

**PERANCANGAN PROTOTYPE SISTEM KONTROL SUHU
PADA TANGKI PENYIMPANAN *CRUDE PALM OIL* (CPO)**

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Untuk Menyelesaikan

Pendidikan Strata Satu (S-1)

Pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri

Universitas Bung Hatta

Oleh :

Debi Rahmad Hidayat
2010017111016



**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO FAKULTAS
TEKNOLOGI INDUSTRI UNIVERSITAS
BUNG HATTA**

2025

LEMBARAN PENGESAHAN

SKRIPSI

**PERANCANGAN PROTOTYPE SISTEM KONTROL SUHU PADA
TANGKI PENYIMPANAN *CRUDE PALM OIL* (CPO)**

Diajukan Sebagai Salah Satu Untuk Menyelesaikan Pendidikan Strata Satu (S-1)

Pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri

Universitas Bung Hatta

Oleh :

Debi Rahmad Hidayat
2010017111016

Disetujui Oleh :

Pembimbing

Dr. Hidayat, S.T., M.T. IPM
NIK : 960700420

Mengetahui :

Ketua Jurusan Teknik Elektro

Universitas Bung Hatta

Ir. ARZUL, MT
NIK : 941 100 396

KATA PENGANTAR



Puji syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan penelitian ini dengan judul *“PERANCANGAN PROTOTYPE SISTEM KONTROL SUHU PADA TANGKI PENYIMPANAN CRUDE PALM OIL (CPO)”*.

Penelitian ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan dan memperoleh gelar kesarjanaan (Strata-1) pada jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta Padang.

Dalam menyusun penelitian ini, penulis banyak mendapatkan bantuan dan bimbingan serta pengarahan dari berbagai pihak, karena itu penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

- Bapak Dr. Hidayat, S.T., M.T. IPM (Pembimbing)

Penulis juga tidak lupa mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada berbagai pihak yang telah membantu dan membimbing penulis sehingga laporan ini dapat diselesaikan.

1. Kepada kedua Orang tua saya yang telah mendidik, membesarkan dan memberikan semua kasih sayangnya hingga saat ini, yang selalu mendoakan dan memberikan dukungan dalam meraih setiap cita dan harapan.
2. Ibuk Prof. Dr. Eng. Reni Desmiarti, ST. MT selaku dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta.
3. Bapak Ir.Arzul, MT. selaku ketua Jurusan Jurusan Teknik Elektro Universitas Bung Hatta.
4. Bapak Ir. Cahayahati, M.T selaku Penasehat Akademis.
5. Bapak Dr. Hidayat, S.T, M.T, IPM selaku dosen pembimbing dalam pembuatan laporan skripsi yang telah meluangkan waktunya untuk membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan laporan skripsi.

6. Bapak/ibu dosen jurusan Teknik Elektro Universitas Bung Hatta.
7. Teman-teman yang telah banyak membantu dalam pelaksanaan dan penulisan proposal ini.

Penulis telah berusaha melakukan yang terbaik dalam penulisan skripsi ini namun penulis menyadari masih jauh dari kesempurnaan dan keterbatasan yang ada dalam penulisan skripsi ini. Oleh karena itu sumbangan, gagasan, kritikan, saran dan masukan yang akan membangun penulis terima dengan senang hati demi kesempurnaan skripsi ini. Akhir kata penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan sumbangan pengetahuan bagi pihak yang membutuhkan.

Padang, Februari 2025

Debi Rahmad Hidayat

ABSTRAK

Penurunan mutu *Crude Palm Oil* (CPO) dapat terjadi selama penyimpanan distorage tank dan ketika proses pengiriman, dikarenakan adanya reaksi oksidasi dan reaksi hidrolisis sehingga menurunkan suhu CPO selama penyimpanan. Suhu di penyimpanan CPO yang tidak terkontrol dengan baik, sering kali menjadi penyebab terjadinya penurunan mutu CPO di dalam storage tank. Penelitian ini bertujuan untuk merancang prototype sistem kontrol dalam memanaskan CPO, memperoleh data suhu dan ketinggian permukaan CPO secara real time dan mensirkulasikan CPO untuk mendapatkan suhu yang lebih homogen. Suhu tangki penyimpanan dijaga 50°C. Hasil dari pengontrolan suhu pada tangki penyimpanan CPO (*Crude Palm Oil*) menunjukkan hasil yang mendekati dengan alat ukur thermometer digital dengan persentase error sebesar 0,37% dan pengendalian suhu sudah sesuai berdasarkan dengan suhu yang disetting.

Kata kunci : *Crude Palm Oil, Sensor DS18B20, Pengontrolan Suhu.*

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN

KATA PENGANTAR.....	i
ABSTRAK	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	x

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah.....	I-1
1.2 Rumusan Masalah	I-3
1.3 Batasan Masalah.....	I-3
1.4 Tujuan Penelitian.....	I-3
1.5 Manfaat Penelitian.....	I-3

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Penelitian.....	II-4
2.2 Landasan Teori	II-7
2.2.1 Teori Sensor Temperature	II-7
2.2.2 Teori Mikrokontroler.....	II-10
2.2.3 Triac	II-14
2.2.4 Elemen Pemanas	II-19
2.2.5 Teori Transduser	II-24
2.2.6 Teori Bahasa Pemrograman.....	II-25
2.2.7 Sistem Kontrol PID (<i>Proportional Integral Derivative</i>).....	II-30
2.3 Hipotesis	II-38

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Konsep Perancangan	III-39
3.1.1 Alat dan Bahan Penelitian	III-39
3.2 Alur Penelitian	III-50
3.3 Perancangan	III-52
3.3.1 Perancangan Perangkat Keras (<i>Hardware</i>)	III-53
3.3.1.1 Perancangan Pengontrolan Suhu CPO	III-53
3.3.2 Perancangan Perangkat Lunak (<i>Software</i>)	III-56
3.4 Pengontrolan Suhu pada Tangki Penyimpanan CPO	III-58
3.5 Deskripsi Sistem dan Analisis	III-60

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Deskripsi Penelitian	IV-61
4.2 Pengujian Alat	IV-62
4.2.1 Pengujian Perangkat Keras (<i>Hardware</i>)	IV-62
4.2.1.1 Pengujian Arduino UNO	IV-62
4.2.1.2 Pengujian DS18B20	IV-63
4.2.1.3 Pengujian Dimmer	IV-64
4.2.1.4 Pengujian Power Supply	IV-66
4.2.1.5 Pengujian Modul <i>Step Down</i> LM2596	IV-67
4.2.2 Pengujian Perangkat Lunak (<i>Software</i>)	IV-67
4.2.2.1 Pengujian Software Arduino	IV-67
4.2.3 Pengujian Sistem Keseluruhan	IV-68
4.2.3.1 Pengujian Sistem Tanpa Gangguan	IV-68
4.2.3.1 Pengujian Sistem dengan Gangguan	IV-70

4.3 Analisis Hasil Pengujian	IV-73
------------------------------------	-------

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan	75
5.2 Saran	76

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar Halaman

Gambar 2.1	Blok diagram Mikrokontroler.....	II-10
Gambar 2.2	Triac.....	II-14
Gambar 2.3	Rangkaian Pengendali tegangan AC	II-17
Gambar 2.4	Triac.....	II-17
Gambar 2.5	Bentuk Gelombang Output Kontrol Tegangan AC 1 Fasa	II-18
Gambar 2.6	Elemen Pemanas.....	II-20
Gambar 2.7	Diagram Blok sistem kontrol berumpan balik.....	II-30
Gambar 2.8	Sistem Kendali PI Kontroller	II-32
Gambar 2.9	Diagram Blok control Proporsional.....	II-32
Gambar 2.10	Tanggapan sistem terhadap aksi control proporsional.....	II-33
Gambar 2.11	Diagram Blok Kontroler Integral (I)	II-34
Gambar 2.12	Tanggapan sistem terhadap aksi control integral.....	II-34
Gambar 2.13	Tanggapan sistem terhadap aksi control PID	II-37
Gambar 3.1	Laptop Asus VivoBook 14 A409JP	III-40
Gambar 3.2	Kurva S.....	III-41
Gambar 3.3	Penentuan Parameter L dan T.....	III-41
Gambar 3.4	Blok Diagram Sistem Loop Tertutup.....	III-42
Gambar 3.5	Osilasi Stabil untuk Mencari Nilai	III-43
Gambar 3.6	Triac.....	III-44

Gambar 3.7	DS18b20	III-46
Gambar 3.8	Arduino Uno	III-47
Gambar 3.9	Tampilan Software Arduino IDE	III-49
Gambar 3.10	Langkah – Langkah pelaksanaan penelitian	III-52
Gambar 3.11	Blok Diagram Pengontrolan Suhu	III-53
Gambar 3.12	Rangkaian DS18b20 dan Arduino	III-53
Gambar 3.13	Kodingan Pembacaan Suhu Penyimpanan CPO	III-54
Gambar 3.14	Rangkaian Pengontrolan Tegangan Arduino	III-55
Gambar 3.15	Kodingan Sistem Kontrol Tegangan	III-56
Gambar 3.16	Flowchart Alur Kerja Sistem	III-57
Gambar 3.17	Codingan Pengaturan Suhu	III-58
Gambar 3.18	Blok Diagram Pengontrolan Suhu & Monitoring Tangki Penyimpanan (CPO)	III-58
Gambar 3.19	Rancangan Sistem Kontrol Suhu	III-59
Gambar 4.1	Prototype Sistem Kontrol Suhu	IV-61
Gambar 4.2	Pengujian Arduino	IV-62
Gambar 4.3	Pengujian DS18b20	IV-63
Gambar 4.4	Pengujian Dimmer	IV-65
Gambar 4.5	Bahasa pemograman pengujian dimmer	IV-65
Gambar 4.6	Grafik hasil pengujian dimmer	IV-66
Gambar 4.7	Pengujian Power Supply	IV-66
Gambar 4.8	Pengujian Modul <i>Step Down</i> LM296	IV-67
Gambar 4.9	Pengujian <i>Software</i> Arduino menggunakan Arduino IDE ...	IV-68

Gambar 4.10 Grafik pengujian tanpa gangguan.....IV-69

Gambar 4.11 Grafik pengujian dengan gangguan.....IV-62

DAFTAR TABEL

Tabel2.1	Tanggapan sistem control PID terhadap perubahan parameter ...	IV-31
Tabel2.2	Respon Kendali PID terhadap Perubahan Konstanta Parameter .	IV-36
Tabel4.1	Perbandingan hasil pembacaan suhu modul Sensor DS18B20 dan thermometer digital.....	IV-64
Tabel4.2	Pengujian Dimmer.....	IV-65
Tabel4.3	Pengujian Sistem Tanpa Gangguan	IV-69
Tabel4.4	Pengujian Sistem dengan Gangguan	IV-71

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

CPO biasanya digunakan untuk kebutuhan industri kosmetik, pangan, kimia dan industri pakan ternak. Sebesar 90% minyak sawit digunakan untuk bahan pangan seperti margarin, minyak goreng, shortening, pengganti lemak kakao, vanaspati (*vegetable ghee*) dan untuk kebutuhan industri es krim, roti, cokelat, makanan ringan dan biskuit. Sisanya, 10% minyak sawit digunakan untuk industri oleh kimia yang menghasilkan metil ester, fatty alcohol, asam lemak dan surfaktan (Pamani, 2014). Mutu CPO yang dihasilkan pabrik kelapa sawit pada umumnya diketahui berdasarkan nilai kadar Asam Lemak Bebas (ALB), kandungan air, banyaknya kotoran dalam CPO. Adapun syarat mutu berdasarkan SNI 01-2901 tahun 2006 yaitu Kadar asam lemak bebas maks 5%, kadar air maksimal 0,45% dan kadar kotoran maksimal 0,05% (Hadi et al., 2012).

Tangki penyimpanan atau storage tank merupakan tempat penyimpanan CPO dan menjaga CPO dari kontaminan yang dapat menurunkan kualitas. Salah satu faktor yang menjadi acuan dalam penentuan kualitas CPO dalam transaksi perdagangan adalah Asam Lemak Bebas (ALB). ALB merupakan asam lemak yang tidak terikat dengan trigliserida dan posisinya bebas. Terbebasnya posisi Asam Lemak Bebas (ALB) dari ikatan trigliserida terjadi karena proses hidrolisis enzim lipase dan oksidasi. Semakin banyak terjadi proses hidrolisis dan oksidasi berlangsung, mengakibatkan Asam Lemak Bebas (ALB) semakin banyak terbentuk, sehingga mengakibatkan mutu CPO menurun.

Cara yang dilakukan untuk menonaktifkan enzim lipase yakni melalui pemanasan dengan temperatur optimum pada rentang suhu (45 – 55 °C) dan selanjutnya didistribusikan secara merata ke seluruh bagian tangki (Salhin dan Abdurrrhman 2013). Permasalahan yang timbul di dalam storage tank adalah adanya temperature yang fluktuatif selama penyimpanan produk CPO. Faktor-faktor yang

mengakibatkan fluktuatifnya temperatur di storage tank umumnya terjadi karena *inputsteam* yang tidak terkontrol, perubahan volume CPO di *storage tank*.

Proses pengontrolan suhu tangki penampungan pada industri CPO (*Crude Palm Oil*) merupakan hal yang sangat penting. CPO (*Crude Palm Oil*) atau minyak kelapa sawit adalah minyak nabati edibel yang didapatkan dari *mesocarp* (lapisan tengah) buah pohon kelapa sawit. CPO merupakan minyak kelapa sawit mentah yang diperoleh dari hasil ekstraksi atau dari proses pengempaan daging buah kelapa sawit dan belum mengalami pemurnian. Permasalahan yang timbul di dalam storage tank adalah adanya temperatur yang fluktuatif selama penyimpanan produk CPO. Faktor-faktor yang mengakibatkan fluktuatifnya temperatur di storage tank umumnya terjadi karena *inputsteam* yang tidak terkontrol, perubahan volume CPO di storage tank, dan suhu lingkungan. Temperatur yang terlalu tinggi storage tank dapat mempercepat penurunan kandungan beta karoten yang akan menurunkan kualitas CPO, sementara temperatur rendah dapat mengakibatkan penggumpalan minyak. Oleh karena itu diperlukan system pengontrolan suhu pada tangki penyimpanan CPO agar kualitas dari CPO tetap terjaga. Berdasarkan Berdasarkan penelitian ini temperatur yang optimum untuk mempertahankan kualitas CPO adalah 50 °C. Pengontrolan suhu minyak kelapa sawit (CPO) di tangki penyimpanan pabrik kelapa sawit saat ini masih dilakukan secara manual oleh pekerja dan dilakukan dua kali sehari. Teknik pemantauan tersebut dinilai memiliki kesalahan serta pekerjaan berisiko tinggi karena pekerja harus memanjat tangki penyimpanan yang tinggi, dan hasilnya tidak real time.

Pada penelitian prototyoe sistem kontrol suhu menggunakan sensor DS18B20 sebagai pembaca suhu CPO dalam tangki penyimpanan dan Dimmer sebagai pengatur tegangan pada heater yang bertujuan untuk mengontrol suhu pada heater. Dari pembacaan suhu tersebut maka sistem pengontrolan tegangan akan mengendalikan suhu pada heater sesuai nilai yang telah ditentukan yaitu 45 – 55°C untuk menjaga kualitas dari *Crude Palm Oil* (CPO). Data yang diterima oleh microcontroller akan mengendalikan trigger dari triac yang akan mengatur tegangan dari system pengaturan suhu tangki penyimpanan CPO dan microcontroller. Oleh karena itu

penulis mengambil judul “**Perancangan Prototype Sistem Kontrol Suhu pada Tangki Penyimpanan *Crude Palm Oil* (CPO)**”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasar pada latar belakang yang dipaparkan di atas, dirumuskan adalah Berikut ini :

1. Bagaimana merancang prototipe sistem control suhu *Crude Palm Oil* (CPO)?
2. Bagaimana suhu dapat dikontrol sesuai kebutuhan *Crude Palm Oil* (CPO)?

1.3 Batasan Masalah

Agar tidak menyimpang dari pokok bahasan yang telah ditentukan maka perlu dibatasi masalah sebagai berikut :

1. Sistem pengontrolan suhu pada tanki CPO yang dirancang dalam bentuk prototipe.
2. Menggunakan software Arduino IDE untuk program dari sistem yang dibuat
3. Menggunakan sensor DS18B20 sebagai sensor untuk membaca suhu CPO menggunakan microcontroller.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mendapatkan prototipe sistem control suhu *Crude Palm Oil* (CPO)
2. Mendapatkan sistem kontrol suhu sesuai kebutuhan *Crude Palm Oil* (CPO)

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari perencanaan ini adalah :

1. Sistem ini membantu menjaga kualitas CPO dengan mengontrol suhu secara optimal, mencegah proses hidrolisis dan oksidasi.
2. Penelitian ini bisa menjadi referensi bagi akademisi dan praktisi yang ingin mengembangkan teknologi kontrol suhu lebih lanjut dalam industri pengolahan minyak sawit atau industri lainnya.