

**RANCANG BANGUN *OVERHEAT PROTECTION SYSTEM* PADA
SECONDARY HEAT EXCHANGER DENGAN LM35 SEBAGAI SENSOR
SUHU DI MINIATUR PESAWAT CRJ1000**



LAPORAN AKHIR

Disusun untuk memenuhi syarat menyelesaikan Pendidikan Diploma III
pada Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Elektronika

Oleh :
M. SYFA PRAYOGA
0616 3032 1459

POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
PALEMBANG
2019

LEMBAR PENGESAHAN

RANCANG BANGUN *OVERHEAT PROTECTION SYSTEM* PADA *SECONDARY HEAT EXCHANGER* DENGAN LM35 SEBAGAI SENSOR SUHU DI MINIATUR PESAWAT CRJ1000



LAPORAN AKHIR

Disusun Untuk Memenuhi Syarat Menyelesaikan Pendidikan Diploma III
Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Elektronika

Oleh :

M SYFA PRAYOGA

0616 3032 1459

Palembang, 2019

Menyetujui,

Pembimbing I,

Pembimbing II,

Yudi Wijanarko, S.T., M.T.
NIP. 196705111992031003

Dr. Eng. Tresna Dewi, S.T., M.Eng.
NIP. 197711252000032001

Mengetahui,

Ketua Jurusan
Teknik Elektro,

Ketua Program Studi
Teknik Elektronika,

Yudi Wijanarko, S.T., M.T.
NIP. 196705111992031003

Amperawan, S.T., M.T.
NIP. 196705231993031002

MOTTO

- **"Barang siapa yang bersungguh sungguh, sesungguhnya kesungguhan tersebut untuk kebaikan dirinya sendiri." (Qs. Al-Ankabut:6)**
- **"Menyia-nyiakan waktu lebih buruk dari kematian. Karena kematian memisahkanmu dari dunia sementara menyia-nyiakan waktu memisahkanmu dari Allah." - Imam bin Al Qayim**
- **"Kamu membutuhkan orang-orang yang tepat bersamamu, bukan orang-orang yang terbaik" - Jack Ma**
- **"Saat masalahmu jadi terlalu berat untuk ditangani, beristirahatlah dan hitung berkah yang sudah kau dapatkan"**

Kupersembahkan kepada :

- ALLAH SWT atas segala rahmat dan nikmat-Nya.
- Nabi besar kita Nabi Muhammad SAW.
- Kedua orang tua ku dan keluarga yang selalu mendukung saya.
- Dosen pembimbing LA Bapak Yudi Wijanarko, ST., M.T. dan Ibu Dr. Eng. Tresna Dewi, ST. M.Eng. yang telah membimbing dan banyak membantuku dalam menyelesaikan laporan akhir ini, serta keluarga besar dosen jurusan elektro.
- Saudari Intan Permata Erinda yang selalu memberi support dalam penyelesaian LA ini.
- Saudara M. Rifqi Hidayat, M. Aidil Fitriansyah dan Haikal Ferly yang telah membantu berkontribusi dalam penyelesaian LA ini.
- Semua teman-teman dan sahabat seperjuanganku, terkhusus teman kelasku Electrical Avionic Batch 2 POLSRI 2016.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kita panjatkan atas kehadiran Allah SWT. karena atas berkat rahmat dan karunia-Nya kami dapat menyelesaikan Laporan Akhir ini dengan baik. Sholawat beserta salam semoga selalu tercurah kepada nabi besar kita Rasulullah Muhammad SAW yang telah membawa kita dari zaman kegelapan menuju zaman yang terang benderang. Laporan Akhir ini disusun berdasarkan perolehan hasil yang didapat dari suatu alat atau sistem yang dibuat. Selama penyusunan Laporan Akhir ini, penulis mendapatkan banyak bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Yudi Wijanarko, S.T., M.T. selaku pembimbing 1 dan Ketua Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.
2. Ibu Dr. Eng. Tresna Dewi, S.T., M.Eng. selaku pembimbing 2 Laporan Akhir Teknik Elektronika Politeknik Negeri Sriwijaya.
3. Bapak Dr. Ing. Ahmad Taqwa, M.T. selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya beserta jajarannya.
4. Bapak Hermayani, S.T., M.Eng selaku Sekertaris Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.
5. Bapak Amperawan, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Elektronika Politeknik Negeri Sriwijaya.
6. Kedua orang tua dan seluruh keluarga penulis yang selalu memberikan dukungan.
7. Seluruh rekan-rekan mahasiswa Program Studi Teknik Elektronika Politeknik Negeri Sriwijaya.

Palembang, Juli
2019

Penulis

ABSTRAK

RANCANG BANGUN *OVERHEAT PROTECTION SYSTEM* PADA *SECONDARY HEAT EXCHANGER* DENGAN LM35 SEBAGAI SENSOR SUHU DI MINIATUR PESAWAT CRJ1000

Oleh:

M. Syfa Prayoga

0616 3032 1459

Pesawat terbang komersil pada umumnya terbang diketinggian 28,000 – 40,000 *feet* termasuk pesawat CRJ1000, pada ketinggian tersebut suhu udara diluar kabin dapat mencapai - 50°C hal ini tentu saja memiliki resiko yang cukup besar bagi manusia seperti penyakit hipotermia, maka perlunya sinkronisasi terhadap temperatur didalam kabin pesawat yang diatur oleh *air conditioning system* agar sesuai dengan temperatur normal pada umumnya sehingga dapat memberikan kenyamanan pada penumpang. Namun sistem ini dapat menyebabkan *overheat* pada kabin dikarenakan suplai dari sistem ini adalah *bleed air* atau udara panas dari *jet engine*. Apabila sistem tersebut mengalami kegagalan pada bagian *heat exchanger* seperti udara yang dihasilkan bertemperatur melebihi batas yang ditentukan atau *overheat*, ada beberapa sistem proteksi agar mencegah terjadinya *overheat*. Maka dari itu dibuatlah simulasi sistem proteksi *Overheat* berupa pengaturan *ram air door*, *water spray nozzle*, dan *flow control valve*, yang memiliki prinsip kerja sesuai dengan apa yang ada dipesawat.

Simulasi sistem proteksi *Overheat* pada *Secondary Heat Exchanger* ini dapat membuktikan bahwa sistem proteksi *Overheat* pada *Secondary Heat Exchanger* pada pesawat dapat dibuat dengan rangkaian elektronik yang umum digunakan.

Kata kunci : *Aircraft air conditioning, Bleed air, Heat Exchanger, Temperature censored LM35*

ABSTRACT

DESIGN AND CONSTRUCTION OF OVERHEAT PROTECTION SYSTEM ON SECONDARY HEAT EXCHANGER USING LM35 AS TEMPERATURE SENSOR IN CRJ1000 AIRCRAFT MINIATURE

By :

M. Syfa Prayoga

0616 3032 1459

Commercial airplanes mostly fly at 28,000 feet - 40,000 feet including CRJ1000 aircraft, at these altitudes the outside air temperature of cabin can reach -50°C , this case certainly has a considerable risk for humans such as hypothermia, the relevancy of synchronization for temperature inside the cabin which is regulated by the air conditioning system in order to appropriate with normal temperatures in general so it can provide convenience to passengers. However this system can lead to overheat for cabin because the supply of this system is bleed air or hot air from the jet engine. If the system fails at heat exchanger section, such as the resulting air temperature exceeds the specified limit or overheat, then there are several protection systems to prevent overheating. Therefore a Overheat protection system simulation was made in the form of a water door ram arrangement, a water spray nozzle, and a flow control valve, which has the working principle in accordance with what is on the aircraft.

Overheat protection system simulation at the Secondary Heat Exchanger can prove that the Overheat protection system on the Secondary Heat Exchanger on an aircraft can be made with commonly used electronic circuits.

Key Word : Aircraft air conditioning, Bleed air, Heat Exchanger, Temperature sensor LM35

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PENGESAHAN	1
MOTTO	ii
KATA PENGANTAR	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR LAMPIRAN.....	x
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan dan Manfaat	2
1.2.1 Tujuan.....	2
1.2.2 Manfaat.....	2
1.3 Perumusan Masalah.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Metode Penelitian.....	3
1.5.1 Metode Observasi.....	3
1.5.2 Metode Wawancara	4
1.5.3 Metode Literatur.....	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 <i>Air Conditioning</i>	6
2.2 <i>Air Conditioning System Pesawat</i>	6
2.2.1 <i>Vapour Cycle System</i>	6
2.2.2 <i>Air Cycle System</i>	7
2.3 <i>Bleed air</i>	8
2.4 <i>Air Conditioning Pack System (Cooling System) CRJ1000</i>	8
2.4.1 <i>Plenum</i>	9
2.4.2 <i>Air Cycle Machine (ACM)</i>	9
2.4.3 <i>Dual Heat Exchanger</i>	10
2.4.4 <i>Condenser/Reheater Unit</i>	11
2.4.5 <i>Water Extractor</i>	12
2.4.6 <i>Temperature Control Valve</i>	12
2.4.7 <i>Compressor Discharge Temperature Sensor</i>	13

	Halaman
2.4.8	<i>Pack Temperature Sensor</i>14
2.4.9	<i>Pack Discharge Ducts</i>14
2.4.10	<i>Pack Discharge Pressure Sensor</i>14
2.4.11	<i>Pack Discharge Temperature Sensor</i>15
2.5	Sensor Suhu LM3516
2.6	Arduino UNO17
2.6.1	Spesifikasi Arduino UNO R318
2.6.2	Power18
2.6.3	Deskripsi Pin19
2.6.4	Komunikasi dan Programing20
2.7	LCD21
2.8	Solenoid Valve 12VDC22
2.9	Motor Servo SG9022
2.10	<i>Water Pump</i> 12VDC23
BAB III RANCANG BANGUN DAN ALAT24	
3.1	Blok Diagram Sistem Kerja <i>Overheat Protection</i> pada <i>Secondary Heat exchanger</i>24
3.2	<i>Flowchart Overheat Protection System</i> pada <i>Secondary Heat exchanger</i> 25
3.3	Sistem Kerja Alat27
3.4	Perancangan Perangkat Keras27
3.4.1	Perancangan Mekanik28
3.4.2	Perancangan Elektronik29
3.5	Pemilihan Komponen36
BAB IV PEMBAHASAN DAN ANALISA38	
4.1	Deskripsi Alat38
4.2	Tujuan Pengambilan Data38
4.3	Metode Pengukuran39
4.4	Peralatan Pengukuran39
4.5	Langkah-langkah Pengukuran Alat39
4.6	Data Hasil Pengujian40
4.6.1	Pengujian pada keadaan <i>Ram Air Door open</i>40
4.6.2	Pengujian pada keadaan <i>Water Spray Nozzle ON</i>42
4.6.3	Pengujian pada keadaan Solenoid Valve Close43
4.7	Perhitungan45
4.7.1	Perhitungan tegangan45
4.7.2	Perhitungan <i>error</i>47
4.8	Analisa49
BAB V KESIMPULAN52	
5.1	Kesimpulan52
5.2	Saran52

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 <i>Air Conditioning System CRJ1000</i>	7
Gambar 2.2 <i>Air Conditioning Pack System CRJ1000</i>	8
Gambar 2.3 <i>Plenum CRJ1000</i>	9
Gambar 2.4 <i>Air Cycle Machine CRJ1000</i>	10
Gambar 2.5 <i>Dual Heat Exchanger CRJ1000</i>	11
Gambar 2.6 <i>Water Extractor dan Water Extractor CRJ1000</i>	12
Gambar 2.7 <i>Temperature Control Valve CRJ1000</i>	13
Gambar 2.8 <i>Compressor Discharge temperature Sensor CRJ1000</i>	13
Gambar 2.9 <i>Pack Temperature Sensor CRJ1000</i>	14
Gambar 2.10 <i>Pack Discharge Pressure Sensor CRJ1000</i>	15
Gambar 2.11 <i>Pack Discharge Temperature Sensor CRJ1000</i>	15
Gambar 2.12 <i>Sensor Suhu LM35</i>	16
Gambar 2.13 <i>Arduino UNO R3</i>	17
Gambar 2.14 <i>Spesifikasi pin pada LCD</i>	22
Gambar 2.15 <i>Motor Servo Micro SG90</i>	23
Gambar 3.1 <i>Blok Diagram Sistem Kerja Overheat Protection pada Secondary Heat Exchanger</i>	24
Gambar 3.2 <i>Flowchart System Overheat Protection System</i>	26
Gambar 3.3 <i>Prototype miniatur Secondary Heat Exchanger</i>	28
Gambar 3.4 <i>Komponen sensor LM35 terhubung ke Arduino UNO</i>	29
Gambar 3.5 <i>Diagram rangkaian sensor LM35 terhubung ke Arduino UNO</i>	30
Gambar 3.6 <i>Komponen LCD+Modul I2C terhubung ke Arduino UNO</i>	31
Gambar 3.7 <i>Diagram rangkaian penampil data terhubung ke Arduino UNO</i>	31
Gambar 3.8 <i>Komponen motor servo terhubung ke Arduino UNO</i>	32
Gambar 3.9 <i>Diagram rangkaian motor servo terhubung ke Arduino UNO</i>	33
Gambar 3.10 <i>Komponen Water Pump dan relay terhubung ke Arduino UNO</i> ..	34
Gambar 3.11 <i>Komponen solenoid valve dan relay terhubung ke Arduino UNO</i>	35
Gambar 3.12 <i>Skema rangkaian keseluruhan</i>	36
Gambar 4.1 <i>Grafik tegangan Ram Air Door</i>	41
Gambar 4.2 <i>Grafik suhu Ram Air Door pada LCD</i>	41
Gambar 4.3 <i>Grafik tegangan Water Spray</i>	42
Gambar 4.4 <i>Grafik suhu Water Spray pada LCD</i>	43
Gambar 4.5 <i>Grafik tegangan Valve</i>	44
Gambar 4.6 <i>Grafik suhu Valve pada LCD</i>	44
Gambar 4.7 <i>Grafik selisih error keseluruhan</i>	45

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Deskripsi pin <i>LCD</i> 16 pin	21
Tabel 3.1 Daftar komponen alat <i>Overheat Protection System</i>	37
Tabel 4.1 Hasil pengujian <i>Ram Air Door</i>	40
Tabel 4.2 Hasil pengujian <i>Water Spray</i>	42
Tabel 4.3 Hasil pengujian <i>Solenoid Valve</i>	43
Tabel 4.4 Hasil perhitungan tegangan <i>Ram Air Door</i>	46
Tabel 4.5 Hasil perhitungan tegangan <i>Water Spray Nozzle</i>	46
Tabel 4.6 Hasil perhitungan tegangan <i>Solenoid Valve</i>	47
Tabel 4.7 Hasil perhitungan <i>error Ram Air Door</i>	48
Tabel 4.8 Hasil perhitungan <i>error Water Spray Nozzle</i>	48
Tabel 4.9 Hasil perhitungan <i>error Solenoid Valve</i>	49

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran A. Surat Rekomendasi
 - Lembar Bimbingan LA Pembimbing I
 - Lembar Bimbingan LA Pembimbing II
 - Surat Kesepakatan Bimbingan LA Pembimbing I
 - Surat Kesepakatan Bimbingan LA Pembimbing II
 - Lembar Pelaksanaan Revisi Laporan Akhir (LA)
- Lampiran B. *Data Sheet* Arduino UNO
- Lampiran C. *Data Sheet* Sensor LM35
- Lampiran D. *Data Sheet Water Solenoid Valve*
- Lampiran E. *Data Sheet 2 Channel Relay*