanyaan	Skala				
		1	2	3	4	5
SIMPLICITY						
1	Sistem sterilisator panas kering menggunakan <i>fuzzy logic</i> ini memiliki fitur-fitur yang sederhana			√		
2	Fitur-fitur pada sistem sterilisator panas kering ini tidak menyulitkan pengguna, semua jelas dan mudah dipahami			√		
3	Bentuk desain alat yang sederhana dan ukuran yang tidak terlalu besar, sehingga bisa diletakkan di dalam suatu ruangan			√		
4	Sistem sterilisator panas kering ini lebih praktis dan efisien dan bisa dioperasikan oleh tenaga kesehatan		√			
INTERACTIVITY						

1	Saat proses sterilisasi berlangsung akan ada informasi tentang tingkat kesterilan alat yang ditampilkan di LCD					√
2	Untuk memulai sterilisasi cukup dengan menekan satu tombol saja (tombol start)				√	
3	Saat proses sterilisasi selesai maka ada informasinya yang tampil di LCD					√
USABILITY						
1	Cara mengoperasikan sistem sterilisator ini tidak sulit dan mudah dipahami			√		
2	Walaupun suhu sterilisator tinggi namun tetap aman digunakan			√		
3	Sistem sterilisator ini bisa diterapkan dalam mensterilkan peralatan medis		√			√

Dari uji kelayakan yang diadakan di Puskesmas Sidomulyo Rawat Jalan, 3 dari 4 pertanyaan mengenai simplicity mendapat penilaian “cukup”, sedangkan 1 pertanyaan lainnya mendapatkan penilaian “ tidak penting”. 2 dari 3 pertanyaan mengenai interactivity mendapatkan penilaian “sangat penting” sedangkan 1 pertanyaan lainnya dinilai “cukup”. 2 dari 3 pertanyaan mengenai usability mendapatkan penilaian “penting”, sedangkan satu lainnya mendapatkan penilaian “tidak penting”. Untuk perbandingan 2 hasil uji kelayakan di atas dapat dilihat pada grafik berikut ini:



Gambar 4.17 Grafik Perbedaan Hasil Uji Kelayakan

Dari grafik di atas dapat dilihat perbedaan pada hasil uji kelayakan. Perbedaan paling besar adalah pada pertanyaan ke-4 mengenai simplicity yang berbunyi “Sistem sterilisator panas kering ini lebih praktis dan efisien dan bisa dioperasikan oleh tenaga kesehatan”. Pada uji kelayakan pertama responden memberikan nilai 5 yang berarti sangat setuju atau mengatakan sistem yang dirancang lebih praktis, efisien, dan bisa dioperasikan oleh tenaga kesehatan. Namun pada uji kelayakan kedua, responden memberikan jawaban yang bertolak belakang dengan jawaban responden pada uji kelayakan pertama. Alasan perbedaan pendapat tersebut tidak diketahui karena pada lembaran kuesioner uji kelayakan hanya diperintahkan untuk memberikan jawaban tanpa mengutarakan alasannya yang merupakan kelemahan pada uji kelayakan yang dilakukan. Perbedaan lainnya yang cukup besar adalah pertanyaan ke-3 mengenai usability.

Dari uji kelayakan tersebut nilai rata-rata untuk simplicity adalah 3,75, nilai rata-rata interactivity adalah 4.5, dan nilai rata-rata untuk usability adalah 3,83. Dapat disimpulkan bahwa alat sterilisator yang dibuat memiliki interactivity yang baik. Walaupun satu pertanyaan pada simplicity mendapatkan jawaban “tidak penting” namun secara keseluruhan simplicity alat yang dibuat sudah melebihi cukup. Begitu juga dengan usability, walaupun satu pertanyaan mendapatkan jawaban “tidak penting” namun secara keseluruhan usability alat yang dibuat juga telah melebihi cukup.

BAB XIII PENUTUP



Penelitian ini telah berhasil merancang sistem kendali suhu berbasis mikrokontroler pada alat sterilisasi peralatan medis tipe panas kering dengan kualitas baik tetapi berbiaya rendah dengan nilai error steady state paling besar 1,1%, nilai rise time paling cepat sebesar 240 detik, dan overshoot paling besar adalah 1,1%.

Fuzzy logic yang digunakan memakai metode sugeno dan memiliki 12 aturan telah mampu menjaga suhu proses sterilisasi untuk tetap stabil disekitaran set point 170°C.

Hasil pengujian kelayakan untuk simplicity mendapat skor 3,7, interactivity mendapat skor 4,5 dan usability mendapat skor 3,5 dengan skala penilaian 5, menunjukkan bahwa alat ini sangat layak untuk digunakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Alex Wenda. (2022). Performance Evaluation Fuzzy Logic Control on Low-Cost Medical Equipment Sterilizer. *JINAV: Journal of Information and Visualization*, 3(1), 71-80.
- Alvarado, C. J. (2000). *The science of hand hygiene: a self-study monograph*. University of Wisconsin Medical School and Sci-Health Communications.
- Batayneh, W. (2015). COMPARATIVE STUDY OF DC MOTOR SPEED CONTROL USING NEURAL NETWORKS AND FUZZY LOGIC CONTROLLER. <http://proceedings.asmedigitalcollection.asme.org/pdfaccess.ashx?url=/data/conferences/asmep/86886/>
- Kemenkes, R. (2018). *Pedoman manajerial pencegahan dan pengendalian infeksi di rumah sakit dan fasilitas pelayanan kesehatan lainnya*.
- Kaur, A. (2012). Comparison between Conventional PID and Fuzzy Logic Controller for Liquid Flow Control: Performance Evaluation of Fuzzy Logic and PID Controller by Using MATLAB/Simulink. In *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (IJITEE)* (Issue 1).

Kemenkes, R. (2014). Kemenkes RI, 2014. Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 118/MENKES/SK/IV/2014 Tentang Kompendium Alat Kesehatan. Menteri Kesehatan RI.

Kemenkes, R. (2017). Peraturan menteri kesehatan Republik Indonesia Nomor 27 Tahun 2017 Tentang Pedoman PPI. Pencegahan Dan Pengendalian Infeksi (PPI).

Mendel, J. M. (2014). General type-2 fuzzy logic systems made simple: A tutorial. *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*, 22(5), 1162-1182. <https://doi.org/10.1109/TFUZZ.2013.2286414>

Precup, R. E., & Hellendoorn, H. (2011). A survey on industrial applications of fuzzy control. In *Computers in Industry* (Vol. 62, Issue 3, pp. 213-226). Elsevier B.V.

<https://doi.org/10.1016/j.compind.2010.10.001>

Rakhmawati, R., Dwi Murdianto, F., & Tabrani Ilman Syah, G. (2018). Performance Evaluation of Speed Controller Permanent DC Motor in Electric bike Using Fuzzy Logic Control System.

Rutala, W. A., & Weber, D. J. (2013). Disinfection and sterilization: An overview. *American Journal of Infection Control*, 41(5 SUPPL.). <https://doi.org/10.1016/j.ajic.2012.11.005>

- Rutala, W. A., & Weber, D. J. (2019). Disinfection, sterilization, and antisepsis: An overview. In *American Journal of Infection Control* (Vol. 47, pp. A3–A9). Mosby Inc. <https://doi.org/10.1016/j.ajic.2019.01.018>
- Taiwo Mubarak, M., Ozsahin, I., & Uzun Ozsahin, D. (2019). Evaluation of Sterilization Methods for Medical Devices.
- Taufik, A., Christian, A., & Asra, T. (2019). Perancangan Sistem Informasi Penjualan Peralatan Kesehatan Dengan Metode Waterfal. *Jurnal Teknik Komputer*, 59–64. <https://doi.org/10.31294/jtk.v4i2>
- VanEpps, J. S., & Younger, J. G. (2016). Implantable device related infection. *Shock* (Augusta, Ga.), 46(6), 597.
- WHO. (2016). Health care without avoidable infections. The Critical Role of Infection Prevention and Control. WHO.
- Education, Revolution “Alphanumeric LCD Display (16x2)”. www.rev-ed.co.uk/. (accessed Oktober 23, 2017)
- <http://zoniaelektro.net/aplikasi-triac-untuk-rangkaian-dimmer-lampu-ac-220v/> (accessed Oktober 22, 2017)
- <http://elektronika-dasar.web.id/lcd-liquid-cristal-display/> (accessed Oktober 27, 2017)

- Intregated, Maxim. 2014, "Cold Junction Compensated K-Thermocouple to Digital Converter". www.maximintregated.com/. (accessed oktober 22,17)
- J. Scott VanEpps dan John G. Younger, "Implantable Device Related Infection ". PMC,2017
- Kadir, Abdul. 2014, "From Zero To A Pro Arduino", Yogyakarta: ANDI Yogyakarta.
- Kho, Dhikson. "Pengertian Piezoelectric Buzzer dan Cara Kerjanya". www.teknikelektronika.com (accessed februari 14, 2018)
- Kusumadewi,Sri dan Purnomo, Heri. 2013" APLIKASI LOGIKA FUZZY.Edisi 2. Yogyakarta; Graha Ilmu.
- Prawiroredjo, Kiki dan Renato, Calvin, 2015."Alat Strilisasi Kering Dengan Kunci Otomatis Berbasis Mikrokontroller", Universitas Trisakti Primaswara,
- Rizky bian dkk, 2016. "Data Logger Temperature Meter Pada Sterilisator Kering"
- Putra, Prayudini, 2015. "Modifikasi Sterilisator Basah Berbasis Mikrokontroller AVR ATMEGA8535", Politeknik Muhammadiyah Yogyakarta.
- Rahardjo, Pratolo. 2010. " Sistem Pengendali Temperatur Untuk Proses Sterilisasi Alat-Alat Medis", Universitas Udayana.
- Rocketry, AIAA OC. "Arduino Uno Overview". www.aiaacrocketry.org/. (accessed Oktober 20, 2017)
- Tantono, 2016. "Perancangan Alat Sterilisator Menggunakan Ultraviolet dan Panas

Kering", Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
Wikipedia. "Fan heater". en.wikipedia.org/. (accessed
February 14, 2019) World Health Organization, 2016
,"Health care without avoidable infections".
Zeinhard, Zefni. 2013,"Sterilisator Basah Menggunakan
ATMega8535 " Universitas Sanata Dharma
Yogyakarta

Perancangan sterilisator

ORIGINALITY REPORT

25%

SIMILARITY INDEX

25%

INTERNET SOURCES

13%

PUBLICATIONS

%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	www.slideshare.net Internet Source	2%
2	vdokumen.com Internet Source	1%
3	ojs.stmikpringsewu.ac.id Internet Source	1%
4	www.mdp.ac.id Internet Source	1%
5	ar.scribd.com Internet Source	1%
6	jurnal.ahmar.id Internet Source	1%
7	doku.pub Internet Source	1%
8	repository.ipb.ac.id Internet Source	1%
9	ijns.org Internet Source	1%
10	enreanalok.wordpress.com Internet Source	1%
11	repo.darmajaya.ac.id Internet Source	1%
12	beninglarashati.files.wordpress.com Internet Source	1%
13	pdfcoffee.com Internet Source	1%

14	e-jurnal.lppmunsera.org Internet Source	1 %
15	eprints.binadarma.ac.id Internet Source	1 %
16	ejurnal.undana.ac.id Internet Source	1 %
17	idoc.pub Internet Source	1 %
18	es.scribd.com Internet Source	1 %
19	id.scribd.com Internet Source	1 %
20	jurnal.unprimdn.ac.id Internet Source	1 %
21	core.ac.uk Internet Source	1 %
22	dspace.uii.ac.id Internet Source	1 %
23	repository.untag-sby.ac.id Internet Source	1 %
24	cosphijournal.unisan.ac.id Internet Source	1 %

Exclude quotes On

Exclude bibliography On

Exclude matches < 1%