

ABSTRAK

Sonny Irawan:

Skripsi

Pengujian Sistem Pengkondisian Udara Yang Dikendalikan Komputer

Kondisi udara dalam ruangan menjadi faktor kenyamanan bagi penghuni ruangan tersebut. Oleh karena itu agar penghuni selalu merasa nyaman, maka diperlukan sistem pengkondisian udara yang dapat dimonitor dan dikontrol melalui sistem kontrol PLC (*Programmable Logic Controller*) yang dapat dihubungkan ke komputer.

Parameter-parameter yang dapat diatur adalah temperatur, *relative humidity* (RH) dan tekanan udara ruangan. Sedangkan parameter yang dimonitor adalah temperatur dan tekanan refrigerant pada *suction* dan *discharge*. Komponen yang digunakan untuk mengatur parameter diatas adalah sistem pengkondisi udara/*air conditioning* (AC), pemanas (*heater*), *sprayer*, dan *damper fresh air*. Unit AC digunakan untuk mengatur temperatur, *heater* dan *sprayer* untuk mengatur RH, sedangkan *damper fresh air* untuk mengatur tekanan udara dalam ruangan. Percobaan yang telah dilakukan yaitu kinerja heater dan AC dimana udara yang disirkulasikan dalam ruangan berasal dari udara balik dan udara segar.

Percobaan tersebut bertujuan untuk mengetahui pengaruh heater dan AC serta udara segar terhadap kondisi udara (temperatur, RH dan tekanan) dalam ruangan. Hasil percobaan menunjukkan peningkatan temperatur dan penurunan RH udara untuk kinerja heater, sedangkan untuk percobaan kinerja AC menunjukkan penurunan temperatur dan RH udara dalam ruangan. Sistem kontrol PLC mampu menjaga kondisi udara dalam ruangan sesuai dengan *setting* yang diinginkan.

Kata kunci:

Kondisi udara, Sistem kontrol, Parameter yang dikontrol, Parameter yang dimonitor

ABSTRACT

Sonny Irawan:

Minithesis

Testing Air Conditioning System Controlled by Computer

Air condition in the room becomes the comforting factor for people. Therefore, to make people always feel comfort, it is necessary to have an air conditioning system that can be monitored and controlled computer based PLC control system .

Some controlled parameters are temperature, relative humidity (RH), and pressure of the room while some monitored parameters are temperature and pressure at the suction and discharge compressor. The components used to control these parameters are air conditioning (AC) unit, heater, sprayer, and fresh air damper. The AC unit is used to control temperature, while heater and sprayer are used to control RH. Moreover, the fresh air damper is used to control pressure in the room. The experiments that have been done are the performance test of heater and AC system, where the air circulated in the room is from return and fresh air.

The purposes of those experiments are to investigate the effect of the use of heater, AC system and fresh air on the air condition in the room; including: temperature, RH and pressure. The results of the experiments show that the use of heater increase the temperature but decrease the RH of the air in the room; whereas, the use of AC unit decrease the temperature and RH. The PLC control system can keep the air condition in the room in accordance with the controlled parameters expected.

Keyword:

Air condition, PLC Control system, Controlled parameter, Monitored parameters

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH.....	v
DATA SKRIPSI.....	vi
ABSTRAK.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvii
1. PENDAHULUAN.....	1
1. 1. Latar Belakang	1
1. 2. Perumusan Masalah	2
1. 3. Batasan Masalah	2
1. 4. Tujuan	2
1. 5. Metodologi	3
1. 6. Sistematika Penulisan	4
2. TEORI DASAR.....	5
2. 1. Prinsip Dasar Pengkondisian Udara.....	5
2. 2. Sifat-Sifat (<i>Properties</i>) Udara	7
2.2. 1. Komposisi udara	8
2.2. 2. Hukum Gas Ideal.....	9
2. 3. Diagram Psikrometrik	12
2. 4. Beban Pendinginan	14
2.4. 1. <i>Heat gain</i> melalui atap (<i>roof</i>).....	15
2.4. 2. <i>Heat gain</i> melalui <i>wall</i> (dinding)	16
2.4. 3. <i>Heat gain</i> melalui kaca (<i>glass</i>).....	16
2.4. 4. <i>Heat gain</i> melalui partisi, langit-langit dan lantai.....	17
2.4. 5. Perolehan kalor melalui manusia.	17
2.4. 6. <i>Heat gain</i> dari lampu.....	18
2.4. 7. <i>Heat gain</i> dari motor listrik.....	19
2.4. 8. <i>Heat gain</i> dari peralatan (<i>appliance</i>).....	19
2.4. 9. <i>Heat gain</i> dari udara ventilasi dan infiltrasi.....	19
2. 5. Macam-macam Proses Dalam Sistem Pengkondisian Udara.....	20

2.5. 1. Pemanasan dan pendinginan sederhana	20
2.5. 2. Pemanasan dengan humidifikasi	21
2.5. 3. Pendinginan dengan penurunan kelembaban	22
2.5. 4. <i>Evaporative Cooling</i>	23
2.5. 5. Pencampuran udara	24
2. 6. Sensibel <i>Heat Factor</i> (SHF)	25
2. 7. <i>By Pass Factor</i> (BPF)	25
2. 8. <i>Apparatus Dew Point</i>	26
2. 9. Sistem Kontrol Pengkondisian Udara	27
2. 10. SCADA (<i>SUPERVISORY CONTROL AND DATA ACQUISITION</i>)	27
3. DATA DAN PERENCANAAN.....	29
3. 1. Perencanaan Pengkondisian Udara	29
3.1. 1. Kondisi Gedung	29
3.1. 2. Data Perhitungan Beban Pendingin	29
3. 2. Perencanaan Sistem Kontrol Pengkondisian Udara.....	35
3.2. 1. <i>Plant</i>	37
3.2. 2. PLC (<i>Programmable Logic Controller</i>)	38
3.2. 3. <i>Host link Communication</i>	41
3.2. 4. PC yang berisi FIX INTELLUTION	45
3. 3. Skema Laboratorium dan Komponen	46
3.4. Pengoperasian Program Intellution Untuk Kontrol Pengkondisian Udara .	50
4. PROSEDUR DAN DATA PERCOBAAN.....	59
4. 1. Prosedur Percobaan.....	59
4.1.1. Percobaan Kinerja <i>Heater</i>	59
4.1.1. 1. Percobaan Kinerja <i>Heater</i> 100% <i>Return Air</i>	59
4.1.1. 2. Percobaan Kinerja <i>Heater</i> 100% <i>Fresh air</i>	62
4.1. 2. Percobaan Kinerja Unit Air Conditioning (AC) <i>Mode Manual</i>	63
4.1.2. 1. Percobaan Kinerja Unit AC dengan 100% <i>Return Air</i>	63
4.1.2. 2. Percobaan Kinerja Unit AC dengan <i>mix air</i>	67
4.1.2. 3. Percobaan Kinerja Unit AC dengan 100% <i>Fresh air</i>	69
4.1. 3. Percobaan Kinerja Unit Air Conditioning (AC) <i>Mode Otomatis</i>	71
4. 2. Hasil Percobaan.....	73
5. PENGOLAHAN DAN ANALISA DATA.....	75
5. 1. Pengolahan data	75
5. 2. Analisa Data	77
5.2. 1. Analisa Data Percobaan Kinerja <i>Heater</i>	77
5.2. 2. Analisa Data Percobaan Kinerja Air Conditioning (AC) <i>Mode Manual</i>	83
5.2.2. 1. Analisa Data Percobaan Kinerja AC dengan 100% <i>Return Air</i> ..	84
5.2.2. 2. Analisa Data Percobaan Kinerja AC dengan <i>Mix Air</i>	90
5.2.2. 3. Analisa Data Percobaan Kinerja AC 100% <i>Fresh Air</i>	102
5.2. 3. Analisa Data Percobaan Kinerja AC <i>Mode Otomatis</i>	116
6. KESIMPULAN.....	119

DAFTAR REFERENSI.....	121
LAMPIRAN.....	122

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1. Siklus dasar refrigerasi	6
Gambar 2. 2. Grafik p-h (tekanan-entalpi) siklus refrigerasi	6
Gambar 2. 3. Grafik Psychrometric	13
Gambar 2. 4. Proses pemanasan dan pendinginan sederhana	20
Gambar 2. 5. Pemanasan dengan humidifikasi. (a) proses pemanasan dengan humidifikasi pada grafik psychrometric. (b) skema komponen dan aliran udara	21
Gambar 2. 6. Pendinginan dengan penurunan kelembaban. (a) skema komponen dan aliran udara proses pendinginan dengan penurunan kelembaban. (b) gambar diagram psychrometric proses pendinginan dengan penurunan kelembaban	22
Gambar 2. 7. Proses evaporative cooling (a) komponen evaporative cooling dengan bantalan basah. (b) komponen evaporative cooling dengan sprayer. (c) proses evaporative cooling pada grafik psychrometric.....	24
Gambar 2. 8. Proses pencampuran udara pada grafik psychrometric	24
Gambar 2. 9. <i>By pass factor</i> koil pengkondisian udara dengan jarak fin 10-12 inch.....	26
Gambar 3. 1. Sistem kontrol PLC	36
Gambar 3. 2. PLC OMRON SYSMAC CPM2A.....	39
Gambar 3. 3. <i>Host link</i> komunikasi.....	41
Gambar 3. 4. Komponen komunikasi PLC ke komputer	42
Gambar 3. 5. a. Incremental encoder. (b). Absolute encoder.....	43
Gambar 3. 6. Solenoid.....	44
Gambar 3. 7. Solid state relay	44
Gambar 3. 8. Laboratorium pengkondisian udara tampak samping dan atas	47
Gambar 3. 9. Skema modifikasi AC	47
Gambar 3. 10. Sensor <i>suction</i> dan <i>discharge</i> dan alat ukur tekanan manual.....	48

Gambar 3. 11. Unit AC	48
Gambar 3. 12. Damper <i>fresh air</i>	48
Gambar 3. 13. Panel PLC.....	49
Gambar 5. 1. Grafik kondisi udara ruangan percobaan heater <i>on</i> dan kompresor <i>off</i> , 100% <i>return air</i> dan pengukuran pada ruangan (tanggal 15 Februari 2006 pukul 10.36).	77
Gambar 5. 2. Grafik psychrometrik hasil proses pemanasan udara dengan 100% <i>return air</i> pengukuran pada ruangan.....	78
Gambar 5. 3. Grafik kondisi udara ruangan percobaan heater <i>on</i> dan kompresor <i>off</i> , 100% <i>return air</i> dan pengukuran pada <i>supply</i> (tanggal 8 Maret 2006 pukul 13.23)	79
Gambar 5. 4. Grafik psychrometrik hasil proses pemanasan udara dengan 100% <i>return air</i> pengukuran pada <i>supply</i> dengan letak sensor dekat (sekitar 5 cm) dari heater	79
Gambar 5. 5. Grafik kondisi udara ruangan untuk percobaan heater <i>on</i> dan kompresor <i>off</i> , 100% <i>fresh air</i> saat kondisi panas dan pengukuran pada ruangan (tanggal 15 Februari 2006 pukul 12.15).....	80
Gambar 5. 6. Grafik kondisi udara ruangan untuk percobaan heater <i>on</i> dan kompresor <i>off</i> , 100% <i>fresh air</i> saat kondisi hujan dan pengukuran pada ruangan (tanggal 15 Februari 2006 pukul 15.32).....	81
Gambar 5. 7. Grafik psychrometrik hasil proses pemanasan udara dengan 100%.....	82
Gambar 5. 8. Grafik psychrometrik hasil proses pemanasan udara dengan 100%.....	82
Gambar 5. 9. Grafik kondisi udara <i>supply</i> percobaan heater <i>on</i> dan kompresor <i>off</i> , 100% <i>fresh air</i> dan pengukuran pada <i>supply</i> (tanggal 3 Maret 2006 pukul 12.53).....	83
Gambar 5. 10. Grafik temperatur fungsi waktu percobaan kinerja AC 100% <i>return</i> dan pengukuran pada ruangan.....	84
Gambar 5. 11. Grafik temperatur fungsi waktu percobaan kinerja AC 100% <i>return</i> dan pengukuran pada <i>supply</i>	85
Gambar 5. 12. Grafik RH fungsi waktu percobaan kinerja AC 100% <i>return</i> dan pengukuran pada ruangan saat kondisi hujan.....	86
Gambar 5. 13. Grafik RH fungsi waktu percobaan kinerja AC 100% <i>return</i> dan pengukuran pada <i>supply</i>	86
Gambar 5. 14. Grafik psychrometrik hasil percobaan AC 100%	87

Gambar 5. 15 Grafik psychrometrik hasil percobaan AC 100%	87
Gambar 5. 16. Grafik jumlah air kondensasi pada kondisi panas dan hujan	88
Gambar 5. 17. Grafik temperatur <i>suction</i> dan <i>discharge</i> fungsi waktu percobaan kinerja AC 100% <i>return</i> dan pengukuran pada ruangan.....	88
Gambar 5. 18. Grafik tekanan <i>suction</i> dan <i>discharge</i> fungsi waktu percobaan kinerja AC 100% <i>return</i> dan pengukuran pada ruangan kondisi hujan	89
Gambar 5. 19. Grafik temperatur ruang fungsi waktu percobaan kinerja AC <i>mix air</i> , perbandingan cfm <i>return</i> dan <i>fresh air</i> 20:1, pengukuran pada ruangan	91
Gambar 5. 20. Grafik temperatur <i>supply</i> fungsi waktu percobaan kinerja AC <i>mix air</i> , pengukuran pada <i>supply</i>	93
Gambar 5. 21. Grafik RH ruang fungsi waktu percobaan kinerja AC <i>mix air</i> , pengukuran pada ruangan	94
Gambar 5. 22. Grafik RH <i>supply</i> fungsi waktu percobaan kinerja AC <i>mix air</i> , perbandingan cfm <i>return</i> dan <i>fresh air</i> 20:1, pengukuran pada <i>supply</i>	96
Gambar 5. 23. Grafik Psychrometric percobaan kinerja AC <i>mix air</i> perbandingan cfm 1:1.	97
Gambar 5. 24. Grafik Psychrometric percobaan kinerja AC <i>mix air</i> perbandingan cfm 5:1.....	97
Gambar 5. 25. Grafik Psychrometric percobaan kinerja AC <i>mix air</i> perbandingan cfm 20:1.....	98
Gambar 5. 26. Grafik temperatur <i>suction</i> dan <i>discharge</i> fungsi waktu percobaan kinerja AC <i>mix</i> perbandingan cfm 20:1	99
Gambar 5. 27. Grafik tekanan <i>suction</i> dan <i>discharge</i> fungsi waktu percobaan kinerja AC <i>mix air</i>	101
Gambar 5. 28. Grafik jumlah air kondensasi fungsi perbandingan cfm	102
Gambar 5. 29. Grafik temperatur ruang fungsi waktu percobaan 100% <i>fresh air</i> dan pengukuran pada ruangan.....	103
Gambar 5. 30. Grafik RH ruang fungsi waktu percobaan 100% <i>fresh air</i> dan pengukuran pada ruangan	105
Gambar 5. 31. Grafik temperatur <i>supply</i> fungsi waktu percobaan 100% <i>fresh air</i> bukaan damper 100% dan pengukuran pada <i>supply</i>	107

Gambar 5. 32. Grafik RH <i>supply</i> fungsi waktu percobaan 100% <i>fresh air</i> dan pengukuran pada <i>supply</i>	108
Gambar 5. 33. Temperatur <i>suction</i> dan <i>discharge</i> percobaan kinerja AC 100% <i>fresh air</i> pada kondisi hujan.....	110
Gambar 5. 34. Temperatur <i>suction</i> dan <i>discharge</i> percobaan kinerja AC 100% <i>fresh air</i> pada kondisi panas.....	111
Gambar 5. 35. Grafik tekanan <i>suction</i> dan <i>discharge</i> percobaan kinerja AC 100% <i>fresh air</i> pada kondisi hujan.....	113
Gambar 5. 36. Grafik tekanan <i>suction</i> dan <i>discharge</i> percobaan kinerja AC 100% <i>fresh air</i> pada kondisi panas.....	114
Gambar 5. 37. Grafik jumlah air kondensasi fungsi bukaan damper percobaan 100% <i>fresh air</i>	115
Gambar 5. 38. Grafik temperatur, RH dan tekanan udara fungsi waktu percobaan otomatis pada setting temperatur 25, RH udara 45% dan tekanan udara 14,75.....	117
Gambar 5. 39. Grafik temperatur dan RH fungsi waktu percobaan otomatis pada setting temperatur 25, RH udara 60% dan tekanan udara 14,66.....	118

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1. Komposisi udara menurut Norman C. Harris	8
Tabel 1. 2. Komposisi udara menurut Moran Saphiro	8
Tabel 3. 1. Hasil perhitungan kalor beban pendingin	35
Tabel 4. 1. Data awal, Percobaan tgl/mulai pukul:	61
Tabel 4. 2. Data percobaan udara dalam ruangan (<i>Heater on</i> , Kompresor <i>off</i>)	61
Tabel 4. 3. Data awal kondisi refrigerant secara <i>digital</i>	65
Tabel 4. 4. Data awal tekanan pembacaan <i>manual</i>	65
Tabel 4. 5. Hasil percobaan.....	65
Tabel 4. 6. Pengukuran tekanan <i>manual</i>	66
Tabel 5. 1. Hasil pengukuran air kondensasi pada kondisi panas dan hujan	87
Tabel 5. 2. Hasil pengukuran debit udara pada <i>return</i> , <i>fresh air</i> , <i>supply</i> dan perbandingannya	92
Tabel 5. 3. Jumlah <i>air</i> kondensasi tiap perbandingan cfm pada kondisi tertentu	101
Tabel 5. 4. Debit udara tiap bukaan damper <i>fresh air</i>	104
Tabel 5. 5. Air kondensasi yang terkumpul selama percobaan kinerja AC 100% <i>fresh air</i> pada kondisi hujan dan panas.....	115

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.	Spesifikasi Unit AC	122
Lampiran 2.	Tabel Kondisi Cuaca Beberapa Negara	123
Lampiran 3.	Properti Campuran Udara dan Saturasi Uap Air.....	125
Lampiran 4.	Tabel Psychrometrik	126
Lampiran 5.	Standar Ventilasi	127
Lampiran 6.	Properti <i>Thermal</i> Material Bangunan.....	128
Lampiran 7.	<i>Heat Gain</i> dari Penghuni Ruangan yang Dikondisikan	131
Lampiran 8.	Group Konstruksi <i>Wall</i>	132
Lampiran 9.	CLTD dari Dinding yang Terkena Matahari.....	133
Lampiran 10.	CLTD <i>Correction</i> Menurut Lintang dan Bulan untuk Dinding dan Atap	134
Lampiran 11.	<i>Sensibel Heat Cooling Load Factor</i> Untuk Orang.....	135
Lampiran 12.	Koefisien <i>Heat Transmission</i> untuk kaca	136
Lampiran 13.	<i>Thermal</i> Properti Untuk Dinding dan Atap.....	137
Lampiran 14.	<i>Wiring</i> Diagram Panel PLC	138
Lampiran 15.	<i>Ladder</i> Diagram PLC.....	140
Lampiran 16.	Hasil Perhitungan Bulan Terpanas.....	148
Lampiran 17.	Hasil Percobaan Kinerja <i>Heater</i>	149
Lampiran 18.	Diagram Psychrometric Percobaan <i>Heater</i>	154
Lampiran 19.	Hasil Percobaan Kinerja AC <i>Mode Manual</i> 100% <i>Return Air</i> ...	159
Lampiran 20.	Diagram Psychrometric Percobaan Kinerja AC 100% <i>Return</i> ...	162
Lampiran 21.	Hasil Percobaan Kinerja AC <i>Mode Manual</i> <i>Mix Air</i>	165
Lampiran 22.	Diagram Psychrometric Percobaan Kinerja AC <i>Mix Air</i>	174

Lampiran 23. Hasil Percobaan Kinerja AC <i>Mode Manual</i> 100% Fresh Air ...	180
Lampiran 24. Diagram Psychrometric Percobaan Kinerja AC 100% <i>Fresh Air</i>	188
Lampiran 25. Hasil Percobaan Kinerja AC <i>Mode Otomatis</i>	196
Lampiran 26. Pengolahan Data Percobaan Kinerja AC	198