

PERANCANGAN SISTEM KONTROL KOMPRESOR AC BERBASISKAN PC

Makalah Seminar Tugas Akhir
SATIYONO MARSUKAT PUTRO
L2F300553
Jurusan Teknik Elektro Fakultas teknik
Universitas Diponegoro Semarang
2003

ABSTRAK

Implementasi teknologi secara modern sangat diperlukan pada saat ini untuk menggantikan ataupun menyempurnakan teknologi konvensional. Sistem kontrol dengan berbasis PC (Personal Computer) merupakan salah satu penerapan dari teknologi modern dimana banyak dari aplikasi komputer ini dapat membantu manusia dalam bekerja.

Dan salah satu aplikasinya adalah penggunaan komputer untuk memonitor dan mengontrol Kompresor AC. Sistem Kontrol ini menggunakan PC ditujukan untuk menggantikan pengontrolan yang secara manual sehingga dapat meningkatkan efisiensi waktu, tenaga dan biaya.

Tugas akhir ini membahas tentang pembuatan / perancangan suatu sistem kontrol motor Kompresor AC serta peralatan pendukungnya berdasarkan suhu ruang pendingin dan suhu motor kompresor yang dapat dimonitor dan dikontrol secara terpusat dan otomatis dengan menggunakan PC.

I. PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Kompresor merupakan bagian yang paling utama dari mesin pendingin. Bagian dari kompresor unit adalah motor induksi dan kompresor dimana motor induksi merubah tenaga listrik menjadi tenaga mekanik sedangkan kompresor merubah *refrigerant* dari tekanan rendah menjadi tekanan tinggi.^(13,20)

Dengan adanya perkembangan teknologi memungkinkan manusia untuk mempermudah dan mempercepat pekerjaannya⁽²⁰⁾. Berdasarkan dengan landasan ini maka penerapan teknologi adalah dengan penggunaan komputer.

Karena kondisi ini memberikan inspirasi kepada penulis sehingga timbul ide untuk membuat suatu peralatan yang digunakan untuk memonitor serta mengontrol motor kompresor serta peralatan pendukungnya dari jarak jauh secara otomatis dengan menggunakan PC.

Dan untuk mengendalikan alat tersebut diperlukan peripheral sebagai mediator atau penghubung antara komputer dengan alat yang dikendalikan, peripheral tersebut antara lain PPI 8255, ADC dan sensor suhu dengan menggunakan bahasa pemrograman Borland Delphi versi 5.0.

I.2 Tujuan

Penulisan tugas akhir ini bertujuan untuk :

1. Melakukan monitoring dan pengontrolan mesin pendingin secara terpusat dan otomatis dengan bantuan PC.

2. Mengaplikasikan bahasa pemrograman *Delphi* versi 5.0 untuk melakukan proses dan setting kontrol.
3. PC dapat berfungsi sebagai *data logger* dari hasil sensor suhu.

I.3 Pembatasan Masalah

Dalam tugas akhir ini diberikan pembatasan masalah sebagai berikut :

1. Pembuatan aplikasi kontrol menggunakan bahasa pemrograman *Borland Delphi* versi 5.0.
2. Sistem kontrol kompresor AC ini bekerja berdasarkan sinyal dari simulasi suhu ruang pendingin dan suhu motor kompresor yang digunakan untuk mengoperasikan motor kompresor serta peralatan pendukung lainnya.
3. Simulasi suhu menggunakan potensiometer dan perubahan suhu yang terjadi 2-150° C.
4. Suhu motor kompresor didapat dari hasil pengujian motor induksi yang dilakukan pada jenis kompresor unit terbuka.
5. Hanya membahas pada sistem kontrol motor kompresor AC.

II. DASAR TEORI

2.1 LM 35

LM 35 merupakan IC sensor suhu yang keluarannya berbentuk tegangan linier dengan skala

keluaran 10 mV/°C dan dapat memantau suhu antara -50°C sampai +150°C.^[9]

2.2 Konverter Analog ke Digital (ADC 0809)

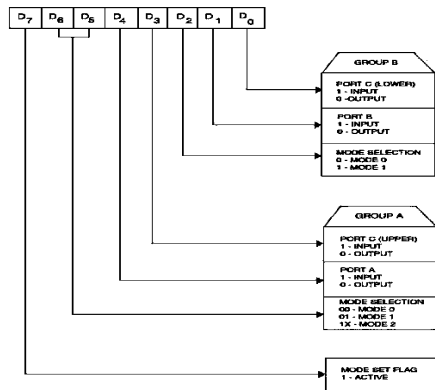
Pada IC ADC0809 ini berisi pengubah analog ke digital 8 bit dan 8 saluran masukan analog *multiplexer* dengan masukan *latch*. Piranti ini banyak digunakan interface pada banyak mikroprosesor dengan penambahan komponen eksternal yang sedikit.^[8]

Setiap konversi dibutuhkan 8 periode clock sehingga untuk 8 analog input tersebut dibutuhkan 64 periode clock.

2.3 Programable Peripheral Interface (PPI) 8255

Komputer untuk dapat berhubungan dengan perangkat luar membutuhkan penghubung atau perantara, sehingga dapat dimengerti oleh komputer. Perangkat luar tersebut dapat berupa pengendalian, penerimaan atau pengiriman data.

Pengoperasian PPI 8255 terlebih dahulu harus dilakukan inisialisasi melalui perangkat lunak yang akan menentukan konfigurasi dari pengoperasian PPI 8255. Susunan dari *control word* ini mempunyai bentuk seperti gambar dibawah.^[7,10]



Gambar 2.1. Bentuk control word

2.4 Bahasa Pemrograman Delphi

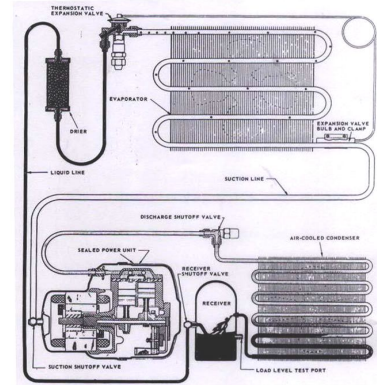
Agar seluruh perlengkapan yang terhubung dengan komputer dapat bekerja sesuai yang diharapkan, maka dibutuhkan suatu pengendalian. Sistem pengendalian ini harus fleksibel, mudah digunakan dan dikembangkan dengan biaya yang murah dan cepat. Dengan tujuan ini maka dipilihlah suatu sistem pengendalian menggunakan perangkat lunak (software).

Bahasa pemrograman Delphi adalah suatu perangkat pengembangan aplikasi yang sudah sangat terkenal di lingkungan Windows dengan bahasa object Pascal sebagai bahasa dasar.^[1,4]

Bagian dari Delphi yang digunakan untuk menciptakan aplikasi adalah melalui *IDE (Integrated Development Environment)*.

2.5 Mesin Pendingin

Dalam mesin pendingin ada beberapa komponen utama yang menentukan jalannya sistem pendingin diantaranya kompresor unit, kondensor unit, dryer, ekspansi/pipa kapiler dan evaporator unit disamping komponen-komponen tambahan lainnya.^[13,20]

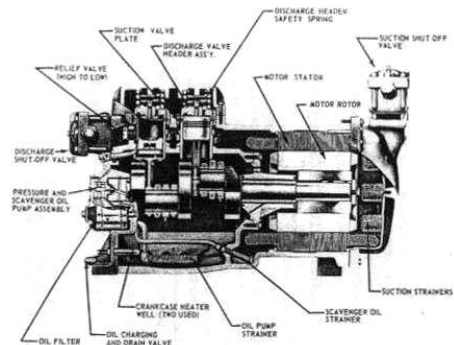


Gambar 2.2 Diagram alur Sistem pendingin

2.6 Motor Kompresor

Didalam sistem konversi energi motor listrik merupakan suatu media untuk mengubah energi listrik menjadi energi mekanis. Dalam hal ini, motor kompresor menggunakan motor induksi.

Motor induksi merupakan salah satu bagian dari mesin induksi yaitu suatu mesin asinkron atau mesin tidak serempak yang terdiri dari satu perangkat belitan pada statornya (bagian yang diam) dan satu perangkat belitan yang lain pada rotornya (bagian yang bergerak / berputar) dimana salah satu dari perangkat tersebut menerima energi yang lain melalui induksi magnet atau imbas.^[13,20]



Gambar 2.3 Motor kompresor jenis semi hermetic

2.6.1 Prinsip kerja motor induksi

Ada beberapa prinsip kerja motor induksi:

1. Apabila sumber tegangan dipasang pada kumparan stator, maka timbullah medan

$$\text{putar dengan kecepatan } n_s = \frac{120f}{p}$$

2. Medan putar stator tersebut akan memotong – motong batang konduktor pada rotor. Akibatnya pada kumparan rotor timbul dengan induksi sebesar:

$$E_{2s} = 4,44 f_2 N_2 \quad (\text{untuk satu fasa})$$

E_{2s} adalah tegangan induksi pada saat rotor berputar.

3. Karena kumparan rotor merupakan rangkaian yang tertutup. Ggl (E) akan menghasilkan arus (I).

4. Adanya arus (I) di dalam medan magnet menimbulkan gaya(F) pada rotor.

5. Bila kopel mula yang dihasilkan oleh gaya(F) pada rotor cukup besar untuk memikul kopel beban, maka rotor akan berputar searah dengan medan putar stator.

6. Seperti telah dijelaskan pada (3) tegangan induksi timbul karena terpotongnya batang konduktor (rotor) oleh medan putar stator. Yang artinya agar tegangan terinduksi diperlukan adanya perbedaan relatif antara kecepatan medan putar stator (n_s) dengan kecepatan berputar rotor (n_r).

7. Perbedaan kecepatan antara n_s dan n_r disebut Slip (S) yang dinyatakan dengan:

$$S = \frac{n_s - n_r}{n_s} \times 100\%$$

8. Kopel motor akan ditimbulkan apabila n_r lebih kecil dari n_s .

2.7 Hubungan antara kenaikan suhu dan kelas isolasi [14,16]

Kenaikan suhu akan berpengaruh terhadap isolasi dari motor induksi.

2.7.1 Kenaikan suhu

Bila arus mengalir dalam rangkaian tahanan R selama t sekon, maka nilai kalorifik J (joule) adalah: $J = I^2 Rt(\text{joule})$.

Karena itu, bila motor dijalankan, suhu motor naik sebanding dengan waktu kerjanya.

Kenaikan suhu(°C) = suhu maksimum yang diukur(°C) – suhu lingkungan(°C)

2.7.2 Kelas isolasi dan batas kenaikan suhu

Bila motor dijalankan, suhu menaik. karena itu isolasi yang dipergunakan untuk belitan dan bagian lain dari motor harus mampu secukupnya menahan suhu tersebut. Isolator akan memburuk

pada suhu tinggi dan dengan laju memburuk itu maka tembus dielektrik dari isolasi akan terjadi, akhirnya menyebabkan motor terbakar.

Bahan isolasi dikelompokkan dalam beberapa macam menurut hambatan panas, yang menyatakan suhu dapat dipakai, tanpa menjadi memburuk.

Tabel. 2.1 Kelas isolasi dan suhu maksimum yang diperbolehkan

Kelas Isolasi	A	E	B	F
Suhu Maksimum diperbolehkan (°C)	105	120	130	155

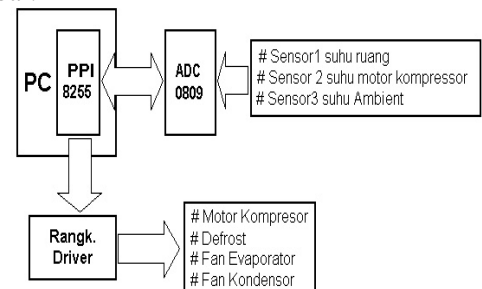
Tabel 2.2 Batas kenaikan suhu dari motor (derajat Celcius)

Kelas Isolasi	Cara pengukuran	Kumparan diisolasi (°C)
	Termometer	50
	Hambatan	60
Kelas B	Termometer	70
	Hambatan	80
Kelas E	Termometer	65
	Hambatan	75
Kelas F	Termometer	85
	Hambatan	100

III. PERANCANGAN ALAT

3.1 Gambaran Umum

Bentuk design dari perangkat keras Perancangan Sistem Kontrol Kompresor AC seperti terlihat pada gambar:



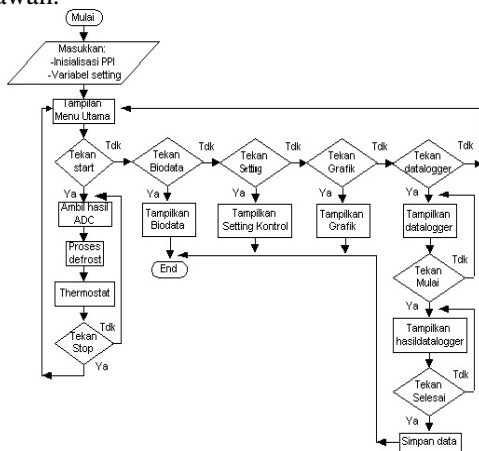
Gambar 3.1 Diagram blok perangkat keras Sistem Kontrol Kompresor AC

3.2 Perangkat Lunak

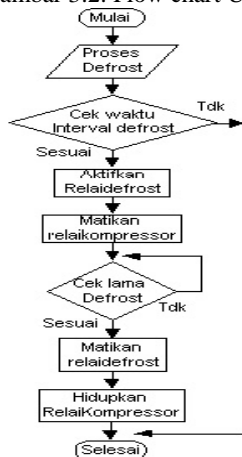
Perangkat Lunak pada dasarnya dibuat untuk menyederhanakan perangkat keras yang dapat dikembangkan menjadi mudah, murah dan cepat. Langkah-langkah dalam menentukan arah pemrograman adalah sebagai berikut:

1. Inialisasi alamat port PPI 8255
2. Mengaktifkan ADC 0809
3. Pemilihan tampilan
4. Mengambil data hasil konversi ADC 0809
5. Mengolah & menampilkan data hasil konversi ADC 0809
6. Melakukan proses defrost
7. Melakukan proses thermostat

Secara garis besar tampilan untuk Perancangan Sistem Kontrol Kompresor AC berbasis PC disajikan dalam alir diagram (flow chart) seperti di bawah.



Gambar 3.2. Flow chart Utama



Gambar 3.3 Flow chart Defrost

Pada pemrograman Delphi ini terdiri dari 5 bagian yaitu menu utama yang berisi data hasil sensor suhu, biodata penulis, setting kontrol, gambar grafik hasil dari semua sensor dan data logger hasil dari semua sensor.



Gambar 3.4 Tampilan Menu Utama



Gambar 3.5 Tampilan Setting Kontrol

IV. PENGUJIAN & ANALISA

4.1 Pengujian Rangkaian ADC 0809

Pengujian rangkaian ini dilakukan untuk mengetahui keluaran hasil konversi berupa data biner 8 bit.

Tabel 4.1. Data hasil pengkonversian Rangkaian ADC 0809

Input (mV)	Keluaran Desimal
0	0
5	0
6	1
25	1
26	2
45	2
46	3
65	3
66	4
85	5
dst	dst

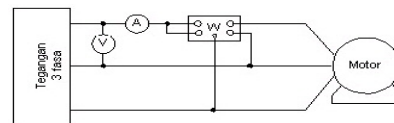
Hasil pengambilan data pada rangkaian ADC 0809 ini pada tegangan 6mV sudah mengalami perubahan bit atau kenaikan satu bit, tetapi untuk perubahan bit selanjutnya adalah 20mV per bitnya.

4.2 Analisa pada percobaan dengan motor induksi 3 phasa

Percobaan ini dilakukan untuk mengetahui rugi-rugi stator. Adapun percobaan-percobaan yang dilakukan meliputi:

1. Percobaan Beban Nol.

Uji ini dilakukan untuk mengukur rugi – rugi putaran dan arus magnetisasi. Pada keadaan tanpa beban beban yang dipikul hanyalah rugi-rugi angin dan gesekan Rangkaian uji tanpa beban dengan hubung bintang (Y) adalah seperti dibawah:



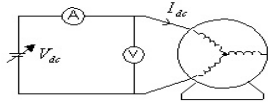
Gambar 4.1 Rangkaian uji tanpa beban motor induksi

Tabel 4.2 Data percobaan beban nol

V_{R-S}	V_{R-T}	V_{S-T}	I_R	I_S	I_T	P
403V	404V	397V	1,7A	1,4A	1,6A	90W

2. Percobaan dengan Arus Searah

Percobaan ini digunakan untuk mengetahui nilai parameter resistansi stator (R_s). Pada uji ini arus searah dialirkan pada kumparan stator yang terhubung bintang seperti pada gambar, maka arus akan mengalir melewati dua kumparan dengan resistansi sebesar $2R_s$.



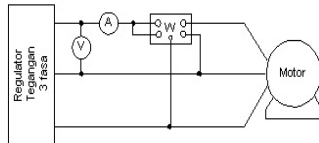
Gambar 4.2 Rangkaian uji tahanan stator arus searah

Tabel 4.3 Hasil analisa pada percobaan dengan tegangan DC

No	V_{dc} (V)	I_{dc} (A)	R_1 (Ohm)
1	5	0,24	10,42
2	10	0,49	10,20
3	15	0,76	9,89
4	20	1,02	9,80
5	25	1,28	9,77
6	30	1,50	10,00
7	35	1,79	9,78

3. Percobaan Blok Rotor/ Hubung Singkat

Dalam percobaan ini motor induksi disuplai dari regulator tegangan AC 3 fasa dan rotornya ditahan agar tidak berputar pada saat itu nilai instrumen ukur dicatat sebelum motor menjadi panas.



Gambar 4.3 Rangkaian uji rotor ditahan

Tabel 4.4 Hasil analisa untuk rugi-rugi tembaga stator

V_{hs} (Volt)	I_{hs} (A)	P_{hs} (W)	R_1 tot (Ohm)	P_{CU1} (W)	P_{CU1} (W)
75	1.5	120	9.98	67.37	242532
80	1.8	210	9.98	97.01	349236
85	2.0	240	9.98	119.76	431136
90	2.1	270	9.98	132.03	475308
95	2.3	300	9.98	158.38	570168
100	2.4	360	9.98	172.45	620820
105	2.5	390	9.98	187.13	673668
110	2.6	420	9.98	202.40	728640

Tampak pada tabel diatas kenaikan arus akan mengakibatkan kenaikan rugi-rugi tembaga stator yang juga akan menaikkan suhu motor.

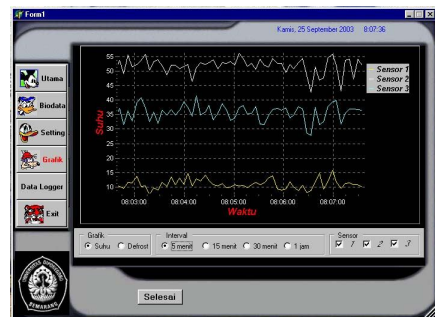
4.3 Pengujian Program

Pada pengujian program dilakukan pengujian pada setting thermostat, defferensial, defrost, grafik dan data logger.

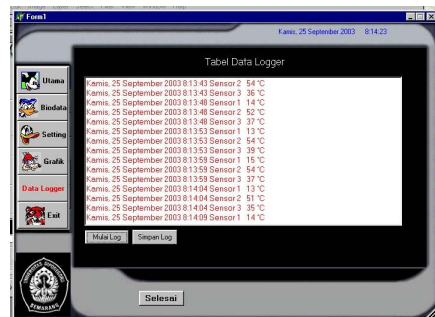
Thermostat merupakan batas untuk kompresor on, dimana batas untuk setting thermostat berdasarkan dari suhu ruang dan suhu motor kompresor. Sedangkan Deferensial dimaksudkan agar kompresor tidak langsung on saat suhu naik diatas suhu setting thermostat tetapi ada deferensial terlebih dahulu atau batas suhu diatas suhu setting thermostat untuk kompresor on.

Tabel 4.5 Tabel Pengujian Deferensial & Thermostat

Set Suhu Ruang °C	Set Deff Suhu Ruang °C	Tamp. Suhu Ruang °C	Set Suhu Motor °C	Set Deff Suhu Motor °C	Tamp. Suhu Motor °C	Kond. Motor Komp.
10	5	15	100	5	105	Off
10	5	17	100	5	94	On
10	10	20	100	10	101	Off
10	10	21	100	10	89	On



Gambar 4.4 Tampilan grafik sensor suhu terhadap waktu



Gambar 4.5. Tampilan tabel data logger

V. PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Dalam pembuatan tugas akhir ini penulis dapat mengambil kesimpulan dari hasil pengujian dan analisa. Kesimpulan-kesimpulan tersebut dirangkum sebagai berikut:

1. Ketelitian pembacaan pada sensor suhu ini sangat dipengaruhi oleh jumlah bit yang dipakai untuk membaca suhu. Dalam tugas

akhir ini menggunakan 8 bit sehingga perubahan resolusi per bitnya adalah 20mV dengan tegangan input 5,08 V sehingga ketelitian pembacaannya 2°C per bit.

2. Grafik yang terjadi pada pembacaan sensor suhu terhadap waktu, masih terdapat ripple sebesar 2-7°C yang terjadi akibat faktor kesalahan pada peralatan. Hasil pembacaan dapat juga direkam melalui data logger.
3. Akibat adanya kenaikan arus I yang mengalir dalam rangkaian dengan tahanan R selama t detik pada tabel 4.8 untuk motor induksi 3 phasa akan mengakibatkan kenaikan rugi-rugi tembaga stator yang akhirnya menaikkan suhu/panas pada motor tersebut.
4. Dengan menggunakan PC sebagai tampilan maka kita dapat melakukan monitoring serta pengontrolan mesin pendingin secara terpusat dan otomatis yang meliputi motor kompresor berikut peralatan pendukungnya.

5.2. Saran

Tugas akhir ini tentunya masih banyak kekurangan, masih jauh dari kesempurnaan maka perlu pengembangan lebih lanjut. Dengan ini ada beberapa hal yang perlu diperhatikan dan dapat dikembangkan dalam tugas akhir ini, antara lain :

1. Untuk mendapatkan hasil dari sensor suhu yang konstan maka pada pembacaan komponen input (ADC) dengan pembacaan bit yang lebih banyak akan menghasilkan pembacaan yang lebih akurat dan presisi.
2. Pada pengembangan lebih lanjut disarankan agar sistem dapat dikontrol tidak hanya terpusat tetapi dapat juga dikontrol melalui jaringan (*LAN / Internet*).
3. Pada pengembangan selanjutnya dapat ditambahkan masukan lain diantaranya sensor kelembaban udara, sensor kebisingan, sensor tekanan dan sebagainya.

Daftar Pustaka

1. Abdul Kadir, **Dasar Pemrograman Delphi 5.0 jilid 1 & 2**, Andi Yogyakarta.
2. Wsito S, **Data sheet Book 1 Data IC Linier, TTL dan CMOS**, PT. Elek Media Komputindo Jakarta.

3. Harry Garland, **Pengantar Desain Sistem Microprocessor**, Erlangga Jakarta.
4. Jonathan Lucas, **Laporan Teknis Berkala Vol. 6 No. 10 Desember 1998**.
5. _____, **EWPC 961/AR Freezer Control**, Eliwell s.p.a. Italy.
6. JM Gregory, RQ Hackett, C Vincent-Smith, **Cara Praktis Belajar Elektronika**, PT Elek Media Komputindo, Gramedia Jakarta.
7. Darjat, **PPI 8255**
8. _____, **ADC 0808/0809**, Data Sheet National Semikonduktor.
9. _____, **LM35**, Data Sheet National Semikonduktor.
10. _____, **8255**, Data Sheet National Semikonduktor.
11. JPM Steeman, **Data Sheet Book 2**, PT Elek Media Komputindo, Gramedia Jakarta.
12. Zuhul, **Dasar Tenaga Listrik**, ITB Bandung.
13. Althouse, Turnquist, Bracciano, **Modern Refrigeration and Air Conditioning**, The Goodheart-Willcox.
14. Soelaiman, Mabuchi Magarisawa, **Mesin Tak Serempak Dalam Praktek**, PT. Pradnya Paramita Jakarta.
15. B.L. Theraja, **Electrical Technology**, Nirja Contruction & Development Co. (P) Ltd, New Delhi.
16. P.Van. Harten, E.Setiawan, **Instalasi Arus Kuat 1 2 3**, Binacipta Bandung.
17. Muslimin.M, **Teknik Tenaga Listrik**, Armico Bandung
18. Muhammad H. Rashid, **Elektronika daya Rangkaian, Devais dan Aplikasinya jilid 1**, PT. Prenhalindo, Jakarta.
19. Mochtar Wijaya, **Dasar-dasar Mesin Listrik**, Djambatan Jakarta.
20. _____, **Teori Pendingin**, PT.Porkka Indonesia Semarang.

Mengetahui / Menyetujui

Pembimbing I

Pembimbing II

Ir. Agung Warsito, DHET
NIP. 131 668 485

Ir. Tejo Sukmadi, MT
NIP.131764876

