

**ANALISIS PRA BLANCHING SISTEM UNTUK
PENGOLAHAN SAYUR MAYUR**

Skripsi

**Untuk memenuhi persyaratan mencapai derajat Sarjana S1
Pada Jurusan Teknik Mesin Universitas Sultan Ageng Tirtayasa**



Disusun oleh :

ADITYA FARIS WAHYUDI

3331190038

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
CILEGON-BANTEN**

2024

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda dibawah ini

Nama : Aditya Faris Wahyudi

NPM : 3331190038

Judul Tugas Akhir : ANALISIS PRA BLANCHING SISTEM UNTUK
PENGOLAHAN SAYUR MAYUR

Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

MENYATAKAN

Bahwa tugas akhir ini adalah karya sendiri dan tidak ada duplikat dengan karya orang lain, kecuali untuk yang telah disebutkan sumbernya.

Cilegon, 23 September 2024



Aditya Faris Wahyudi
3331190038

TUGAS AKHIR

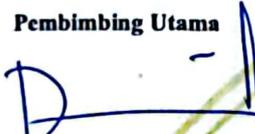
Analisis Pra Blanching Sistem Untuk Pengolahan Sayur Mayur

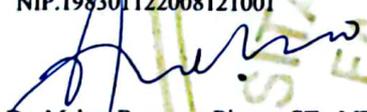
Dipersiapkan dan disusun Oleh :

Aditya Faris Wahyudi
3331190038

telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
pada tanggal, 23 September 2024

Pembimbing Utama


Dr. Dwinanto, ST., MT.
NIP.198301122008121001


Dr. Mekro Permana Pinem, ST., MT.
NIP. 198902262015041002

Anggota Dewan Penguji


Prof. Dr. Eng. Ir. Hendra, S.T., M.T
NIP.197311182003121000


Sidik Susilo, S.T., M.Sc.
NIP. 198806052019031006


Dr. Dwinanto, ST., MT.
NIP.198301122008121001


Dr. Mekro Permana Pinem, ST., MT.
NIP. 198902262015041002

Tugas Akhir ini sudah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik


Tanggal: 24 Oktober 2024
Ketua Jurusan Teknik Mesin UNTIRTA
Ir. Dhimas Satria, S.T., M.Eng.
NIP. 198305102012121006

KATA PENGANTAR

Puji serta Syukur Penulis dipanjatkan Ke Hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas berkat Rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat membuat dan Menyusun laporan proposal Tugas Akhir ini. Laporan Proposal dengan judul Analisis Blanching Sistem Untuk Pengolahan Sayur Mayur dibuat sebagai salah satu persyaratan yang harus dipenuhi dalam pengajuan Tugas Akhir di Universitas Sultan Ageng Tirtayasa. Pada Proposal Tugas Akhir ini mendapat bimbingan, arahan, serta bantuan dari berbagai pihak. Dengan itu penulis ucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya, Khususnya kepada ;

1. Bapak Dhimas Satria, S.T., M.Eng., sebagai Ketua Jurusan Teknik Mesin FT. UNTIRTA
2. Bapak Yusvardi Yusuf, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing akademik jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
3. Bapak Dr. Dwinanto Sukanto ST., M.Eng., selaku dosen pembimbing I yang telah menyediakan waktu, tenaga dan pikiran untuk membimbing penulis dalam penyusunan proposal tugas akhir ini.
4. Bapak Dr. Mekro Permana Pinem, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing II yang telah menyediakan waktu, tenaga dan pikiran untuk membimbing penulis dalam penyusunan proposal tugas akhir ini.
6. Orang Tua saya yang telah mendukung dan mendoakan saya dalam setiap aktivitas dan pembuatan proposal ini.

Laporan yang disusun ini memiliki banyak sekali hambatan dan rintangan yang penulis hadapi, akan tetapi Laporan Proposal ini dapat terwujud berkat banyaknya bantuan dan arahan dari berbagai pihak. Maka dengan itu, penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya pada berbagai pihak yang telah membantu dan mendo`a kan agar penulisan laporan ini dapat diselesaikan. Semoga kebaikan yang sudah dilakukan dapat dibalaskan sebaik-baiknya.

Pada Penulisan Laporan Proposal ini penulis menyadari masih banyak kekurangan dan ketidaksempurnaan baik dalam penyusunan maupun pemaparannya. Dengan itu kritik dan saran sangat membantu dalam

penyempurnaan laporan berikutnya. Akhir kata ucapan terimakasih kepada pembaca penulis sampaikan semoga laporan ini dapat bermanfaat secara luas.

Cilegon, 23 September 2024

Aditya Faris Wahyudi

ABSTRAK

Mesin blanching adalah salah satu peralatan yang umum digunakan dalam industri pengolahan makanan, terutama dalam pengolahan buah, sayuran, dan kacang-kacangan Tujuan utama dari blanching adalah untuk mempersiapkan bahan makanan untuk proses pengolahan lebih lanjut, seperti pengemasan, pengeringan, atau pembekuan, dengan mengurangi aktivitas enzim dan mempertahankan warna, tekstur, serta nilai gizi dari bahan makanan. Metode penelitian yang adalah metode eksperimen dilakukan dengan pembuatan mekanisme pemanas, dilanjutkan pengujian dari setiap variasi pemanas yang digunakan. Sehingga diketahui temperatur maksimal yang dapat dihasilkan serta waktu dan biaya yang dibutuhkan untuk mencapai temperatur kerja 60°C dan temperatur kerja maksimal. Temperatur kerja maksimal yang dihasilkan mekanisme 1 sebesar 61,4°C dengan waktu 720 menit dan serta biaya yang dibutuhkan sebesar Rp29.000 dan membutuhkan waktu selama 450 menit dengan biaya sebesar Rp18,375 untuk mencapai temperatur kerja 60°C. Temperatur kerja maksimal yang dihasilkan mekanisme 2 sebesar 75,6°C dengan waktu 480 menit dan serta biaya yang dibutuhkan sebesar Rp24.000 dan membutuh waktu selama 140 menit dengan biaya sebesar Rp8.388 untuk mencapai temperatur kerja 60°C. Temperatur kerja maksimal yang dihasilkan mekanisme 3 sebesar 86,4°C dengan waktu 240 menit dan serta biaya yang dibutuhkan sebesar Rp21.800 dan membutuh waktu selama 69 menit dengan biaya sebesar Rp6.267 untuk mencapai temperatur kerja 60°C dimana mekanisme ini memiliki temperatur kerja maksimal paling tinggi dan biaya paling rendah dikarenakan waktu kerja yang dibutuhkan lebih singkat sehingga mengkonsumsi energi lebih sedikit.

Kata Kunci : *Blanching, Cost, Temperatur, Waktu*

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
KATA PENGANTAR	ii
ABSTRAK	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Kerja Penelitian.....	2
1.4 Manfaat Penelitian.....	2
1.5 Batasan Masalah.....	2
1.6 Sistematika Penelitian	3
BAB II TEORI DASAR	
2.1 Blanching	4
2.2 Pemanas Elektrik.....	5
2.3 Pemanas Gas	5
2.4 Perpindahan panas.....	6
2.4.1 Perpindahan Panas Konduksi	7
2.4.2 Perpindahan Panas Konveksi	7
2.5 <i>Miniature Circuite Breaker</i> (MCB)	8
2.6 <i>Contactora</i>	9
2.7 Thermostat Digital.....	10
2.8 Rumus Yang Digunakan	11
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Diagram Alir Penelitian	12
3.2 Skematik Diagram Alat.....	13
3.3 Rangkaian Alat.....	13

3.4	Prosedur Pengujian.....	15
3.5	Alat dan Bahan Pengujian	16
3.4.1	Alat	16
3.4.2	Bahan.....	19
BAB IV DATA DAN ANALISA		
4.1	Kalibrasi Alat	20
4.2	Data Hasil Pengujian	20
4.3	Diagram Perbandingan Waktu Kerja	23
4.4	Grafik Perbandingan Kenaikan Temperatur.....	23
4.5	Pengujian Mempertahankan Temperatur Kerja	24
4.6	Analisa Biaya	25
4.7	Analisa Percobaan	29
BAB V PENUTUP		
5.1	Kesimpulan.....	30
5.2	Saran.....	30
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		

DAFTAR TABEL

Tabel			Halaman
Tabel	3.1	Spesifikasi Pemanas Berbahan Bakar Gas.....	11
Tabel	3.2	Spesifikasi Pemanas Elektrik.....	12
Tabel	3.3	Spesifikasi Mesin <i>Blanching</i>	13
Tabel	4.1	Hasil Sebelum Kalibrasi Thermostat.....	20
Tabel	4.2	Hasil Setelah Kalibrasi Thernostat.....	20
Tabel	4.3	Biaya yang dibutuhkan untuk mencapai temperatur kerja 60°C dam temperatur kerja maksimal.....	27

DAFTAR GAMBAR

Gambar		Halaman
Gambar	2.1 Mesin <i>Blanching</i>	4
Gambar	2.2 <i>Water Heater</i>	5
Gambar	2.3 Pemanas Gas.....	6
Gambar	2.4 Perpindahan Panas Konduksi.....	7
Gambar	2.5 Perpindahan Panas Konveksi.....	8
Gambar	2.6 <i>Miniature Circuit Breake</i>	9
Gambar	2.7 <i>Contactator</i>	9
Gambar	2.8 <i>Thermostat Digital</i>	11
Gambar	3.1 Diagram Alir Penelitian.....	12
Gambar	3.2 Skematik Diagram Alat.....	13
Gambar	3.3 Skematik Diagram Rangkaian Alat.....	14
Gambar	3.4 Bak <i>Blanching</i>	17
Gambar	3.5 Pemanas Elektrik.....	17
Gambar	3.6 Kompor Gas.....	18
Gambar	3.7 Gas LPG.....	18
Gambar	3.8 <i>Thermostat Digital</i>	18
Gambar	3.9 Kontaktor.....	19
Gambar	3.10 MCB.....	19
Gambar	4.1 Hasi Kalibrasi <i>Thermostat</i>	20
Gambar	4.2 Grafik Kenaikan Temperatur Mekanisme 1.....	21
Gambar	4.3 Grafik Kenaikan Temperatur Mekanisme 2.....	22
Gambar	4.4 Grafik Kenaikan Temperatur Mekanisme 3.....	22
Gambar	4.5 Diagram Perbandingan Waktu Kerja.....	23
Gambar	4.6 Grafik Perbandingan Kenaikan Temperatur.....	24

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Mesin *blanching* adalah salah satu peralatan yang umum digunakan dalam industri pengolahan makanan, terutama dalam pengolahan buah, sayuran, dan kacang-kacangan. Proses *blanching* ini melibatkan pemanasan singkat bahan makanan dalam air mendidih atau uap panas diikuti dengan pendinginan cepat untuk menghentikan proses pemasakan. Tujuan utama dari *blanching* adalah untuk mempersiapkan bahan makanan untuk proses pengolahan lebih lanjut, seperti pengemasan, pengeringan, atau pembekuan, dengan mengurangi aktivitas enzim dan mempertahankan warna, tekstur, serta nilai gizi dari bahan makanan. Pentingnya mesin *blanching* dalam industri pengolahan makanan menuntut pengembangan dan analisis yang lebih mendalam terhadap kinerja mesin tersebut. Meskipun mesin *blanching* telah menjadi standar dalam banyak fasilitas pengolahan makanan, masih ada ruang untuk peningkatan efisiensi, kualitas produk, dan keamanan pangan. Dalam konteks ini, analisis mesin *blanching* menjadi sangat penting.

Meskipun ada berbagai studi tentang teknik *blanching* dan pengaruhnya terhadap kualitas produk, masih terdapat kekosongan dalam pemahaman yang mendalam tentang kinerja mesin *blanching* itu sendiri. Penelitian terdahulu cenderung lebih fokus pada parameter proses *blanching* dan efeknya terhadap karakteristik produk, namun belum banyak yang membahas secara rinci tentang desain, operasi, dan pengoptimalan mesin *blanching*. Terutama pada proses pemanasan awal hingga mencapai temperatur kerja pada umumnya membutuhkan waktu dan konsumsi daya yang cukup banyak, diperlukan peningkatan efisiensi terkait proses pemanasan awal ini. Sehingga bisa didapatkan proses pemanasan yang singkat dan tidak mengkonsumsi energi yang banyak dan proses produksi bisa dimaksimalkan kapasitas produksinya. Sementara itu disisi lain biaya yang dibutuhkan untuk konsumsi daya dari alat ini dapat juga diperkecil.

1.2 Rumusan Masalah

Sebagai langkah awal dalam penelitian, penulis merumuskan masalah yaitu:

1. Bagaimana perbandingan temperatur maksimal yang dapat dihasilkan setiap mekanisme?.
2. Berapa waktu dan biaya yang dibutuhkan untuk mencapai temperatur kerja dan temperatur kerja maksimal dari setiap mekanisme?

1.3 Tujuan Penelitian

Dalam penelitian ini, penulis memiliki tujuan untuk dicapai di akhir penelitian yaitu:

1. Menganalisis perbandingan temperatur maksimal yang dapat dihasilkan setiap mekanisme..
2. Menganalisis waktu dan biaya yang dibutuhkan untuk mencapai temperatur kerja dan temperatur kerja maksimal dari setiap mekanisme.

1.4 Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan baru tentang faktor-faktor yang mempengaruhi kinerja mesin *blanching* dan memberikan kontribusi terhadap pengembangan teknologi yang lebih canggih dan efisien dalam industri pengolahan makanan. Penelitian ini juga dapat memberikan pedoman praktis bagi produsen dan operator mesin *blanching* untuk meningkatkan efisiensi produksi, mengurangi kerugian, dan meningkatkan kualitas produk.

Dengan demikian, analisis mendalam terhadap mesin *blanching* diharapkan dapat membuka peluang baru untuk inovasi dan peningkatan dalam industri pengolahan makanan, sehingga dapat memenuhi tuntutan pasar yang semakin ketat dan meningkatkan daya saing industri dalam negeri.

1.5 Batasan Masalah

Supaya penelitian ini sesuai dengan yang diharapkan dan tidak melenceng dari tujuan, maka diperukan batasan masalah yaitu:

1. Pemanas yang digunakan yaitu pemanas berbahan bakar gas dan pemanas elektrik dengan daya 2000 watt.
2. Volume air yang digunakan sebesar 132 Liter
3. Temperatur kerja yang akan dicapai adalah 60°C dan temperatur maksimal dari setiap mekanisme pemanas

1.6 Sistematika Penulisan

Dalam penulisan laporan penelitian ini, berikut merupakan sistematika penulisan yang digunakan:

BAB I PENDAHULUAN

Membahas latar belakang, tujuan, manfaat dan batasan masalah dalam proses penelitian ini serta sistematika penulisan laporan yang digunakan.

BAB II TEORI DASAR

Berisikan landasan teori yang mendukung proses penelitian yang dilakukan mulai dari pengertian *blanching* dan jenis sistem pemanas yang digunakan

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Menjelaskan metodologi yang digunakan, alat dan bahan yang diperlukan, serta prosedur pengambilan data.

BAB IV DATA DAN ANALISA

Pada bagian ini membahas analisa dan pengolahan data yang telah diambil dari proses percobaan serta menjelaskan hasil perhitungan yang telah didapat.

BAB V PENUTUP

Pada bagian ini membahas kesimpulan yang diambil dari penelitian serta saran yang dapat diberikan untuk melakukan penelitian serupa

BAB II

TEORI DASAR

2.1 *Blanching*

Blanching merupakan salah satu cara perlakuan pendahuluan yang dilakukan pada temperatur kurang dari 100°C selama beberapa menit, dengan menggunakan air panas atau uap air. *Blanching* biasa dilakukan terhadap sayur-sayuran atau buah-buahan. Proses *blanching* secara umum bertujuan untuk menginaktivasi enzim, melunakkan jaringan, dan mengurangi kontaminasi mikroorganisme yang merugikan [1]. Temperatur *low temperature long time* (LTLT) *blanching* biasanya dilakukan pada kisaran temperatur rendah dan dalam waktu yang lama., temperatur LTLT *blanching* yang digunakan adalah 60, 70, dan 80°C, masing-masing selama 10, 15, dan 20 menit[2].



Gambar 2.1 Mesin *Blanching*

(Sumber : indonesian.automaticfoodprocessingmachines.com)

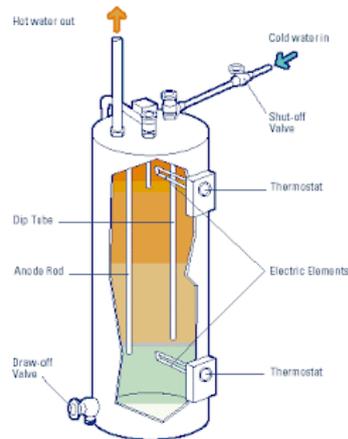
Faktor-faktor yang mempengaruhi produk yang di*blanching*, antara lain jenis buah atau sayur, ukuran pemotongan bahan, metode pemanasan, temperatur *blanching*, dan waktu *blanching* [1]. Waktu *blanching* dapat mempengaruhi nilai gizi bahan. Kerusakan beberapa zat gizi terjadi selama proses *blanching* [3]. Waktu *blanching* umumnya berbeda tergantung dari jenis dan ukuran bahan [4].

2.2 Pemanas Elektrik

Heater merupakan teknologi yang banyak dikembangkan karena *heater* tidak menggunakan api untuk memanaskan benda melainkan dengan menginduksi yang didapat dari arus listrik bolak-balik mengalir melalui koil

yang terbuat dari tembaga [5]. Arus listrik bolak-balik yang di dapat akan menimbulkan medan elektromagnetik yang besarnya berubah-ubah.

Salah satu bentuk kompor pemanas air yang kita temukan dalam kehidupan sehari-hari adalah *heater* induksi [6]. Kompor jenis ini tidak banyak digunakan di Indonesia dan belum ada produsen yang memproduksinya secara masal. Masyarakat di Indonesia masih banyak yang menggunakan kompor berbahan bakar gas yang kini perlahan mulai langka ketersedian gasnya.



Gambar 2.2 *Water Heater*

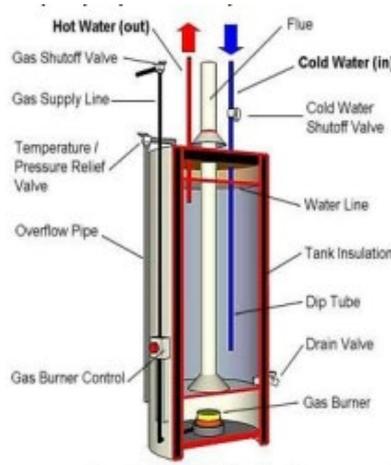
(Sumber : sanfordlegenda.com)

Sebaliknya di negara maju *heater* ini sudah banyak digunakan, terlebih dari cara pemakaian lebih sederhana karena tidak menggunakan bahan bakar gas melainkan menggunakan listrik, *heater* ini menggunakan induksi yang terbuat dari *coil* tembaga yang di aliri arus listrik [7] dan tidak menggunakan api sehingga mengurangi resiko terjadinya kebakaran. *Heater* yang berbasis elektronika daya memiliki keterkaitan erat dengan frekuensi kerja [8]. Nilai tegangan dan arus masukan, dan bentuk benda yang akan dipanaskan. Masing-masing faktor tersebut memiliki pengaruh terhadap karakteristik panas yang dihasilkan. Dengan menggunakan *microcontroller* dan elektronika daya, faktor-faktor tersebut dapat diubah nilainya sehingga memungkinkan untuk pengujian karakteristik panas [9].

2.3 Pemanas Gas

Prinsip kerjanya adalah dengan melewati air melalui pipa-pipa ke

dalam sebuah tangki yang diisolasi sekelilingnya. Kemudian pada bagian bawah tangki tersebut dibakar dengan menggunakan gas, untuk menghasilkan air panas. Untuk memperluas bidang perpindahan panas biasanya ditambahkan sirip-sirip. Perluasan bidang perpindahan panas diperlukan agar input energi lebih besar sehingga temperatur untuk mempercepat perpindahan panas. [10]



Gambar 2.3 Pemanas Air Menggunakan Gas

(Sumber:sanfordlegenda.com)

2.4 Perpindahan Panas

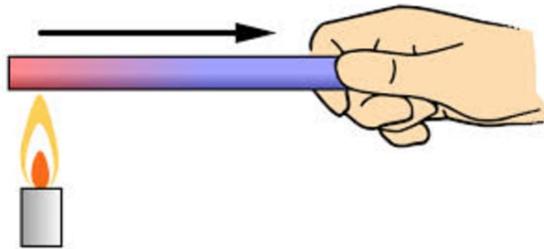
Dalam zat yang tidak bergerak misalnya padatan, panas berpindah hanya secara konduksi, panas berpindah karena getaran molekul dari satu molekul ke molekul yang lain. Besarnya fluksi panas antara dua tempat dalam padatan dinyatakan dengan persamaan Fourier. Di dalam fluida terjadi juga konduksi panas akan tetapi di samping panas lebih banyak dipindahkan secara konveksi dimana panas berpindah karena terbawa massa fluida yang bergerak sebagai aliran, jadi konveksi hanya terjadi dalam suatu fluida [10].

Berdasarkan gerakan fluida ada dua cara perpindahan panas konveksi, yaitu konveksi alamiah dan konveksi paksa. Konveksi alamiah terjadi karena gerakan fluida disebabkan oleh beda densitas antara beberapa tempat, karena adanya selisih temperatur antara tempat – tempat itu. Konveksi paksa terjadi karena fluida mengalir disebabkan adanya usaha dari luar terhadap fluida, umpamanya oleh sebuah pompa, kompresor atau *blower*. Perpindahan panas radiasi ialah perpindahan panas secara gelombang elektromagnetik antara dua

permukaan yang berbeda temperatur untuk perpindahan panas radiasi tidak diperlukan zat antara tembus cahaya terutama infra merah [10].

2.4.1 Perpindahan Panas Konduksi

Konduksi adalah proses dimana panas atau kalor mengalir dari daerah yang bertemperatur tinggi ke daerah yang bertemperatur lebih rendah di dalam temperatur medium (padat, cair atau gas) atau daerah antara medium yang berlainan yang bersinggungan secara langsung tanpa adanya perpindahan molekul yang cukup besar menurut teori kinetik [10]



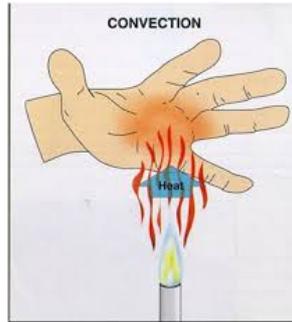
Gambar 2.4 Perpindahan Panas Konduksi

(Sumber : Inews.ID.com)

Konduksi juga dapat didefinisikan sebagai perpindahan panas dari suatu bagian dengan temperatur tinggi menuju bagian dengan temperatur rendah melalui suatu medium tanpa diikuti dengan adanya aliran material medium tersebut. Jika salah satu ujung logam memiliki temperatur rendah, maka akan terjadi transfer energi dari bagian dengan temperatur tinggi menuju bagian dengan temperatur rendah [10].

2.4.2 Perpindahan Panas Konveksi

Perpindahan panas konveksi terjadi karena adanya transfer energi dalam bentuk kalor antara suatu permukaan dan fluida yang bergerak di atasnya, transfer energi terjadi karena adanya gerakan molekul secara acak (random) atau karena adanya gerakan fluida (secara mikroskopik) [10].



Gambar 2.5 Perpindahan Panas Konveksi
(Sumber : kerja-safety.com)

2.5 *Miniature Circuite Breaker (MCB)*

MCB (Mini Circuit Breaker) adalah material instalasi listrik yang cara bekerjanya berdasarkan thermo/temperatur panas. MCB berfungsi sebagai proteksi arus lebih yang disebabkan oleh beban lebih (over load) dan arus lebih karena adanya hubung singkat (short circuit). MCB akan memutuskan aliran listrik apa bila arus yang melewatinya melebihi dari arus nominal MCB, sebagai contoh MCB 2 A akan memutuskan arus jika penggunaan beban melebihi 2 A, MCB juga akan memutuskan arus jika terjadi hubung singkat karena saat hubung singkat arus yang dihasilkan sangat besar dan melebihi 2 A. [11].

rinsip dasar bekerjanya MCB yaitu pemutusan rangkaian listrik yang disebabkan beban lebih dengan rele thermis menggunakan bimetal dan pengaman hubung singkat dengan relai arus lebih menggunakan elektromagnet. Saat terjadi hubung singkat maka MCB akan memutuskan arus dengan sangat cepat karena menggunakan cara kerja elektromagnetik, namun saat memutuskan arus karena beban lebih maka akan sedikit lambat karena MCB menggunakan cara kerja berdasarkan panas atau thermal. Pengaman thermis pada MCB memiliki prinsip yang sama dengan thermal overload yaitu menggunakan dua buah logam yang digabungkan (bimetal), pengaman secara thermis memiliki kelambatan, ini bergantung pada besarnya arus yang harus diamankan, sedangkan pengaman elektromagnetik menggunakan sebuah kumparan yang dapat menarik sebuah angker dari besi lunak dengan cepat [11].



Gambar 2.6 *Miniature Circuit Breaker*

(Sumber : tosunlux.eu)

2.6 *Contactors*

Kontaktor merupakan alat yang bekerja dengan prinsip saklar magnet, dimana saklar-saklar pada kontaktor akan bekerja bila magnet kontaktor telah ditenagai oleh sumber tegangan yang cocok dengan kontaktor. Dengan menggunakan kontaktor ini, tingkat keamanan operator dalam mengoperasikan motor lebih terjamin, karena operator tidak perlu mengoperasikan motor dari jarak dekat, tetapi cukup dari ruang kendali yang mungkin berjarak cukup jauh dari motor yang dioperasikan. Bentuk gambaran sederhana sistem kendali untuk mengoperasikan motor induksi 3-fasa secara langsung (*direct on line starter*) dengan menggunakan kontaktor [12].



Gambar 2.7 *Contactors*

(Sumber : onninen.se)

2.7 Thermostat Digital

Thermostat adalah komponen yang dapat mendeteksi temperatur dari suatu sistem sehingga temperatur sistem dapat dipertahankan mendekati setpoint yang diinginkan. Thermostat pertama kali diperkenalkan sebagai metode praktis untuk melakukan komputer nonekuilibrium simulasi pada titik keadaan tetap. Baru kemudian disadari bahwa perangkat ini mungkin memiliki peran mendasar dalam mekanika statistic [13].

Fungsi thermostat pada pemanas air, yaitu untuk mengendalikan temperatur air. Sekiranya tekanan air tidak dapat dicapai atau tekanan air terlalu tinggi, pengendali temperatur tinggi dapat memainkan peranan pelindung. Thermostat merupakan pengendali temperatur pemanas air elektrik terdiri dari pada pengaman, perlindungan kebocoran, pengaman temperatur, penunjuk paras air dan pencegah kebakaran untuk membentuk pengendali temperatur yang lengkap. Pemanas air elektrik dipanaskan atau tidak dipanaskan setelah *thermostat* dihidupkan dan dimatikan. Jika temperatur air lebih rendah daripada 50°C, thermostat akan menyala secara otomatis. Pemanas air mula memanaskan, dan apabila temperatur air mencapai temperatur yang telah ditetapkan pemanas air sekitar 75°C-85°C, thermostat akan terputus dan pemanas air berhenti pemanasan. Thermostat banyak digunakan dalam pelbagai peralatan rumah, seperti peti sejuk, dispenser air, pemanas air, pembuat kopi, dan lain-lain. Kualiti thermostat secara langsung mempengaruhi keselamatan, prestasi dan kehidupan keseluruhan mesin, dan merupakan komponen yang sangat penting. Di antara banyak petunjuk teknikal *thermostat*, kehidupan adalah salah satu petunjuk teknikal yang paling penting untuk melihat kualiti *thermostat* [14].



Gambar 2.8 Thermostat Digital
(Sumber : tokopedia.com)

2.8 Rumus Yang Digunakan

Berikut merupakan rumus yang digunakan pada penelitian ini yaitu :

1. Menentukan Konsumsi Gas

$$\text{Total Konsumsi Gas} = \text{Konsumsi gas perjam} \times \text{Waktu (Jam)}$$

2. Menentukan Konsumsi Listrik

$$\text{Energi (kWh)} = \text{Daya(kW)} \times \text{Waktu (Jam)}$$

3. Menentukan Biaya

- a. Gas

$$\text{Biaya} = \text{Total konsumsi gas} \times \text{harga gas per kg}$$

- b. Listrik

$$\text{Biaya} = \text{Energi (kWh)} \times \text{Tarif per kWh}$$

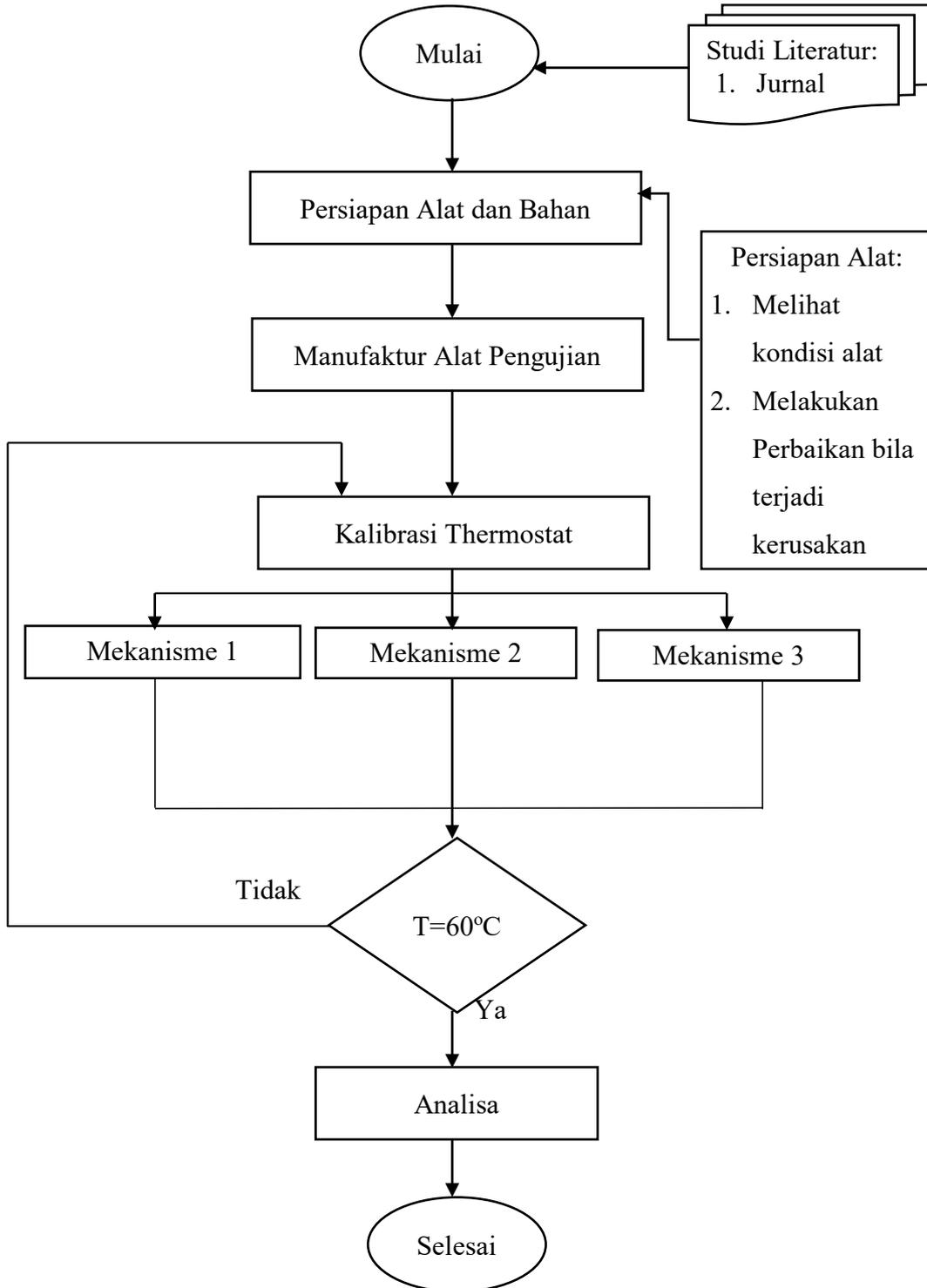
- c. Total

$$\text{Total Biaya} = \text{Biaya Gas} + \text{Biaya Listrik}$$

BAB III

METODE PENELITIAN

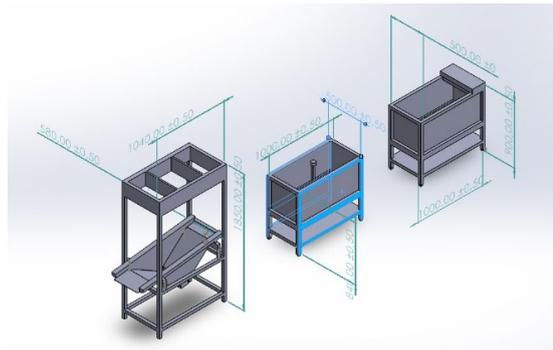
3.1 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

3.2 Skematik Diagram Alat

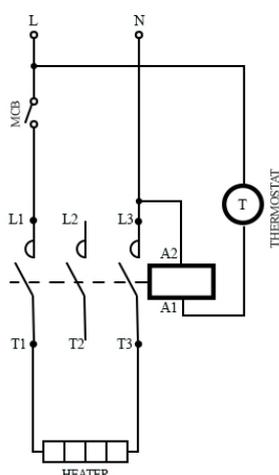
Proses keseluruhan dari alat pengolahan sayur mayur dimulai dari alat pertama yaitu *buble wash* dimana apabila alat ini sayur yang akan diolah akan dipotong bagian-bagian kotor dan tidak terpakai lalu dimasukan kedalam bak yang berisi air dan *buble* dari kompresor untuk merontokan kotoran pada sayur. Setelah itu sayur yang diolah akan dimasukan kedalam bak blanching berisikan air yang sudah dipanaskan dengan temperatur menyesuaikan dengan jenis sayur yang akan diolah untuk mematikan enzim dan membunuh mikroorganisme pada sayuran. Proses tetakhir pada alat ini yaitu pada *vibrating table* yang berfungsi untuk mendinginkan sayur dengan menggunakan *blower* dan mnegeringkannya dengan getaran.



Gambar 3.2 Skematik Diagram Alat

3.3 Rangkaian Alat

Pembuatan rangkaian listrik diawali dengan merangkai jalur kabel yang terpusat pada contactor dan dipasang didalam box panel dimana input fasa disambungkan pada L1 dan input netral disambungkan pada L3. Untuk rangkaian heater dibuat menjadi rangkain satu phase dimana untuk input fasa diambil dari T1 pada contactor dan untuk netralnya dari T3. Pada rangkaian ini menggunakan thermostat digital sebagai sistem kendali yang mana rangkaiannya mengambil fasa langsung pada input, setelah itu output dari thermostat ini disambungkan pada A1 pada contactor dan A2 contactor disambungkan dengan jalur netral. Untuk menjaga kemanan pada rangkaian ini dipasang MCB 10A dan berfungsi juga untuk memutuskan arus ke heater..



Gambar 3.3 Skematik Diagram Rangkaian Alat

Spesifikasi Pemanas yang digunakan waktu percobaan pada pada setiap mekanisme pemanas mesin *blanching* yang digunakan dengan spesifikasi sebagai berikut:

Tabel 3.1 Spesifikasi Pemanas Berbahan Bakar Gas

Jenis api	<i>Sun Burner</i>
Ukuran	600 (P) x 365 (L) x 140 (T)
Bahan / Material	<i>Ceflon</i>
Deskripsi Tambahan	Waktu pemanasan normal, CO sisa pembakaran rendah, Posisi api 2.

Tabel 3.2 Spesifikasi Pemanas Elektrik

Diameter Pipa	11 mm
Panjang	600 mm
Bahan / Material	<i>Stainless SS304</i>
Tegangan	220 Volt
Daya	2000 Watt

Tabel 3.3 Spesifikasi Mesin *Blanching*

Lebar	50 m
-------	------

Panjang	110 cm
Tinggi	90 cm
Lebar (Bak)	42 cm
Panjang (Bak)	92 cm
Tinggi (Bak)	50 cm
Material	<i>Stainless Steel</i>

3.4 Prosedur Pengujian

Tahapan – tahapan yang dilakukan pada pengujian kompor gas sebagai berikut:

1. Mengecek seluruh peralatan uji apakah sudah tersedia dan terpasang dengan benar serta pastikan bahwa seluruh peralatan tersebut dapat bekerja.
2. Mengisi air hingga ketinggian 35cm atau dengan volume 32 Liter
3. Menyalakan thermostat
4. Memulai timer sekaligus menyalakan kompor
5. Mencatat kenaikan temperatur setiap 15 menit
6. Mematikan kompor apabila sudah tidak terjadi kenaikan temperatur

Tahapan – tahapan yang dilakukan pada pengujian pemanas elektrik sebagai berikut:

1. Mengecek seluruh peralatan uji apakah sudah tersedia dan terpasang dengan benar serta pastikan bahwa seluruh peralatan tersebut dapat bekerja.
2. Mengisi air hingga ketinggian 35cm atau dengan volume 32 Liter
3. Menyalakan thermostat
4. Memulai timer sekaligus menyalakan *heater* dengan cara *switch on* MCB
5. Mencatat kenaikan temperatur setiap 15 menit
6. Mematikan *heater* apabila sudah tidak terjadi kenaikan temperatur

Tahapan – tahapan yang dilakukan pada pengujian pemanas elektrik sebagai berikut:

1. Mengecek seluruh peralatan uji apakah sudah tersedia dan terpasang dengan benar serta pastikan bahwa seluruh peralatan tersebut dapat bekerja.
2. Mengisi air hingga ketinggian 35cm atau dengan volume 32 Liter
3. Menyalakan thermostat
4. Memulai timer sekaligus menyalakan kompor dan *heater* dengan cara *switch on* MCB
5. Mencatat kenaikan temperatur setiap 15 menit
6. Mematikan kompor dan *heater* apabila sudah tidak terjadi kenaikan temperatur

3.5 Alat dan Bahan Pengujian

Alat dan bahan yang digunakan dalam pengujian ini adalah sebagai berikut:

3.4.1 Alat

Adapun alat yang digunakan untuk membuat material yang ada sebagai berikut.

1. Bak *Blanching*

Bak *blanching* merupakan komponen utama pada alat ini dimana alat ini berperan sebagai penampung air dan bahan yang akan diproses dimana pada proses kerja dapat menampung air sebesar 132 Liter air.



Gambar 3.4 Bak Blanching

2. Elektrik *Heater*

Pemanas elektrik yang digunakan pada pengujian ini adalah pemanas berjenis *immersion heater* dengan daya 2000 watt. Pemanas ini pada umumnya digunakan untuk memanaskan air.



Gambar 3.5 Pemanas Listrik

3. Kompor Gas

Pemanas berbahan bakar gas yang digunakan pada pengujian ini adalah kompor rumahan yang biasa dipakai. Dimana pada proses kompor ini dihidupkan dengan daya maksimal untuk kedua kompor.



Gambar 3.6 Kompor Gas

4. Gas LPG 3Kg

Jenis gas yang yang digunakan adalah gas LPG 3kg yang merupakan sumber bahan bakar dari kompor gas.



Gambar 3.7 Gas LPG

5. Thermostat

Thermostat yang digunakan adalah thermostat digital dapat mendeteksi temperatur dari suatu sistem sehingga temperatur sistem dapat dipertahankan mendekati setpoint yang diinginkan.



Gambar 3.8 Thermostat Digital

6. *Contactora*

Kontaktor merupakan alat yang bekerja dengan prinsip saklar magnet, dimana saklar-saklar pada kontaktor akan bekerja bila magnet kontaktor telah ditenagai oleh sumber tegangan yang cocok dengan kontaktor. Kontaktor berfungsi seperti relay untuk memutuskan arus secara otomatis kepada pemanas.



Gambar 3.9 Kontaktor

7. MCB 10A

MCB berfungsi sebagai proteksi arus lebih yang disebabkan oleh beban lebih (over load) dan arus lebih karena adanya hubung singkat (short circuit). Spesifikasi yang digunakan untuk MCB ini adalah MCB 10A dikarenakan tegangan pada pemanas yang digunakan sebesar 9A.



Gambar 3.10 MCB

3.4.2 Bahan

Pengujian dilakukan menggunakan air sebesar 132 Liter. Proses blanching membutuhkan air untuk menghantarkan panas keseluruhan sayuran yang diproses.

BAB IV

DATA DAN ANALISA

4.1 Kalibrasi Alat

Sebelum memulai pengujian terlebih dahulu dilakukan kalibrasi pada thermostat, dimana proses kalibrasi dilakukan dengan membandingkan nilai temperatur yang dibaca oleh thermostat digital dan thermokopel yang sudah dikalibrasi. Berikut perbandingan pengukuran temperatur setelah dilakukannya kalibrasi pada thermostat digital

Tabel 4.1 Hasil Sebelum Kalibrasi Thermostat

Thermostat (Celsius)	Thermocople(Celsius)
35,1	36,3
47,5	48,7
54,9	56,1

Hasil pengukuran temperatur sebelum dilakukannya kalibrasi menunjukkan selisih sebesar $1,2^{\circ}\text{C}$ sehingga nilai pengukuran pada thermostat digital perlu dinaikan sebesar $1,2^{\circ}\text{C}$. Cara melakukan kalibrasi pada thermostat adalah dengan menekan tombol *Up* dan *Down* secara bersamaan maka akan muncul nilai 0,0. Setelah itu tekan tombol *Up* hingga nilai mencapai 1,2 maka thermostat sudah terkalibrasi.

Tabel 4.2 Hasil Setelah Kalibrasi Thermostat

Thermostat (Celsius)	Thermocople(Celsius)
38,3	38,3
44,2	44,2
56,2	56,2

Hasil Kalibrasi pada thermostat dengan thermocople menunjukkan pembacaan temperatur pada thermostat sudah terkalibrasi hasil pembacaan tiga variasi temperatur.

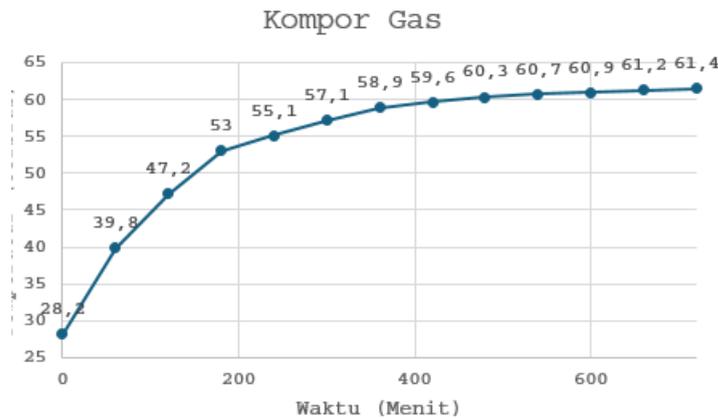
4.2 Data Hasil Pengujian

Setelah dilakukan pembuatan dan pemasangan mekanisme pemanas setelah itu dilanjutkan dengan melakukan pengambilan data dengan cara mengoperasikan alat dengan menggunakan setiap variasi pemanas. Dimulai dengan mekanisme pemanas pertama yaitu dengan menggunakan kompor

gas yang dioperasikan hingga mencapai temperatur maksimal pemanasan, lalu dilanjut dengan mekanisme kedua menggunakan *electric heater* dengan menggunakan metode yang sama dan terakhir menggunakan mekanisme ketiga yaitu menggunakan kompor gas dan *electric heater* dengan metode pengujian yang sama. Berikut data hasil dari setiap pengujian yang dilakukan.

1. Mekanisme 1

Pada pengujian mekanisme 1 dengan menggunakan kompor gas, temperatur awal dari air (T_0) sebesar 27°C dan temperatur akhir (T_1) sebesar $60,2^\circ\text{C}$, dan volume air sebesar 132 liter dengan waktu 720 menit. Terjadi kenaikan temperatur sebesar $11,6^\circ\text{C}$ dari temperatur awal selama 61,4 menit, ketika mencapai 120 menit temperatur tetap naik sebesar $7,4^\circ\text{C}$ dari temperatur sebelumnya. Pada menit 180 temperatur masih mengalami kenaikan sebesar $5,8^\circ\text{C}$ dari temperatur sebelumnya dan pada waktu 240 menit kenaikan yang terjadi sebesar $2,1^\circ\text{C}$. Laju kenaikan yang dialami semakin mengurang hingga menuju temperatur maksimal yaitu pada temperatur $61,4^\circ\text{C}$.



Gambar 4.1 Grafik Kenaikan Temperatur Mekanisme 1

2. Mekanisme 2

Pada pengujian mekanisme 2 dengan menggunakan pemanas listrik, dimulai dengan temperatur awal dari air (T_0) sebesar $28,2^\circ\text{C}$ dan temperatur akhir (T_1) sebesar $75,6^\circ\text{C}$, dan volume air sebesar 132 Liter dengan waktu 480 Menit. Pada 60 menit temperatur

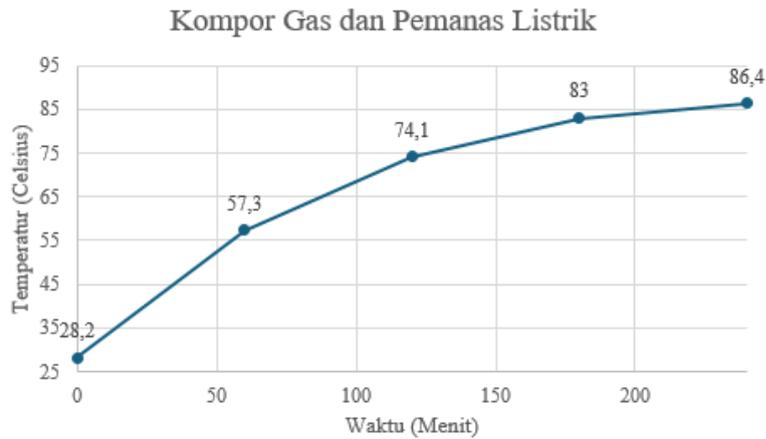
mengalami kenaikan sebesar 16,6 °C, selanjutnya pada 120 menit temperatur mengalami kenaikan sebesar 12,1 °C berkurang jika dibandingkan dengan kenaikan sebelumnya. Pada 180 menit temperatur mengalami kenaikan sebesar 10,7 °C. kenaikan terus berkurang hingga tidak lagi mengalami kenaikan pada temperatur maksimal sebesar 75,6 °C.



Gambar 4.2 Grafik Kenaikan Temperatur Mekanisme 2

3. Mekanisme 3

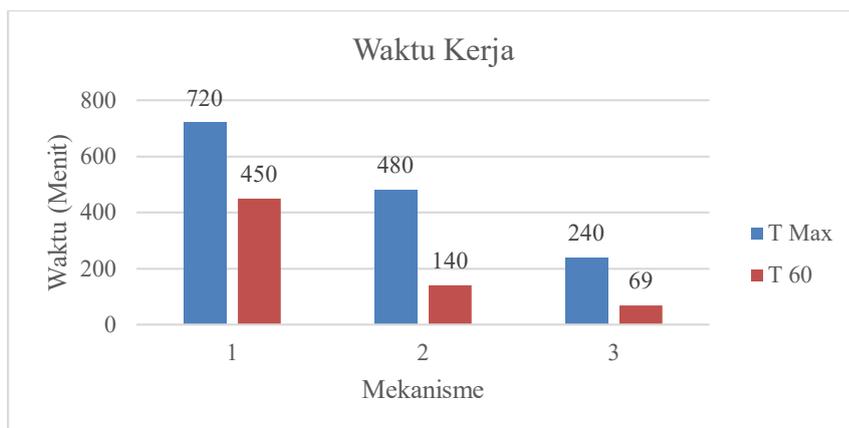
Pada pengujian mekanisme 3 dengan menggunakan kompor gas dan pemanas listrik, dimulai dengan temperatur awal dari air (T_0) sebesar 28,2°C dan temperatur akhir (T_1) sebesar 86,4 °C, dan volume air sebesar 132 Liter dengan waktu 240 Menit. Pada 60 menit terjadi kenaikan sebesar 29,1 °C dimana ini merupakan kenaikan yang paling tinggi jika dibandingkan dengan mekanisme lain. Pada 120 menit kenaikan temperatur sebesar 16,8 °C dan pada 180 menit sebesar 8,9 °C, kenaikan temperatur terus berkurang hingga pada temperatur maksimal tidak lagi mengalami kenaikan.



Gambar 4.3 Grafik Kenaikan Temperatur Mekanisme 3

4.3 Diagram Perbandingan Waktu Kerja

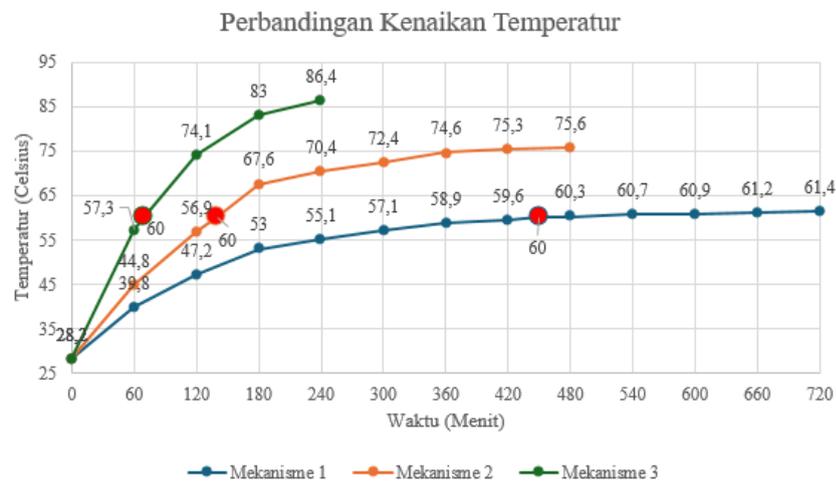
Pada bagian ini penulis akan memaparkan analisa perbandingan waktu kerja yang dibutuhkan untuk mencapai temperatur 60°C dan temperatur maksimal. Tujuan dilakukannya analisa ini adalah untuk menentukan mekanisme mana yang memiliki waktu paling optimal untuk mencapai temperatur 60°C dan temperatur maksimal. Dapat dilihat pada diagram dimana mekanisme ketiga memiliki waktu paling singkat untuk mencapai temperatur 60°C yaitu selama 71 menit dibandingkan mekanisme kedua dan 480 menit lebih singkat dibandingkan mekanisme pertama. Waktu paling singkat yang dibutuhkan untuk mencapai temperatur maksimal juga dimiliki oleh mekanisme ketiga yaitu selama 75 menit lebih singkat 70 menit dibandingkan mekanisme kedua dan 585 menit lebih singkat dibandingkan mekanisme pertama.



Gambar 4.4 Diagram Perbandingan Waktu Kerja

4.4. Grafik Perbandingan Kenaikan Temperatur

Pada bagian ini dilakukan analisa pada perbandingan kenaikan temperatur dari setiap mekanisme. Tujuan dilakukannya analisa ini adalah untuk menentukan mekanisme mana yang memiliki kenaikan temperatur paling baik dalam mencapai temperatur kerja yaitu 60°C dan mekanisme mana yang memiliki temperatur kerja maksimal tertinggi. Untuk perbandingan akan dibagi. Berikut grafik perbandingan dari setiap mekanisme.



Gambar 4.5 Grafik Perbandingan Kenaikan Temperatur

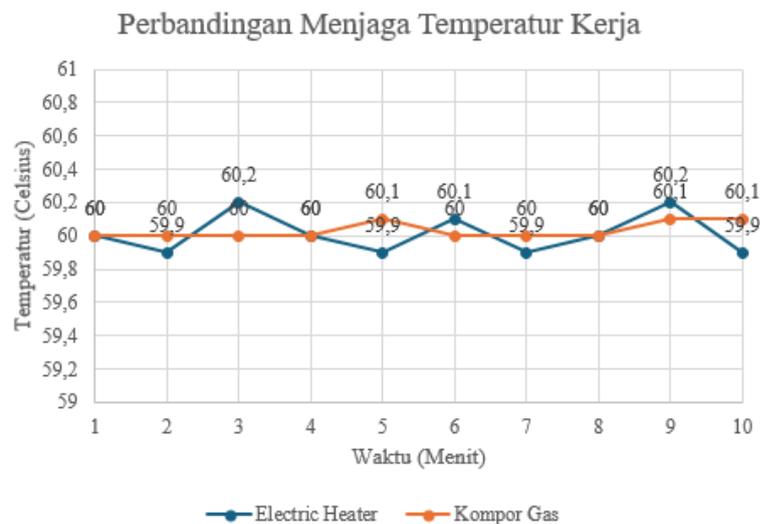
Hasil dari perbandingan setiap mekanisme dapat dilihat mekanisme yang paling cepat untuk mencapai temperatur kerja 60°C adalah mekanisme ketiga dengan waktu yang dibutuhkan adalah 75 menit dimana lebih cepat 70 menit dibandingkan mekanisme kedua dan 58,5 menit lebih cepat dibandingkan mekanisme pertama. Untuk temperatur maksimal mekanisme ketiga mencapai temperatur paling tinggi yaitu sebesar 85,2°C mekanisme ini 10,8°C lebih tinggi dibandingkan mekanisme kedua dan 25°C lebih tinggi dibandingkan dengan mekanisme pertama.

4.5 Pengujian Mempertahankan Temperatur Kerja

Sebagai tambahan dari analisa temperatur pra blanching maka dilakukan juga pengujian temperatur kerja pada proses blanching. Untuk menguji temperatur kerja, dari referensi menurut (Nunik, 2020) untuk proses blanching pada kentang membutuhkan waktu 10 menit dengan temperatur 60°C. hal ini

memiliki maksud pada waktu 10 menit temperatur kerja 60°C, bakteri, mikroba dan serangga yang berbahaya akan dapat terangkat saat proses blanching berlangsung. Pengujian temperatur kerja 60°C dan waktu 10 menit menjadi dasar pada penelitian ini

Kondisi saat pengambilan data, hal yang menjadi *constraint* pada penelitian ini variabel temperatur kerja tanpa ada kentang pada unit blanching ini. Sebagai batasan pada tahap ini, hanya dilakukan pengendalian temperatur selama 10 menit. Tujuan pengujian ini dilakukan untuk mencaeritahu sistem pemanas yang paling baik untuk mempertahankan temperatur kerja sehingga selama proses blanching berlangsung temperatur kerja dapat dijaga dengan baik. Berikut perbandingan data hasil pengujian menjaga temperatur kerja.



Gambar 4.6 Grafik Perbandingan Menjaga Temperatur Kerja

Dapat dilihat pada grafik dimana kompor gas dapat mempertahankan temperatur kerja dengan baik dikarenakan untuk perubahan temperatur yang dialami hanya mengalami kenaikan hingga 60,1°C dan kembali turun pada temperatur 60°C. Sedangkan pada pemanas listrik perubahan temperatur yang dialami memiliki kenaikan hingga 60,2°C dan penurunan yang dialami hingga 59,9°C.

Untuk mempertahankan temperatur 60°C, pada 10 menit, pada penilitan ini metode yang dipakai untuk pemanas listrik dengan mengatur sistem kendali (thermostat) yang diatur pada nilai 60,1°C untuk batas atas dan nilai 59,9°C untuk batas bawah. Kondisi variabel tersebut jika temperatur fluida yang diukur

oleh thermostat kurang dari 60°C maka thermostat akan mengirimkan sinyal untuk mengaktifkan *contactor* sehingga *contactor* memberikan supply listrik ke elemen pemanas untuk menaikkan temperatur fluida hingga temperatur yang sudah diatur. Jika melebihi 60°C maka thermostat akan memberikan sinyal untuk menon-aktifkan *contactor* dan memutus suplay listrik ke elemen pemanas. Secara proses penelitian temperatur yang menonaktifkan yang diukur pada thermostat sebesar 60,1°C, dan akan menonaktifkan elemen pemanas pada temperatur 59,9°C.

Pengaturan temperatur dengan menggunakan kompor gas, menggunakan metode manual, jika temperatur sudah mencapai nilai 60°C maka secara mekanis laju aliran suplay fluida gas diatur secara manual, dikurangi atau dimatikan. Indikator yang menjadi referensi nilai temperatur sudah menunjukkan 60°C, digunakan *display* hasil pembacaan temperatur pada thermostrat.

4.6 Analisa Biaya

Setelah dilakukannya analisa perbandingan performa kenaikan temperatur dari setiap mekanisme dilanjut dengan menganalisa besaran biaya atau *cost* yang akan dikeluarkan selama proses berjalan. Tujuan dilakukannya analisa pada *cost* adalah untuk menentukan mekanisme mana yang memiliki *cost* paling rendah selama proses pemanasan awal. Untuk mengetahui berapa *cost* dari sistem perlu dihitung berapa konsumsi energi selama proses. Berikut perhitungan energi dan *cost* untuk temperatur 60°C dan temperatur maksimal dari setiap mekanisme.

1. Mekanisme 1

a. Temperatur 60°C

Untuk mekanisme pertama menggunakan kompor gas sebagai pemanas dan waktu proses yang dibutuhkan untuk mencapai temperatur 60°C adalah selama 420 menit atau 7,5 jam Berikut perhitungan konsumsi energi dan *cost* dari mekanisme ini.

Menghitung konsumsi gas

$$\begin{aligned} \text{Total Konsumsi Gas} &= \text{Konsumsi gas perjam} \times \text{Waktu (Jam)} \\ &= 0,35 \text{ kg/jam} \times 7,5 \text{ jam} = 2,625 \text{ kg} \end{aligned}$$

Menghitung Biaya

$$Biaya = Total\ konsumsi\ gas \times harga\ gas\ per\ kg$$

$$Biaya = 2.625kg \times Rp7.000/kg = Rp18.375$$

b. Temperatur Maksimal

Untuk mekanisme pertama menggunakan kompor gas sebagai pemanas dan waktu proses yang dibutuhkan untuk mencapai temperatur kerja maksimal adalah selama 12 jam. Berikut perhitungan konsumsi energi dan *cost* dari mekanisme ini.

a. Menghitung konsumsi gas

$$Total\ Konsumsi\ Gas = Konsumsi\ gas\ per\ jam \times Waktu\ (Jam)$$

$$= 0,35\ kg/jam \times 12jam = 4,2kg$$

b. Menghitung Biaya

$$Biaya = Total\ konsumsi\ gas \times harga\ gas\ per\ kg$$

$$Biaya = 4,2kg \times Rp7.000/kg = Rp29.000$$

2. Mekanisme 2

a. Temperatur 60°C

Untuk mekanisme kedua menggunakan pemanas elektrik dengan daya 2kW sebagai pemanas dan waktu proses yang dibutuhkan untuk mencapai temperatur kerja maksimal adalah selama 140 menit atau selama 2,33 jam. Berikut perhitungan konsumsi energi dan *cost* dari mekanisme ini.

Menghitung konsumsi listrik

$$Energi\ (kWh) = Daya(kW) \times Waktu\ (Jam)$$

$$Energi\ (kWh) = 2kW \times 2,33\ Jam = 5,592kWh$$

Menghitung Biaya

$$Biaya = Energi\ (kWh) \times Tarif\ per\ kWh$$

$$Biaya = 5,784\ kWh \times Rp1.500 = Rp8.388$$

b. Temperatur Maksimal

Untuk mekanisme kedua menggunakan pemanas elektrik dengan daya 2kW sebagai pemanas dan waktu proses yang dibutuhkan untuk mencapai temperatur kerja maksimal adalah selama 8 jam.

Berikut perhitungan konsumsi energi dan *cost* dari mekanisme ini.

Menghitung konsumsi listrik

$$\text{Energi (kWh)} = \text{Daya(kW)} \times \text{Waktu (Jam)}$$

$$\text{Energi (kWh)} = 2\text{kW} \times 8\text{Jam} = 16\text{kWh}$$

Menghitung Biaya

$$\text{Biaya} = \text{Energi (kWh)} \times \text{Tarif per kWh}$$

$$\text{Biaya} = 16\text{ kWh} \times \text{Rp}1.500 = \text{Rp}24.000$$

3. Mekanisme 3

a. Temperatur 60°C

Untuk mekanisme ketiga menggunakan kompor gas dan pemanas listrik dengan daya 2kW sebagai pemanas dan waktu proses yang dibutuhkan untuk mencapai temperatur kerja maksimal adalah selama 75 menit jam. Berikut perhitungan konsumsi energi dan *cost* dari mekanisme ini.

Menghitung konsumsi gas

$$\text{Total Konsumsi Gas}$$

$$= \text{Konsumsi gas perjam} \times \text{Waktu (Jam)}$$

$$= 0,35\text{ kg/jam} \times 1,15\text{jam} = 0,4025\text{kg}$$

Menghitung konsumsi listrik

$$\text{Energi (kWh)} = \text{Daya(kW)} \times \text{Waktu (Jam)}$$

$$\text{Energi (kWh)} = 2\text{kW} \times 1,15\text{Jam} = 2,3\text{ kWh}$$

Menghitung Biaya Gas

$$\text{Biaya} = \text{Total konsumsi gas} \times \text{harga gas per kg}$$

$$\text{Biaya} = 0,4025\text{ Kg} \times \text{Rp}7.000/\text{kg} = \text{Rp}2.817$$

Menghitung Biaya Listrik

$$\text{Biaya} = \text{Energi (kWh)} \times \text{Tarif per kWh}$$

$$\text{Biaya} = 2,3\text{ kWh} \times \text{Rp}1.500 = \text{Rp}3.450$$

Menghitung Total Biaya

$$\text{Total Biaya} = \text{Biaya Gas} + \text{Biaya Listrik}$$

$$\text{Total Biaya} = \text{Rp}2.817 + \text{Rp}3.450 = \text{Rp}6.267$$

b. Temperatur Maksimal

Untuk mekanisme ketiga menggunakan kompor gas dan pemanas listrik dengan daya 2kW sebagai pemanas dan waktu

proses yang dibutuhkan untuk mencapai temperatur kerja maksimal adalah selama 4 jam. Berikut perhitungan konsumsi energi dan *cost* dari mekanisme ini.

Menghitung konsumsi gas

$$\begin{aligned} \text{Total Konsumsi Gas} &= \text{Konsumsi gas perjam} \times \text{Waktu (Jam)} \\ &= 0,35 \text{ kg/jam} \times 4 \text{ jam} = 1,4 \text{ kg} \end{aligned}$$

Menghitung konsumsi listrik

$$\begin{aligned} \text{Energi (kWh)} &= \text{Daya(kW)} \times \text{Waktu (Jam)} \\ \text{Energi (kWh)} &= 2 \text{ kW} \times 8 = 16 \text{ kWh} \end{aligned}$$

Menghitung Biaya Gas

$$\begin{aligned} \text{Biaya} &= \text{Total konsumsi gas} \times \text{harga gas per kg} \\ \text{Biaya} &= 1,4 \text{ kg} \times \text{Rp}7.000/\text{kg} = \text{Rp}9.800 \end{aligned}$$

Menghitung Biaya Listrik

$$\begin{aligned} \text{Biaya} &= \text{Energi (kWh)} \times \text{Tarif per kWh} \\ \text{Biaya} &= 16 \text{ kWh} \times \text{Rp}1.500 = \text{Rp}24.000 \end{aligned}$$

Menghitung Total Biaya

$$\begin{aligned} \text{Total Biaya} &= \text{Biaya Gas} + \text{Biaya Listrik} \\ \text{Total Biaya} &= \text{Rp}9.800 + \text{Rp}12.000 = \text{Rp}21.800 \end{aligned}$$

Tabel 4.3 Biaya yang dibutuhkan untuk mencapai temperatur kerja 60°C dan temperatur kerja maksimal

Mekanisme	Cost (IDR)	
	T max	T 60° C
1	Rp29.000	Rp18.375
2	Rp24.000	Rp8.388
3	Rp21.800	Rp6.267

Setelah dilakukan perhitungan biaya yang dibutuhkan selama proses pemanasan hingga temperatur 60°C dan temperatur maksimal berdasarkan konsumsi energi dari setiap mekanisme didapatkan mekanisme yang memiliki biaya terendah adalah mekanisme ketiga dengan biaya yang dibutuhkan sebesar Rp6.812 untuk mencapai temperatur 60°C dan Rp21.800 untuk mencapai temperatur maksimal.

4.6 Analisa Percobaan

Dari hasil pengambilan data dan melakukan perbandingan kenaikan temperatur dari setiap mekanisme diketahui temperatur maksimal tertinggi dicapai oleh mekanisme ketiga pada temperatur 85,2°C dan mekanisme ini juga memiliki waktu kerja untuk mencapai temperatur 60°C maksimal yang paling singkat yaitu selama 75 menit dan 4 jam untuk mencapai temperatur maksimal. Untuk biaya atau *cost* yang dibutuhkan untuk mencapai temperatur 60°C paling rendah adalah mekanisme ketiga yaitu sebesar Rp6.267 dan untuk mencapai temperatur maksimalnya biaya yang dibutuhkan sebesar Rp21.800 mekanisme ini memiliki *cost* yang paling rendah dikarenakan waktu proses yang dibutuhkan untuk mencapai temperatur maksimal sangat singkat sehingga tidak mengkonsumsi energi yang lebih besar dari mekanisme lain.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan pada mekanisme yang dirubah didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Temperatur maksimal yang dihasilkan oleh setiap mekanisme dimana yang paling tinggi merupakan temperatur pada mekanisme ketiga yaitu dengan temperatur 86,4°C sementara itu pada mekanisme kedua dengan temperatur 75,6°C, dan yang paling rendah pada mekanisme pertama dengan temperatur 61,4°C.
2. Ditemukan hasil waktu kerja dan biaya yang paling rendah untuk mencapai temperatur 60°C pada mekanisme ketiga dengan lama waktu 69 menit dan biaya yang dibutuhkan sebesar Rp6.267 untuk waktu kerja dan biaya yang paling rendah untuk mencapai temperatur maksimal juga terdapat pada mekanisme ketiga yaitu dengan lama waktu 4 jam dan biaya yang dibutuhkan sebesar Rp21.800.

5.2 Saran

Adapun saran yang dapat diberikan pada hasil eksperimen yang telah dilakan adalah sebagai berikut:

1. Sebaiknya mencari tahu lebih lanjut bagaimana cara yang lebih efisien untuk mempertahankan temperatur kerja
2. Sebaiknya dilakukan uji coba dengan daya pemanas yang lebih tinggi dengan kemungkinan proses pemanasan akan lebih cepat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Fellows, P. J. (1990), *Food Processing Technology Principle and Practice*. Ellis Horwood Limited, New York
- [2] Nunik L, (2020), Efek Perlakuan Low Time Low Temperature Blanching Terhadap Karakteristik Cabai Kering. Makassar.
- [3] Ahmadi, K. (2009), *Teknologi Pengolahan Pangan*. Bumi Aksara, Jakarta.
- [4] Desrosier, N. W. (2008), *Teknologi Pengawetan Pangan*. Penerjemah: Muchji Muljohardjo. UI-Press, Jakarta.
- [5] Mukhlis, Y., Yapie, A. K. (2019) “Pemanas dengan Sistem Pendeteksi Temperatur Otomatis dan Pengaman Kebocoran Panas,” *Jurnal Ilmiah Teknologi dan Rekayasa*, vol. 13 no. 3, pp.186-192.
- [6] Hakiki, M.F., Riandadari, D. (2018), “Rancang Bangun Sistem Induction Heater berbasis Mikrokontroler ATMEGA 328,” *JRM*, vol. 4 no. 3, pp. 83-89.
- [7] Wilis, G.R., Farid, A. (2017) “Perencanaan Tabung Heater pada Aplikasi Air Condition (AC) Double System 1 PK,” *Engineering*, vol. 14 no. 1, pp. 1-6.
- [8] Junsupratyo, R., Sappu, F.P., Lakat, A.M.A, (2018), “Analisis Efisiensi Efektif High Pressure Heater (HPH) Tipe Vertikal U Shape di Pembangkit Listrik Tenaga Uap Amurang Unit I,” *Jurnal Online Poros Teknik Mesin*, vol. 7 no. 1, pp. 37-45.
- [9] Noufal, M., Kusuma, I.G.B.W, (2017), “Analisa Perpindahan Panas pada Heater Tank FASSIP-01,” *Jurnal METTEK Jurnal Ilmiah Nasional dalam Bidang Ilmu Teknik Mesin*, vol. 3 no. 1, pp. 1-10.
- [10] Shapiro, Moran & Dewitt, Munson, (2003) “*Introduction to Thermal Systems Engineering Thermodynamics, Fluid Mechanics, and Heat Transfer*”, John Wiley & Sons Inc., New York.
- [11] Dwi Feriyanto, S.T, M. Pd (2010), *Perlindungan Terhadap Bahaya Hubung Singkat (Short Circuit) Pada Instalasi Listrik*. Pringsewu.
- [12] Zuriman Anthony (2011), *Penggunaan Kontaktor Sebagai Sistem Pengaman Motor Induksi 3-Fasa Terhadap Kehilangan 1-Fasa Sistem Tenaga*.
- [13] Morriss, G. P., & Dettmann, C. P. (1998). *Thermostats: Analysis and*

application. Chaos,

- [14] Antonius Managam Simamora (2023), Rancang Bangun Switch Control Thermostat Pada Water Heater Kapasitas 10 Liter Dengan Daya 300 Watt.

LAMPIRAN

A. Data Hasil Pengujian

A.1 Hasil Pengujian Mekanisme 1

Berikut data dari hasil pengujian mekanisme 1 dengan menggunakan pemanas kompor gas.

Tabel A.1 Data hasil pengujian mekanisme 1

Waktu (Menit)	Temperatur (Celsius)
0	28.2
5	29.3
10	30.4
15	31.5
20	32.5
25	33.6
30	34.1
35	34.7
40	35.8
45	36.6
50	37.7
55	38.7
60	39.8
65	40.7
70	41.5
75	42.1
80	42.8
85	43.4
90	44.1
95	44.6
100	45.1
105	45.8
110	46.2
115	46.8
120	47.2
125	47.7
130	48.3
135	49.1
140	49.6
145	50.1
150	50.2
155	50.5
160	51
165	51.7
170	52.2
175	52.8

180	53
185	53.2
190	53.4
195	53.7
200	53.9
205	54
210	54.1
215	54.2
220	54.3
225	54.4
230	54.7
235	54.9
240	55.1
245	55.2
250	55.4
255	55.7
260	55.9
265	56.1
270	56.2
275	56.3
280	56.5
285	56.7
290	56.7
295	56.9
300	57.1
305	57.2
310	57.4
315	57.5
320	57.7
325	57.9
330	58
335	58.2
340	58.3
345	58.5
350	58.6
355	58.7
360	58.9
365	59
370	59.1
375	59.2
380	59.2
385	59.3
390	59.3
395	59.4
400	59.5

405	59.6
410	59.5
415	59.6
420	59.6
425	59.7
430	59.8
435	59.9
440	59.9
445	60.1
450	60
455	60
460	60.1
465	60.2
470	60.3
475	60.3
480	60.3
485	60.4
490	60.4
495	60.4
500	60.5
505	60.5
510	60.6
515	60.7
520	60.7
525	60.6
530	60.6
535	60.7
540	60.7
545	60.8
550	60.8
555	60.7
560	60.7
565	60.8
570	60.8
575	60.9
580	60.9
585	60.9
590	61
595	61
600	60.9
605	60.9
610	61
615	61.1
620	61.2
625	61.1

630	61.2
635	61.2
640	61.3
645	61.3
650	61.3
655	61.2
660	61.2
665	61.3
670	61.3
675	61.3
680	61.4
685	61.4
690	61.3
695	61.3
700	61.4
705	61.3
710	61.4
715	61.4
720	61.4

A.2 Hasil Pengujian Mekanisme 2

Berikut data dari hasil pengujian mekanisme 2 dengan menggunakan pemanas elektrik.

Tabel 4.2 Data hasil pengujian mekanisme 2

Waktu (Menit)	Temperatur (Celsius)
0	28.2
5	30.4
10	31.6
15	33
20	34.7
25	35.6
30	36.3
35	38.1
40	39.4
45	41
50	42.3
55	43.7
60	44.8
65	45.6
70	46.8
75	47.5
80	48.4

85	49.6
90	50.8
95	51.9
100	52.7
105	53.5
110	54.6
115	55.7
120	56.9
125	58.1
130	58.8
135	59.7
140	60.5
145	61.7
150	62.4
155	63.6
160	64.4
165	65.6
170	66.3
175	67.1
180	67.6
185	68.1
190	68.4
195	68.6
200	69
205	69.2
210	69.4
215	69.5
220	69.7
225	69.9
230	70.1
235	70.2
240	70.4
245	70.6
250	70.7
255	70.9
260	71.1
265	71.3
270	71.4
275	71.6
280	71.8
285	72
290	72.1
295	72.3
300	72.4
305	72.6

310	72.8
315	73
320	73.2
325	73.4
330	73.6
335	73.8
340	74
345	74.1
350	74.3
355	74.4
360	74.6
365	74.7
370	74.8
375	74.9
380	75
385	75.1
390	75.2
395	75.3
400	75.3
405	75.4
410	75.4
415	75.4
420	75.3
425	75.4
430	75.4
435	75.5
440	75.5
445	75.4
450	75.5
455	75.5
460	75.6
465	75.6
470	75.5
475	75.5
480	75.6

A.2 Hasil Pengujian Mekanisme 3

Berikut data dari hasil pengujian mekanisme 3 dengan menggunakan pemanas kompor gas dan elektrik.

Tabel A.3 Data hasil pengujian mekanisme 3

Waktu (Menit)	Temperatur (Celsius)
0	28.2

5	31
10	36
15	37.7
20	39.9
25	43.7
30	46.1
35	48.5
40	50.2
45	52.2
50	54.2
55	55.6
60	57.3
65	58.8
70	60.4
75	61.8
80	63.6
85	64.8
90	66.5
95	67.7
100	69.1
105	70.5
110	72.1
115	73
120	74.1
125	75.2
130	76.4
135	77.2
140	77.9
145	79
150	79.9
155	80.4
160	81.4
165	82.3
170	83
175	83.5
180	83
185	83.2
190	84.7
195	86
200	86.2
205	86.4
210	86.1
215	86
220	86.1
225	86.2

230	86.3
235	86.4
240	86.4

A.4 Hasil Pengujian Menjaga Temperatur Kerja

Berikut data dari hasil pengujian menjaga suhu kerja menggunakan kompor gas dan pemanas elektrik.

Waktu (Menit)	Pemanas Listrik (Celsius)	Kompor Gas (Celsius)
1	60	60
2	59.9	60
3	60.2	60
4	60	60
5	59.9	60.1
6	60.1	60
7	59.9	60
8	60	60
9	60.2	60.1
10	59.9	60.1

B. Lampiran Pengambilan Data

