

BAB II

DASAR TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Penyusun telah melakukan studi literatur terhadap beberapa referensi yang relevan dengan rancangan alat yang dikembangkan. Beberapa referensi memiliki keterkaitan dari sisi tujuan, pendekatan sistem otomasi, serta penggunaan komponen utama. Meskipun demikian, dalam implementasi dan aspek teknisnya, Tugas Akhir ini tetap memiliki perbedaan yang signifikan dengan referensi yang dijadikan acuan.

Kontrol temperatur merupakan aspek penting dalam proses pasteurisasi, karena keberhasilan proses ini sangat bergantung pada suhu yang dicapai dan dipertahankan dalam waktu tertentu untuk membunuh mikroorganisme patogen tanpa merusak kualitas nutrisi susu. Salah satu metode pengaturan suhu yang umum digunakan adalah menggunakan *thermostat digital* dan sensor suhu seperti thermocouple atau termistor yang terintegrasi dengan sistem pengendali. Mikrokontroler seperti Arduino atau PLC dapat digunakan untuk membaca data suhu secara real-time dan mengaktifkan atau mematikan elemen pemanas (heater) berdasarkan batas suhu yang telah ditentukan. Timer juga memiliki peranan penting dalam proses pasteurisasi. Selain suhu, waktu pemanasan harus dikontrol secara tepat agar susu tidak dipanaskan terlalu lama maupun terlalu singkat. Timer digital yang dikendalikan oleh mikrokontroler memungkinkan sistem untuk mengaktifkan fungsi pemanasan selama waktu tertentu dan kemudian masuk ke mode *hold* (penjagaan suhu) selama waktu yang dibutuhkan. Kombinasi antara kontrol suhu dan waktu ini memungkinkan proses pasteurisasi berjalan secara otomatis, efisien, dan aman[3].

Beberapa penelitian sebelumnya juga telah menerapkan kontrol temperatur dan waktu berbasis otomasi untuk proses pemanasan cairan. Dalam penelitian sistem pemanas dan pengaduk susu menggunakan PLC Mitsubishi dengan sensor suhu dan water level, menunjukkan pentingnya sistem kendali suhu dan waktu dalam menjaga kestabilan proses pemanasan

tanpa intervensi manual[2]. Dalam proses pasteurisasi susu, kontrol suhu dan durasi waktu sangat krusial untuk menjamin kualitas produk akhir, terutama dalam membunuh mikroorganisme patogen tanpa merusak kandungan nutrisi susu. Keberhasilan ini tidak lepas dari peran penting alat pasteurisasi yang dirancang dengan sistem otomatis berbasis sensor suhu dan timer, yang memungkinkan proses pemanasan berjalan sesuai standar keamanan pangan.

Penelitian menunjukkan bahwa kontrol suhu, timer, dan pemanas berperan krusial dalam otomatisasi proses perebusan kecap kedelai. Sensor suhu LM35 memastikan suhu optimal (90°C), sementara timer mengatur durasi proses seperti perebusan dan pengadukan. Pemanas dikendalikan otomatis oleh PLC berdasarkan input suhu dan waktu, sehingga menghasilkan proses yang efisien, konsisten, dan mengurangi ketergantungan pada tenaga manusia[4].

Selain kontrol suhu dan waktu, keberadaan pengaduk (agitator) dalam tangki pasteurisasi juga berperan penting. Pergerakan adukan memastikan distribusi panas yang merata di seluruh volume susu, mencegah titik-titik panas lokal (hot spots) yang dapat menyebabkan degradasi nutrisi atau pembentukan kerak. Dengan kecepatan dan waktu adukan yang dapat diatur (set value), sistem ini menjamin keseragaman suhu selama proses pasteurisasi berlangsung. Implementasi sistem pengaturan suhu, waktu, dan pengadukan yang presisi memungkinkan proses produksi berlangsung secara efisien. Dengan mengintegrasikan timer dan kontrol suhu dalam sistem berbasis mikrokontroler, proses pasteurisasi tidak hanya menjadi lebih presisi, tetapi juga lebih hemat energi, waktu, dan meningkatkan keselamatan penggunaan bagi operator. Sistem ini juga memungkinkan mesin dirancang lebih ringkas dan, sesuai kebutuhan skala kecil atau menengah di industri rumah tangga [5].

2.2 Programmable Logic Controller (PLC) FX1N

PLC atau Programmable Logic Controller merupakan perangkat elektronik yang digunakan untuk mengendalikan dan mengotomatisasi proses dalam sistem industri. PLC beroperasi berdasarkan program logika yang ditulis dalam bahasa pemrograman tertentu, seperti ladder diagram, FBD (Function Block Diagram), atau STL (Statement List). Salah satu

produk unggulan dari Mitsubishi Electric adalah PLC FX1N, yang termasuk dalam kategori PLC mikro. PLC FX1N memiliki ukuran ringkas dan mendukung ekspansi hingga 128 titik I/O, serta dilengkapi dengan kemampuan komunikasi serial yang memungkinkan integrasi dengan HMI dan sistem SCADA. Kemampuannya dalam mendukung kontrol logika, pemrosesan analog, dan kontrol waktu menjadikannya sangat cocok untuk sistem otomatisasi skala kecil hingga menengah. Pemrograman sistem PLC Mitsubishi mengacu pada penyusunan algoritma dengan pembuatan syntax berbasis ladder menggunakan GX Developer/GX Work [6]. Gambar PLC FX1N-20MR dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2. 1 Gambar PLC FX1N-20MR

(Sumber: mitsubishielectric.com)

Untuk spesifikasi dari PLC FX1N sebagai berikut:

Tabel 2 1 Tabel Spesifikasi PLC FX1N

Spesifikasi PLC FX1N 20MR	
Brand	Mitsubishi
Manufacturer Series	FX1N
Number of Inputs	8 (Digital)
Output Type	Transistor
For Use With	FX1N Series
Input Type	Digital
Number of Outputs	6 (Transistor)

Voltage Category	12 → 24 V dc
Maximum Operating Temperature	+55°C
Minimum Operating Temperature	0°C
Depth	75mm
Program Capacity	8000 Steps
Dimensions	90 x 90 x 75 mm
Length	90mm
Width	90mm
Programming Interface	Computer
Output Current	500 Ma
Programming Language Used	Ladder Logic
Mounting Type	DIN Rail

2.3 Human Machine Interface (HMI) Touchwin TH465-MT

Human Machine Interface (HMI) adalah sistem yang menghubungkan manusia dengan mesin, memungkinkan pengendalian dan pemantauan sistem secara manual maupun real time melalui komputer. HMI bekerja dengan membaca data dari port I/O seperti COM, USB, atau RS232 yang terhubung ke kontroler. Dalam industri manufaktur, HMI tampil sebagai GUI di layar komputer, menampilkan informasi operasional mesin secara online[7]. Fungsinya mencakup visualisasi data proses secara real-time, pengaturan parameter, dan kontrol sistem. HMI Touchwin mempermudah pemantauan variabel seperti suhu, tekanan, dan kecepatan, serta memungkinkan pengguna untuk memberikan input secara langsung melalui layar. Gambar Human Machine Interface (HMI) Touchwin dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2. 2 HMI Touchwin

(Sumber: spstiger.eu)

Tabel 2 2 Tabel HMI Touchwin

Spesifikasi HMI Touchwin	
CPU	ARM9
Memory	128MB
Storage	128MB
Display	TFT LCD with LED backlight, offering 16.77 million colors.
Resolution	Varies by model, common resolutions include 800x480 and 480x272
Touch Panel	Typically a 4-wire resistive touch screen.
Serial Ports	Two independent COM ports supporting RS232, RS422, and RS485 communication.
USB Ports	USB-A (for data backup) and USB-B (for data transfer).
Ethernet	Some models support Ethernet communication, including MODBUS TCP and S7-1200 PLC protocols.
Clock	Standard clock function.

2.4 Power Supply 24VDC

Power supply 24VDC adalah perangkat yang mengubah tegangan AC menjadi tegangan DC 24 volt, yang umum digunakan sebagai catu daya untuk perangkat elektronik industri seperti PLC, HMI, dan sensor. Konversi ini melibatkan transformator step-down, penyearah gelombang (dioda bridge), dan regulator tegangan agar menghasilkan keluaran yang stabil. Power supply 24VDC memiliki fitur proteksi terhadap lonjakan arus, dan menjadi standar dalam sistem kontrol karena keamanannya dalam aplikasi tegangan rendah[8]. Gambar Power supply 24VDC dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2. 3 Power Supply 24VDC

(Sumber: <https://www.rs-online.id/>)

Tabel 2.3 Spesifikasi Power Supply 24VDC

Spesifikasi Power Supply 24VDC	
Model	PS-120-24
AC Input	176V -264V AC
DC Output:	+DC 24V ~ 5A
Total Power	120 Watt Max
Weight	290 grams
Dimension in Cm (P x L x T)	13 x 9.7 x 3

2.5 PWM Speed Controller DC 6V – 90V 15A

PWM (Pulse Width Modulation) adalah metode untuk mengatur kecepatan motor DC dengan mengubah lebar pulsa sinyal tegangan. PWM

bekerja dengan mempertahankan frekuensi sinyal tetap, namun mengatur duty cycle untuk menentukan besar tegangan rata-rata yang diberikan ke motor. Penggunaan PWM dalam kendali motor lebih efisien dibandingkan dengan metode resistif karena mengurangi pemborosan energi. PWM speed controller sering digunakan dalam sistem robotika, otomasi industri, dan perangkat elektronik lainnya. PWM digunakan untuk menghasilkan tegangan keluaran yang bervariasi secara linier, dari 0 volt hingga tegangan maksimum, guna mengatur aliran arus pada motor[9]. Gambar PWM Speed Control DC dapat dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 PWM Speed Control DC

(Sumber: <http://makerstore.com.au/product/>)

Tabel 2.4 Spesifikasi PWM Speed Control DC

Spesifikasi PWM Speed Control	
Input supply voltage	DC 6V ~ 90V
Maximum output power	1000W
Continuous output current	10A
Overload and short circuit protection current	15A
PWM frequency	16KHz
Duty Cycle adjustable	0% ~ 100%
Operating temperature	-20°C ~ 40°C
Size	64 x 59 x 28mm

2.6 Relay MY2N

Relay MY2N merupakan jenis relay elektromekanis dua kontak (2C/O) yang menggunakan prinsip kerja elektromagnetik untuk mengalihkan arus listrik dari satu sirkuit ke sirkuit lainnya. Relay MY2N memungkinkan pemisahan antara rangkaian kontrol dan beban, serta mampu menangani tegangan dan arus lebih tinggi meskipun dikendalikan oleh sinyal kecil dari

PLC. MY2N sering digunakan dalam pengendalian beban AC seperti motor, lampu, dan solenoid. Gambar Relay MY2N dapat dilihat pada Gambar 2.5.



Gambar 2. 5 Relay MY2N

(Sumber: rs-online.id)

Tabel 2.5 Spesifikasi Relay MY2N

Spesifikasi Relay MY2N	
Supply voltage	6 – 28 VDC
Operating current	$\leq 3A$
Maximum power output	80 W
Speed adjustment range	0 – 100 %
Connectivity	Motor + & - power supply +&-
Environment temprature	-30 - 80°C

2.7 PT 100 Transmitter 24V

Transmitter 24V digunakan untuk mengubah sinyal dari sensor fisik menjadi sinyal standar 4–20 mA atau 0–10 VDC yang sesuai dengan perangkat kontrol industri. Sinyal ini lebih stabil terhadap gangguan elektromagnetik dan mampu dikirimkan dalam jarak jauh tanpa degradasi signifikan. Transmitter bekerja dengan menerima sinyal dari sensor seperti RTD atau termokopel, lalu mengkonversikannya menjadi sinyal tegangan atau arus yang dapat dibaca oleh PLC atau sistem SCADA. Gambar PT 100 Transmitter 24V dapat dilihat pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6 PT 100 Transmitter 24V

(Sumber: <https://www.rs-online.id/>)

2.8 Sensor PT100

Sensor PT100 adalah jenis RTD (Resistance Temperature Detector) yang berbahan dasar platinum, memiliki resistansi 100 Ohm pada suhu 0°C. Sensor ini bekerja berdasarkan prinsip bahwa resistansi logam meningkat secara linear terhadap kenaikan suhu. PT100 dikenal karena stabilitas jangka panjangnya, sensitivitas tinggi, dan akurasi dalam pengukuran suhu. Sensor ini sangat ideal untuk aplikasi industri, termasuk proses pemanasan, pengolahan makanan, dan sistem HVAC. Gambar Sensor PT 100 dapat dilihat pada Gambar 2.7.



Gambar 2.7 Sensor PT100

(Sumber: srcsl.com)

Tabel 2.6 Spesifikasi Sensor PT100

Spesifikasi Sensor PT100	
Sensor type	RTD (Resistance Temperature Detector) PT100
Temperature range	From -200 °C to +850 °C
Protective sheath	Stainless steel, Inconel, or Teflon (depending on operating conditions)
Plunger diameter	From 3 mm to 8 mm
Useful plunger length	From 50 mm to 1000 mm
Connection	Single element 2, 3 or 4 wires, or double element on request
Protection class	Up to IP68
Electrical approval	ATEX explosion-proof or intrinsically safe (options available)
Accuracy	Class A or B according to IEC 60751, 1/3 B or 1/10 B
Connection head	Form B, Form BUZ, Form B mini, or Customized
Connection	Threaded, compression or flanged (depending on specific application requirements)
Output	Analog output via converter (optional)

2.9 Heater 220V 300W

Heater listrik 220V 300W adalah alat pemanas resistif yang mengubah energi listrik menjadi panas melalui elemen pemanas. Heater digunakan dalam berbagai aplikasi mulai dari pemanasan cairan hingga pemanasan ruang terbatas. Daya 300W menandakan kapasitas termal yang sedang, cocok untuk proses pemanasan skala kecil. Efisiensi pemanas listrik dipengaruhi oleh konduktivitas termal bahan, resistansi listrik, dan luas permukaan pemanas. Gambar Heater 220V 300 W dapat dilihat pada Gambar 2.8.



Gambar 2.8 Heater 220V 300W

(Sumber: amazon.com)

Tabel 2.7 Spesifikasi Heater 220V 300W

Spesifikasi Heater	
Form	Heating Tube
Power Available	300W
Tube Diameter	3mm, 4mm, 8mm, 10mm, 3/8", 12mm (Can Be Customized)
Thermocouple	K Type Thermocouple or J Type Thermocouple
Wire Material	Silicone Rubber, Glassfiber, or Customzied
Shape	Tubular
Voltages Available	12V, 24V, 36V, 110V, 220V, 230V, 240V, 380V
Tube Sheath	Stainless Steel 304,321,316, Incoloy 800, Incoloy

2.10 Solid State Relay (SSR) 24V DA 25

Solid State Relay (SSR) adalah saklar elektronik tanpa komponen mekanis, menggunakan semikonduktor seperti TRIAC atau MOSFET untuk mengontrol aliran arus listrik. SSR 24V diaktifkan oleh sinyal kontrol DC

24V dan digunakan untuk mengalirkan arus AC ke beban seperti heater atau motor. Keunggulan SSR adalah ketahanan terhadap getaran, tidak menimbulkan loncatan bunga api, dan kecepatan switching yang tinggi. SSR sangat cocok untuk sistem kontrol otomatis yang membutuhkan switching cepat dan presisi tinggi. Gambar SSR dapat dilihat pada Gambar 2.9.



Gambar 2.9 Solid State relay (SSR) 25 DA

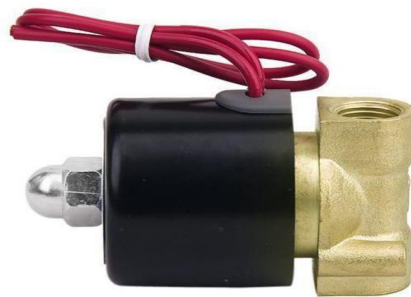
(Sumber: <https://fluxelectronix.com/>)

Tabel 2.8 Spesifikasi Solid State Relay

Spesifikasi Solid State Relay	
Model	SSR-25DA
Rate Load Current	25 A
Operating Voltage	3~32VDC
Min. ON/OFF Voltage	ON > 2.4V , OFF < 1.0V
Trigger Current	7.5mA/12V
Control Method	Zero Cross Trigger
Operating Voltage	24~380VAC
Min. Black Voltage	600 VAC <Repetitive>
Voltage Drop	1.6 V/25 C
Max. Durated Current	275A
Leakage Current	3.0mA
ResponseTime	ON < 10ms, OFF < 10ms

2.11 Electric Valve 1/4 Inch 220V

Electric valve atau solenoid valve 1/4" 220V adalah jenis katup otomatis yang bekerja berdasarkan prinsip elektromagnetik. Saat kumparan menerima tegangan 220V, medan magnet yang dihasilkan akan menarik plunger dan membuka jalur aliran. Electric valve digunakan dalam sistem perpipaan industri untuk mengendalikan aliran fluida secara otomatis. Ukuran 1/4" menunjukkan kapasitas aliran sedang, cocok untuk sistem kecil-menengah seperti pemrosesan cairan di laboratorium atau pengolahan makanan. Gambar Electric Valve ¼ Inch 220V terlihat pada Gambar 2.10.



Gambar 2. 10 Electric Valve ¼ Inch 220V

(Sumber: amazon.com)

Tabel 2.9 Spesifikasi Electric Valve ¼ Inch 220V

Spesifikasi Electric Valve	
Control Voltage	DC10-18V, DC20-28V
Control Current	≤12mA
Load Voltage Range	24-380VAC
Load Current	40A
Off-state Leakage Current	≤4mA
On-state Voltage	≤1.5V
On-off Time	≤10mS
Dielectric Strength	2000VAC
Insulation Resistance	500MΩ@500VDC
Ambient temperature	-20~+70°C
Mounting Methods	PCB or Bolt Fixing
Work Instructions	LED
Net Weight	157g