

DESAIN DAN UJI KINERJA SISTEM SIBER FISIK REFRIGERASI PERIKANAN

GEMMA CAHYA HAFIFAH SUHENGKI



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI KELAUTAN
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2024**

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

PERNYATAAN MENGENAI TESIS DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis berjudul "Desain dan Uji Kinerja Sistem Siber Fisik Refrigerasi Perikanan" adalah hasil karya saya sendiri yang telah dilakukan dengan bimbingan dosen pembimbing. Tesis ini belum pernah diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Semua sumber informasi yang digunakan atau dikutip dari karya lain, baik yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan, telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka pada akhir tesis ini.

Dengan demikian, saya menyerahkan hak cipta dari karya tulis ini kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Juli 2024

Gemma Cahya Hafifah Suhengki
C5502211001

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

RINGKASAN

GEMMA CAHYA HAFIFAH SUHENGKI. Desain dan Uji Kinerja Sistem Siber Fisik Refrigerasi Perikanan. Dibimbing oleh INDRA JAYA dan HENRY MUNANDAR MANIK.

Perkembangan teknologi di era modern mendorong penggunaan teknologi yang efisien dan cepat, seperti *Internet of Things* (IoT) dan *Cyber-Physical System* (CPS). Aplikasi IoT dan CPS memiliki potensi untuk meningkatkan efisiensi beberapa industri, salah satunya adalah kelautan dan perikanan. Industri kelautan dan perikanan seringkali dihadapkan pada keterbatasan pengawasan dan pencatatan terkait kontrol suhu penyimpanan produk perikanan. Permasalahan ini timbul karena nelayan mengalami kesulitan untuk mengetahui dan mengontrol kisaran suhu yang optimal untuk penyimpanan produksi perikanan, sementara operasional masih dilakukan secara manual. Sebagai solusi atas permasalahan ini, diperlukan inovasi teknologi berupa sistem kontrol jarak jauh pada mesin refrigerasi. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan sistem siber fisik yang berguna untuk kontrol dan monitoring mesin refrigerasi pada industri perikanan melalui *smartphone*. Pendekatan ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi operasional dan mengoptimalkan penyimpanan hasil tangkapan, sehingga mutu produk perikanan dapat lebih terjamin.

Penelitian ini dilakukan pada bulan Februari – September 2023, pengujian dan pengambilan data menggunakan mesin refrigerasi yang sudah ada di Laboratorium Stasiun Lapangan Siswadi Soepardjo, Departemen Teknik Mesin & Biosistem, Leuwikopo, Bogor Barat. Pengembangan aplikasi dilakukan dengan menggunakan mesin refrigerasi yang diintegrasikan dengan aplikasi pada *smartphone*. Pengambilan data sensor meliputi pengukuran suhu dari sensor utama dan sensor pembanding dengan rentang suhu 5 °C yang dilakukan sebanyak 3 kali.

Pengujian meliputi pemantauan dan mengendalikan sensor suhu utama mesin refrigerasi. Akurasi aplikasi dievaluasi dengan menambahkan sensor pembanding dan menggunakan perhitungan standar deviasi sebagai indikator akurasi pengukuran antara sensor utama dan pembanding. Hasil pengujian terdiri dari tiga aspek data. Aspek pertama, pengujian pada data 1 menunjukkan suhu ruangan sebelum mengaktifkan mesin refrigerasi, dengan selisih rata-rata sebesar 2,6 dan standar deviasi sebesar 0,985. Aspek kedua melibatkan data kebocoran pipa yang terjadi secara tanpa diduga, yang menghasilkan selisih sekitar 0,9 dengan standar deviasi melebihi 1,1. Aspek ketiga mencakup selisih rata-rata dalam pengukuran setelah mengaktifkan mesin refrigerasi, menunjukkan konsistensi yang lebih tinggi antara sensor utama dan pembanding, serta menunjukkan bahwa analisis data sensor utama dan sensor pembanding menunjukkan standar deviasi yang rendah, menandakan akurasi pengukuran sensor dapat dianggap akurat. Penggunaan sistem ini diharapkan dapat meningkatkan fleksibilitas dalam mengontrol dan memantau mesin refrigerasi, membantu nelayan dalam meminimalisir kerugian selama proses produksi perikanan, serta meningkatkan mutu produk perikanan.

Kata kunci: Internet of Things, Refrigerasi, Sensor Suhu, Sistem Siber Fisik, Standar Deviasi



SUMMARY

GEMMA CAHYA HAFIFAH SUHENGKI. Design and Performance Evaluation of a Cyber-Physical System for Fisheries Refrigeration. Supervised by INDRA JAYA and HENRY MUNANDAR MANIK.

The advancement of technology in the modern era drives the utilization of efficient and rapid technologies such as the Internet of Things (IoT) and Cyber-Physical Systems (CPS). The application of IoT and CPS has the potential to enhance efficiency in various industries, including the marine and fisheries sectors. These industries often face challenges in monitoring and recording temperature control for fishery product storage. This issue arises because fishermen need help to ascertain and maintain the optimal temperature range for storing their catch while operational processes are still conducted manually. To address this problem, technological innovation in the form of a remote-control system for refrigeration machines is needed. This research aims to design and develop a cyber-physical system that can monitor and control refrigeration machines in the fisheries industry via smartphones. This approach is expected to bring significant benefits, improving operational efficiency and optimizing the storage of the catch, thereby ensuring better quality fishery products and a brighter future for the industry.

This research was conducted from February to September 2023, involving a meticulous testing and data collection process using an existing refrigeration machine at the Siswadhi Soepardjo Field Station Laboratory, Department of Mechanical and Biosystem Engineering, Leuwikopo, West Bogor. The development of the application was carried out using a refrigeration machine integrated with a smartphone application. Data collection from sensors included temperature measurements from the primary sensor and a comparison sensor within a temperature range of 5 °C, conducted three times to ensure accuracy and reliability.

The testing involved monitoring and controlling the primary temperature sensor of the refrigeration machine. The accuracy of the application was evaluated by adding a comparison sensor and using standard deviation calculations as an accuracy indicator between the primary and comparison sensors. The test results consisted of three aspects of data. The first aspect, testing on Data 1, showed room temperature before activating the refrigeration machine, with an average difference of 2.6 and a standard deviation of 0.985. The second aspect involved data on sudden pipe leaks, resulting in an average difference of around 0.9 with a standard deviation exceeding 1.1. The third aspect covered the average difference in measurements after activating the refrigeration machine, showing higher consistency between the central and comparison sensors and demonstrating that the primary and comparison sensor data analysis indicated a low standard deviation, signifying accurate sensor measurements. This system is expected to increase flexibility in controlling and monitoring refrigeration machines, help fishermen minimize losses during the fishery production process by providing early leak detection, and improve the quality of fishery products by ensuring optimal storage conditions.

Keywords: Cyber-Physical System, Internet of Things, Refrigeration, Standard Deviation, Temperature Sensor

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2024
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

DESAIN DAN UJI KINERJA SISTEM SIBER FISIK REFRIGERASI PERIKANAN

GEMMA CAHYA HAFIFAH SUHENGKI

Tesis
Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Magister pada
Program Studi Teknologi Kelautan

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI KELAUTAN
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2024**

@Hak cipta milik IPB University

IPB University





@Hak cipta milik IPB University

Tim Penguji Pada Ujian Tesis:

1. Dr. Ayi Rahmat, S.Pi., M.Si.

Judul Tesis : Desain dan Uji Kinerja Sistem Siber Fisik Refrigerasi Perikanan
 Nama : Gemma Cahya Hafifah Suhengki
 NIM : C5502211001

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
 Prof. Dr. Indra Jaya, M.Sc.

Pembimbing 2:
 Prof. Henry Munandar Manik, S.Pi., M.T., Ph.D.

Diketahui oleh

Ketua Program Studi:
 Prof. Dr. Ir. Jonson Lumban Gaol, M.Si.
 NIP. 19660721 199103 1 009

Dekan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan:
 Prof. Dr. Ir. Fredinan Yuliandi, M.Sc.
 NIP. 1963073 1188803 1 002



Tanggal Ujian:
 20 Mei 2024

Tanggal Lulus: 24 Juli 2024

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang senantiasa memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penelitian dengan judul Desain dan Uji Kinerja Sistem Siber Fisik Refrigerasi Perikanan dapat diselesaikan dengan baik.

Penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Prof. Dr. Ir. Indra Jaya, M.Sc. selaku Ketua Komisi Pembimbing dan Prof. Henry Munandar Manik, S.Pi., M.T., Ph.D. selaku Anggota Komisi Pembimbing yang telah memberikan bimbingan, petunjuk, dan arahan sehingga tesis ini dapat diselesaikan dengan baik.
2. Seluruh dosen dan staff Departemen Ilmu dan Teknologi Kelautan FPIK-IPB University atas ilmu yang sudah diberikan selama perkuliahan.
3. Laboratorium Stasiun Lapangan Siswadi Soepardjo, Departemen Teknik mesin & Biosistem Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor atas izin penggunaan alat dan fasilitas lab.
4. Orangtua yaitu Bapak Suhengki, A.Pi., M.T. dan Ibu Dona Suhengki, beserta ketiga adik yaitu Michelly Fathimatuzzahra Suhengki, S.Pd., Muhammad Tegar Azzam Al-Ghifari Suhengki, Muhammad Yoikho Rashaki Suhengki atas segala dukungan moril dan doa selama menempuh studi magister ini hingga selesai.
5. Nanda Riska Devy, S.Kel., M.Si., dan Dinda Afifah Adinuha, S.Kel., M.Si., serta Teman-teman Pascasarjana TEK 2021 atas diskusi yang menarik selama perkuliahan berlangsung serta selama mengerjakan penelitian ini hingga selesai.
6. Ardhi Prago, S.Kom., atas diskusi, segala dukungan moril, dan doa selama mengerjakan penelitian ini hingga selesai.
7. Semua pihak terkait yang telah membantu selesainya tesis ini.
8. Direktorat Pendidikan Tinggi, Riset, dan Teknologi dan PT Samudera Sinar Abadi Shipyard melalui hibah Kedaireka 2023 dengan nomor kontrak: 31/E1/HK.02.02/2023 yang sudah membiayai penelitian ini.

Diharapkan tesis ini mampu memberikan manfaat dan sumbangsih bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Juli 2024

Gemma Cahya Hafifah Suhengki
C5502211001

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	XV
DAFTAR GAMBAR	XV
DAFTAR LAMPIRAN	XVI
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	2
1.5 Ruang Lingkup	3
II METODE PENELITIAN	4
2.1 Waktu dan Tempat Penelitian	4
2.2 Alat dan Bahan	4
2.3 Tahapan Penelitian	17
2.4 Desain Aplikasi untuk Kontrol dan Monitoring Mesin Refrigerasi	19
2.5 Perancangan Panel Kontrol	21
2.6 Pembuatan Program	23
2.7 Aplikasi Realvnc	24
2.8 Uji Kinerja Sistem	25
2.9 Pengumpulan Data	25
2.10 Analisis Kinerja	25
III HASIL DAN PEMBAHASAN	27
3.1 Alat dan Perangkat Terhubung	27
3.2 Panel Kontrol	27
3.3 Program Kontrol dan Monitoring Mesin Refrigerasi	28
3.4 Aplikasi Realvnc	35
3.5 Uji Kinerja Sistem	39
3.6 Pengumpulan Data	40
3.7 Analisis Kinerja	41
IV KESIMPULAN	44
4.1 Simpulan	44
4.2 Saran	44
DAFTAR PUSTAKA	46
LAMPIRAN	50

© Hak cipta milik IPB University

IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

DAFTAR TABEL

1	Peralatan Penelitian beserta kegunaannya	4
2	Spesifikasi <i>Moulded Case Circuit Breaker</i> (MCCB)	7
3	Spesifikasi <i>Miniature Circuit Breaker 1 Phase</i>	8
4	Spesifikasi <i>Miniature Circuit Breaker 3 Phase</i>	9
5	Spesifikasi <i>Magnetic Contactor</i>	9
6	Spesifikasi <i>Relay 24 VDC</i>	10
7	Spesifikasi <i>Thermal Overload Relay</i>	11
8	Spesifikasi <i>Power Supply</i>	12
9	Spesifikasi HMI + PLC Kinco	14
10	Perangkat komunikasi data	15
11	Perangkat kontrol dan monitoring	15
12	Spesifikasi sensor suhu	16
13	Spesifikasi sensor tekanan	17
14	Pengumpulan data pertama	40
15	Pengumpulan data kedua	40
16	Pengumpulan data ketiga	41
17	Rata-rata suhu utama, suhu pembanding, dan tekanan sistem	41
18	Selisih pengujian 1, pengujian 2, pengujian 3, rata-rata selisih, standar deviasi	43

DAFTAR GAMBAR

1	Ilustrasi rangkaian mesin refrigerasi	6
2	<i>Moulded case circuit breaker 1 phase</i>	7
3	<i>Miniature circuit breaker 1 phase</i>	8
4	<i>Miniature circuit breaker 3 phase</i>	9
5	<i>Magnetic contactor</i>	10
6	<i>Relay 24 VDC</i>	11
7	<i>Thermal overload relay</i>	12
8	<i>Power supply</i>	12
9	Tampilan (a) HMI; (b) PLC Kinco	13
10	Sensor suhu (a) RTD PT100; (b) NTC	16
11	Sensor tekanan	17
12	Diagram alir penelitian	18
13	Desain sistem untuk kontrol dan monitoring mesin refrigerasi	20
14	Blok diagram perancangan alat dan perangkat terhubung	20
15	Skematik diagram rangkaian panel	22
16	<i>Wiring</i> diagram PLC	22
17	Diagram alir kerja program	24
18	Pengaturan (a) <i>ouput wiring</i> ; (b) <i>input wiring</i>	28

19	Tampilan HMI (a) aplikasi Realvnc; (b) panel kontrol	29
20	Tampilan HMI pada dekstop	29
21	Tampilan halaman pengaturan <i>set point</i>	30
22	Tampilan halaman pengaturan waktu <i>defrost</i>	30
23	Konfigurasi akses <i>login</i> dan <i>password</i>	31
24	Integrasi HMI dan PLC dengan EdgeAccess	32
25	Pemrograman PLC pembacaan sensor suhu dan tekanan	33
26	Pemrograman PLC pengaturan <i>set point</i> suhu minimal	33
27	Pemrograman PLC pengaturan <i>set point</i> suhu maksimal	33
28	Pemrograman PLC pengaturan <i>set point</i> tekanan minimal	34
29	Pemrograman PLC pengaturan <i>set point</i> tekanan maksimal	34
30	Pemrograman PLC pengaturan interval waktu <i>defrost</i>	34
31	Pemrograman PLC pengaturan lama waktu proses <i>defrost</i> aktif	34
32	Port USB untuk proses pencadangan sistem	35
33	Tampilan program dalam aplikasi Realvnc	36
34	Halaman <i>website</i> EdgeAccess	36
35	Tampilan EdgeAccess setelah <i>login</i>	37
36	Daftar akun dan HMI yang dapat mengakses EdgeAccess	37
37	Daftar perangkat HMI yang didaftarkan	37
38	Membuat koneksi baru pada aplikasi Realvnc dekstop	38
39	Integrasi koneksi baru pada aplikasi Realvnc pada <i>smartphone</i>	38
40	Proses (a) <i>login</i> aplikasi ; (b) autentikasi	39
41	Tampilan program HMI pada <i>smartphone</i>	39
42	Grafik pengujian suhu utama, suhu pembanding, dan rata-rata pengujian	42
43	Perhitungan rata-rata selisih dan standar deviasi	43

DAFTAR LAMPIRAN

1	Tampilan HMI pada aplikasi Realvnc dan rangkaian panel	50
2	Grafik pembacaan suhu utama dan pembanding dalam tiga kali pengujian	51
3	Perhitungan rata-rata selisih dan standar deviasi	51
4	Proses pembuatan alat	52
5	Pengambilan data	53
6	Mesin refrigerasi	54



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.