

**PERANCANGAN SISTEM KONTROL PENYULINGAN
MINYAK ATSIRI KAPASITAS MAKSIMAL 5 KG
BERBASIS PLC**

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Menyelesaikan

Pendidikan Strata Satu (S-1) Jurusan Teknik Elektro

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Bung Hatta

Oleh:

SABTONI
2410017111033



**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS BUNG HATTA
PADANG
2026**

LEMBARAN PENGESAHAN
PERANCANGAN SISTEM KONTROL PENYULINGAN MINYAK
ATSIRI KAPASITAS MAKSIMAL 5 KG
BERBASIS PLC

SKRIPSI

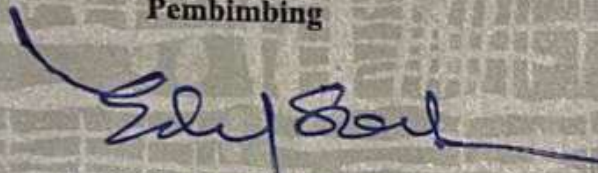
*Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Dalam Menyelesaikan
Program Strata Satu (S-1) Pada Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Bung Hatta*

Oleh

SABTONI
2410017111033

Disetujui Oleh:

Pembimbing



Ir. Eddy Soesilo, M.Eng
NIDN : 920000288

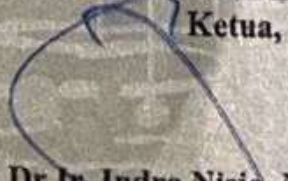
Disahkan Oleh :

Fakultas Teknologi Industri
Dekan,



Prof. Dr. Eng. Reni Desmiarti, ST.MT
NIDN: 1012097403

Jurusan Teknik Elektro
Ketua,



Dr. Ir. Indra Nisja, M.Sc
NIDN: 201810683

LEMBAR PENGUJI
PERANCANGAN SISTEM KONTROL PENYULINGAN MINYAK
ATSIRI KAPASITAS MAKSIMAL 5 KG BERBASIS PLC

SKRIPSI

SABTONI
NPM : 2410017111033

*Dipertahankan Di Depan Penguji Skripsi
Program Strata Satu (S-1) Pada Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta
Hari : Jumat, 6 Maret 2026*

No. Nama

1. Ir. Eddy Soesilo, M.Eng
(Ketua dan Penguji)
2. Dr. Ir. Indra Nisja, M.Sc
(Penguji)
3. Ir. Cahayahati, MT
(Penguji)

Tanda Tangan



PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Dengan ini saya menyatakan bahwa ini sebagian maupun keseluruhan Skripsi saya dengan judul "Perancangan Sistem Kontrol Penyulingan Minyak Atsiri Kapasitas Maksimal 5 Kg Berbasis PLC" adalah benar-benar hasil karya intelektual mandiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diizinkan dan bukan merupakan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya sendiri.

Semua referensi yang dikutip maupun dirujuk telah ditulis secara lengkap pada daftar pustaka. Apabila ternyata pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Padang, 6 Maret 2026



KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirobbil'alamiin, segala Puji bagi Allah subhanahuwata'ala, karena dengan Rahmat dan hidayahNya lah penulis dapat Menyusun skripsi yang berjudul **“Perancangan sistem control penulungan minyak atsir berbasis PLC”** ini. Selama penulisan dan penyusun proposal skripsi ini, penulis banyak mendapatkan pengetahuan untuk menambah khasanah berfikir penulis.

Penulis sangat menyadari, bahwa skripsi ini masih sangat jauh dari kesempurnaan. Hal ini salah satunya adalah keterbatasan dari diri penulis sendiri, sehingga pada penulisan proposal skripsi ini mengalami hambatan dan kesulitan, namun dengan bantuan berbagai pihak, sehingga hambatan dan kesulitan tersebut dapat diatasi.

Pada kesempatan ini, penulis menyampaikan banyak terimakasih kepada kedua orang tua penulis, Ayahnda Junadi Sabirin (Alm) dan Ibunda Suma rni, yang selama ini selalu menjadi pendorong dan pemberi motivasi kepada penulis. Tak lupa penulis mengucapkan terimakasih kepada istri tercinta Puji Rahayu, dan anak-anak penulis, yang selalu mendukung penulis dalam menempuh Pendidikan melanjutkan ini.

Tak lupa pula, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih yang setinggi-tingginya kepada:

1. Ir Eddy Soesilo, M.Eng, selaku pembimbing skripsi, yang dari awal memberi dukungan
2. Ir. Yani Ridal, MT, selaku koordinator untuk Mahasiswa RPL 2024
3. Mirzazoni, ST, MT, yang sabar membimbing penulis dalam pembuatan proposal
4. Ir. Cahayahati, MT selaku pembimbing akademik Penulis
5. Dosen-dosen lain di Teknik Elektro Universitas Bung Hatta serta rekan-rekan mahasiswa RPL Teknik Elektro Angkatan 2024

ABSTRAK

Minyak atsiri, hasil penyulingan dari bahan-bahan alami dalam penelitian ini bahan yang digunakan adalah serai wangi, memiliki nilai ekonomis relatif tinggi. Proses penyulingan dilakukan menggunakan alat suling yang terdiri dari beberapa komponen utama seperti boiler, destilator, kondensor, dan separator, yang pada umumnya untuk skala menengah dan kecil, masih menggunakan sistem konvensional, yang mempengaruhi jumlah dan kualitas minyak yang dihasilkan serta waktu produksi.

Salahsatu cara untuk mengatasi permasalahan-permasalahan pada sistem penyulingan secara konvensional adalah membuat sistem kontrol otomatis, Penelitian ini bertujuan mengoptimalkan jumlah dan kualitas minyak serta efisiensi waktu produksi dengan mengontrol secara otomatis setiap bagian komponen penyulingan (boiler, destilator, kondensor, dan separator) berbasis PLC.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
KATA PENGANTAR	i
ABSTRACT	ii
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR GAMBAR.....	v
DAFTAR TABEL	vi
BAB I PENDAHULUAN	I-1
1.1 Latar Belakang	I-1
1.2 Rumusan Masalah	I-4
1.3 Batasan Masalah.....	I-4
1.4 Tujuan Penelitian.....	I-5
1.5 Manfaat Penelitian	I-5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	II-1
2.1 Tinjauan Penelitian.....	II-1
2.1.1 Penelitian Oleh Syamsul dkk,2016	II-1
2.1.2 Penelitian Oleh Angga Herviona Ikwanudin dkk,2025	II-1
2.1.3 Penelitian Oleh Tito Rana Prdiptod dkk,2015	II-1
2.2 Landasan Teori	II-2
2.2.1 PLC	II-2
2.2.2 Sensor.....	II-5
2.2.2.1 Definisi Sensor	II-5
2.2.2.2 Sifat Sensor.....	II-6
2.2.2.3 Klasifikasi Sensor berdasarkan pemakaiannya.....	II-7

2.2.2.4 Klasifikasi Sensor berdasarkan metode perubahan energinya.....	II-7
2.2.3 Aktuator.....	II-8
2.2.4 Ketel Uap (Boiler).....	II-12
2.2.5 Destilator.....	II-13
2.2.6 Kondensor	II-15
2.2.6.1 General Spray condenser.....	II-15
2.2.6.2 Single Pass Condensor.....	II-16
2.2.7 Pemisah (Separator)	II-17
2.2.8 Sistem Pendingin Kondensor	II-18
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	III-1
3.1 Alat dan Bahan Penelitian.....	III-1
3.1.1 Pembuatan/Perakitan Perangkat Keras	III-1
3.1.1.1 Komponen Mekanis.....	III-1
3.1.1.2 Komponen Elektrik.....	III-2
3.1.2 Pembuatan Perangkat Lunak.....	III-2
3.1.3 Bahan.....	III-7
3.2 Alur Penelitian.....	III-7
3.3 Tahapan Penelitian	III-7
BAB IV HASIL DAN ANALISA	IV-12
4.1 Implementasi Sistem.....	IV-12
4.2 Realisasi Prototipe Fisik.....	IV-12
4.2.1 Implementasi Perangkat Keras (Hardware).....	IV-13
4.2.2 Implementasi Perangkat Lunak (Software).....	IV-16
4.2.3 Implementasi Kontrol Boiler	IV-17
4.2.4 Implementasi Kontrol Destilator	IV-17

4.2.5 Implementasi Kontrol Kondensor	IV-18
4.2.6 Implementasi Kontrol Separator	IV-18
4.3 Pengujian Sistem.....	IV-19
4.3.1 Pengujian Fungsional Input/Output (I/O)	IV-19
4.3.2 Pengujian Akurasi Sensor (Kalibrasi)	IV-20
4.3.3 Pengujian Sensor Float Level	IV-22
4.3.4 Pengujian Kinerja Kontrol Otomatis.....	IV-24
4.4 Analisis Kinerja Sistem Kontrol.....	IV-26
4.4.1 Analisis Energi Pemanasan Boiler.....	IV-26
4.4.2 Analisis Rise Time dan Stabilitas.....	IV-27
4.4.3 Analisis Error Sensor.....	IV-27
4.4.4 Analisis Waktu Respon PLC.....	IV-27
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	V-50
5.1 Kesimpulan	V-28
5.2 Saran.....	V-29

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 PLC Haiwell A8.....	II-4
Gambar 2.2 Sifat sensor berdasarkan klasifikasi sesuai fungsinya.....	II-6
Gambar 2.3 Boiler pipa api.....	II-12
Gambar 2.4 Boiler pipa air.....	II-13
Gambar 2.5 Kondensor.....	II-16
Gambar 2.6 Separator (Pemisah).....	II-18
Gambar 3.1 Skematik Proses Penyulingan.....	III-2
Gambar 3.2 Blok Diagram.....	III-3
Gambar 3.3 Flowchart Proses Boiler.....	III-4
Gambar 3.4 Flowchart Proses Boiler.....	III-5
Gambar 3.5 Flowchart Proses Kondensor.....	III-6
Gambar 3.6 Flowchart Proses Separator.....	III-6
Gambar 3.7 Diagram Alir Alur Penelitian	III-10
Gambar 4.1 Prototipe Sistem Penyulingan Minyak Atsiri Kapasitas 5 kg	IV-13
Gambar 4.2 Panel Kontrol PLC Haiwell A8 Tampak Luar.....	IV-14
Gambar 4.3 Panel Kontrol PLC Haiwell A8 Tampak Dalam.....	IV-14
Gambar 4.4 Pemasangan Sensor Float Level pada Tangki Boiler.....	IV-14
Gambar 4.5 Pemasangan Sensor PT-100 pada Tangki Boiler.....	IV-15
Gambar 4.6 Pemasangan Sifon Sensor Pressure Transmitter pada Tangki Boiler.....	IV-15
Gambar 4.7 Pemasangan Heater 2000Watt dan 500Watt pada Tangki Boile.....	IV-16
Gambar 4.8 Ladder Diagram Kontrol Boiler.....	IV-17
Gambar 4.9 Ladder Diagram Kontrol Destilator.....	IV-18
Gambar 4.10 Ladder Diagram Kontrol Kondensor.....	IV-18
Gambar 4.11 Ladder Diagram Kontrol Separator.....	IV-19
Gambar 4.12 Grafik Garis Perbandingan Suhu Standar vs Suhu HMI.....	IV-21
Gambar 4.13 Kurva Respon Suhu terhadap Waktu.....	IV-25

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Fungsional I/O.....	IV-19
Tabel 4.2 Data Pengujian Akurasi Sensor Suhu.....	IV-19
Tabel 4.3 Data Pengujian Akurasi Sensor Tekanan.....	IV-22
Tabel 4.4 Data Pengujian Akurasi Sensor Float Level.....	IV-23
Tabel 4.5 Respon Waktu Pemanasan Boiler.....	IV- 25

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara yang memiliki keanekaragaman tumbuhan yang dapat dimanfaatkan sebagai salah satu sumber minyak atsiri. Kebutuhan minyak atsiri dunia semakin meningkat seiring dengan meningkatnya perkembangan industri modern seperti industri parfum, kosmetik, makanan, aroma terapi dan obat-obatan (*Fathoni. 20203*) [1]

Salah satu tanaman obat yang sering diuji dan digunakan adalah sereh wangi (*Cymbopogon nardus*). Sereh wangi memiliki senyawa aktif yang dapat digunakan untuk pengobatan seperti antibakteri, antifungi dan antiinflamasi (*Chooi, 2008*). Salah satu senyawa aktif yang terdapat pada sereh wangi adalah sitronelal yang terkandung dalam minyak atsirinya yang memiliki aktivitas antibakteri (*Agustian dkk, 2007*). [2]

Metode untuk meng-ekstraksi bahan nilam menjadi minyak atsiri salah satunya adalah dengan metode penyulingan. Menurut (*Anwar dkk,2016*) [3] pada umumnya dikenal 3 metode penyulingan antara lain sebagai berikut:

a. Penyulingan dengan air

Metode penyulingan dengan air merupakan metode paling mudah dibanding metode lainnya. Pada metode ini, bahan tanaman dimasukkan dalam ketel suling yang sudah diisi air sehingga bahan baku daun sereh bercampur dengan air. Metode ini relatif sederhana, demikian juga bahan untuk ketel pun yang mudah didapat. Beberapa penyuling bahkan dapat menggunakan drum bekas oli, minyak tanah, atau drum bekas aspal sebagai ketel. Perbandingan air dan bahan baku daun harus seimbang. Bahan baku dimasukkan dan dipadatkan, selanjutnya ketel ditutup rapat agar tidak ada celah untuk uap keluar. Uap yang hasil perebusan air dan bahan dialirkan melalui pipa menuju ketel kondensator yang mengandung air dingin sehingga terjadi pengembunan (kondensasi). Selanjutnya air dan minyak

ditampung dalam tangki pemisah. Pemisahan air dan minyak ini berdasarkan perbedaan berat jenis. Dalam metode penyulingan ini, terdapat kelemahan dimana bila bahan berbentuk tepung dan bunga-bunga yang mudah membentuk gumpalan jika terkena panas tinggi. Selain itu, karena dicampur menjadi satu, waktu penyulingan menjadi lama dan jumlah minyak yang dihasilkan relatif sedikit. Metode penyulingan ini kurang baik dipergunakan untuk bahan fraksi sabun dan bahan yang larut dalam air. Jika tidak diawasi, bahan yang akan disuling dapat hangus karena suhu pemanasan yang tinggi.

b. Penyulingan dengan air dan uap

Metode ini disebut juga sistem kukus. Metode pengukusan, bahan diletakkan pada piringan besi berlubang seperti ayakan yang terletak beberapa centi di atas permukaan air. Pada prinsipnya, metode ini menggunakan uap bertekanan rendah, dibandingkan dengan cara water distillation perbedaannya terletak pada pemisahan bahan dan air. Namun penempatan keduanya masih dalam satu ketel. Air dimasukkan ke dalam ketel hingga 1/3 bagian. Lalu bahan dimasukkan ke dalam ketel sampai padat dan tutup rapat. Saat direbus dan air mendidih, uap yang terbentuk akan melalui sarang lewat lubang-lubang kecil dan melewati celah-celah bahan. Minyak atsiri yang terdapat pada bahan ikut bersama uap panas melalui pipa menuju ketel kondensator. Kemudian, uap air dan minyak akan mengembun dan ditampung dalam tangki pemisah. Pemisahan terjadi berdasarkan berat jenis. Keuntungan dari metode ini adalah uap yang masuk terjadi secara merata ke dalam jaringan bahan dan suhu dapat dipertahankan sampai 100°C. Metode ini dibandingkan dengan penyulingan air, hasil rendemen minyak lebih besar, mutunya lebih baik dan waktu yang lebih singkat.

c. Penyulingan dengan Uap

Sistem penyulingan ini menggunakan tekanan uap yang tinggi. Tekanan uap air yang dihasilkan lebih tinggi daripada tekanan udara luar. Air sebagai sumber uap panas terdapat dalam "boiler" yang terpisah dari ketel

penyulingan. Proses penyulingan uap cocok dilakukan untuk bahan tanaman seperti kayu, kulit batang maupun biji - bijian yang relatif keras. Pada awalnya metode penyulingan ini dipergunakan tekanan uap yang rendah (kurang lebih 1 atm), kemudian tekanan menjadi 3atm. Jika pada awal penyulingan tekanannya sudah tinggi, maka komponen kimia dalam minyak akan mengalami dekomposisi. Jika minyak dalam bahan diperkirakan sudah habis, maka tekanan uap perlu diperbesar lagi dengan tujuan menyuling komponen kimia yang bertitik didih lebih tinggi.

Dari ke 3 metode di atas, pada umumnya penyulingan dengan air dan uap dan penyulingan dengan uap lebih banyak digunakan terutama industri rumahan maupun UMKM. Untuk sistem penyulingan yang digunakan di industri rumahan dan UMKM, mayoritas menggunakan sistem konvensional dalam pengoperasian dan pengendalian suhu, tekanan, dari sisi tungku pemanas (boiler), tangki destilasi, kondensor, air pendingin destilasi, serta tangki pemisah minyak atsiri dengan air.

Kelemahan dari sistem konvensional ini adalah antara lain:

- a. Keterbatasan dalam mengontrol parameter parameter seperti suhu, tekanan, waktu penyulingan
- b. Pengoperasian manual untuk membuka dan menutup katup dari boiler ke kolom destilasi, sehingga meningkatkan resiko keselamatan kerja relative tinggi
- c. Konsumsi bahan bakar (kayu bakar) yang relative tinggi

Dari beberapa kekurangan yang terdapat pada penyulingan dengan sistem konvensional ini dapat diatasi dengan merancang sistem kontrol disetiap bagian proses dengan cara menambahkan sensor sebagai parameter input, dan motor listrik serta solenoid sebagai aktuator.

Dengan dirancang sistem kontrol diharapkan setiap parameter (suhu, tekanan, level) dapat dimonitor dengan baik, dan dapat mengendalikan buka tutup yang digunakan untuk mengalirkan fluida dari 1 bagian proses ke bagian poses lainnya.

Untuk pengendali yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah menggunakan PLC.

PLC dipilih dalam penelitian ini, dengan pertimbangan sebagai berikut:

1. Pemrograman yang relative mudah,
2. Fleksibilitas yang baik
3. Keandalan yang tinggi, efisiensi waktu dan produktivitas yang baik

1.2 Rumusan Masalah

Dari permasalahan – permasalahan yang timbul pada sistem konvensional proses penyulingan minyak atsiri, ada beberapa masalah yang akan diselesaikan dengan sistem yang dikendalikan antara lain:

- a. Bagaimana mengontrol sistem boiler?
- b. Bagaimana mengontrol sistem pada proses destilasi?
- c. Bagaimana mengontrol sistem kondensor?
- d. Bagaimana mengintegrasikan setiap sistem proses menjadi satu kesatuan?

1.3 Batasan Masalah

Pada rancang bangun protipe mesin penyulingan ini, akan dibuatkan sistem otomatis yang terintegrasi dari setiap bagian yaitu:

- a. Pengendalian otomasi boiler

Element pemanas yang akan digunakan pada prototipe mesin penyulingan ini adalah electric heater yang akan dikontrol melalui PLC dengan parameter inputnya adalah sensor suhu.

Untuk pengisian air ke dalam boiler akan digunaka pompa air, akan mengontrol level air pada kondisi high atau low pada tangki boiler. Uap air akan dikirimkan ke destilator setelah tekanan pada boiler sampai pada set point untuk membuka katup ke destilator.

- b. Pengendalian otomatis kolom destilasi

Pada kolom destilasi parameter yang perlu diperhatikan yaitu konsistensi suhu dan tekanan, sehingga diperlukan sensor suhu untuk

mempertahankan suhu di destilator sebelum dikirimkan ke kondensor dan sensor suhu untuk mengontrol katup ke kondensor.

c. Pengendalian otomatis heat exchanger (kondensor)

Fungsi utama dari kondensor adalah untuk merubah fasa uap air menjadi cairan dengan memanfaatkan beda suhu, sehingga suhu di dalam kondensor harus lebih rendah dari uap air dalam pipa. Untuk mengatur suhu kondensor ini, diperlukan sirkulasi air yang diambil dari bak penampung sistem pendingin.

d. Pengendalian otomatis separator

Tetesan cairan dari kondensor akan dikumpulkan dalam bak pemisah, air dengan minyak atsiri akan terpisah berdasarkan berat jenis.

Dimana untuk analisis dan perhitungan pembuatan alat alat mekanis (boiler, kondensor, destilator,) tidak akan dibahas pada penelitian ini.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari perancangan sistem kontrol penyulingan minyak atsiri berbasis PLC adalah sebagai berikut:

1. Dapat memonitor dan mengontrol parameter yang diperlukan (suhu, tekanan, level) setiap bagian proses boiler, destilator, dan kondensor.
2. Dapat mengendalikan sistem penyulingan secara otomatis disetiap bagian proses sesuai dengan waktu proses dalam satu siklus operasi.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari perancangan sistem kontrol penyulingan minyak atsiri berbasis PLC ini adalah:

1. Mengimplementasikan pengetahuan tentang sistem control khususnya PLC pada kegiatan industri
2. Menambah pengetahuan tentang proses penyulingan khususnya penyulingan minyak atsiri.

3. Dapat merencanakan dan membuat alat penyulingan minyak atsiri skala kecil