



DAFTAR ISI

LEMBAR JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERSEMBAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR TABEL	xx
DAFTAR LAMPIRAN	xxi
NASKAH TUGAS AKHIR	xxii
INTISARI	xxiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Perancangan	1
1.3 Ruang Lingkup Perancangan	2
BAB II SISTEM REFRIGERASI KOMPRESI UAP DAN SISTEM PENGKONDISIAN UDARA	3
2.1 Sistem Refrigerasi Kompresi Uap	3
2.1.1 Sistem Refrigerasi Kompresi Uap Ideal	3
2.1.2 Sistem Refrigerasi Kompresi Uap Aktual	5
2.2 Sistem Pengkondisian Udara	7
2.2.1 Definisi Sistem Pengkondisian Udara	7
2.2.2 Jenis – Jenis Sistem Pengkondisian Udara	7
2.3 Sistem Pengkondisian Udara Pada K-1 Argo Seri II	8
2.3.1 Satu Unit AC Untuk Pelayanan Satu Kereta	9



2.3.2	Dua unit AC Untuk Pelayanan Satu Kereta	9
2.3.3	Empat AC Untuk Pelayanan Satu Kereta	9
2.4	Refrigerant	10
2.4.1	Definisi Refrigerant	10
2.4.2	Jenis – Jenis Refrigerant	11
2.4.3	Pemilihan Refrigerant	12
BAB III	SPESIFIKASI TEKNIS KERETA PENUMPANG KELAS EKSEKUTIF K-I ARGO SERI II	14
3.1	Sistem Penyegar Udara	15
3.2	Kursi dan Susunan Kursi	15
3.3	Badan Kereta	15
3.4	Lantai dan Penutup Lantai	16
3.5	Isolator Suara dan Panas	16
3.6	Jendela dan Tirai	17
3.7	Pintu	18
3.8	Interior	18
3.9	Sistem Listrik dan Sistem Kontrol	19
BAB IV	PERHITUNGAN BEBAN PENDINGINAN	20
4.1	Kondisi Perancangan	20
4.2	Sumber – Sumber Beban Pendinginan	20
4.2.1	Beban Sensible	20
4.2.2	Beban Laten	21
4.2.3	Beban Ventilasi	21
4.3	Perhitungan Beban Pendinginan	21
4.3.1	Beban Sensible	21
4.3.1.1	Perolehan Kalor Melalui Bangunan	21
4.3.1.2	Perolehan Kalor Melalui Jendela	31
4.3.1.3	Beban Sensibel Infiltrasi Udara	33
4.3.1.4	Perolehan Kalor Dari Lampu Ruangan	35
4.3.1.5	Perolehan Kalor Dari Penumpang	35



4.3.1.6	Perolehan Kalor Dari Peralatan Listrik	36
4.3.1.7	Perolehan Kalor Dari Perlengkapan Interior	36
4.3.2	Beban Laten	38
4.3.2.1	Beban Laten Infiltrasi Udara	38
4.3.2.2	Moisture Penumpang	39
4.4	Analisis Psikometri	39
4.4.1	Room Total Heat (RTH)	40
4.4.2	Room Sensible Heat Factor (RSHF)	40
4.4.3	Kondisi Udara Campuran	40
4.4.4	Menentukan Apparatus Dew Point Temperatur	41
4.4.5	Menentukan CFM_{sa}	41
4.4.6	Menentukan CFM_{oa}	42
4.4.7	Menentukan Outside Air Total Heat (OATH)	42
4.4.8	Menentukan Bypass Factor (BF)	42
4.4.9	Effective Room Total Heat (ERTH)	42
4.4.10	Effective Room Sensible Heat Factor (ESHF)	43
4.4.11	Beban Koil Pendingin (GTH)	43
4.5	Kondisi Kerja Sistem Pengkondisian Udara	44
4.5.1	Pemilihan Refrigerant	44
4.5.2	Kondisi Kerja Evaporator	44
4.5.3	Kondisi Kerja Kondensor	44
4.5.4	Superheated dan Subcooled	45
4.6	Perhitungan Sistem Refrigerasi	45
4.6.1	Kondisi Refrigerant Dalam Evaporator	45
4.6.2	Kondisi Refrigerant Dalam Kondensor	46
4.6.3	Enthalpi Pada Tiap Titik	46
4.6.4	Kualitas Uap Masuk Evaporator	46
4.6.5	Efek Pendinginan (Refrigerating Effect)	46
4.6.6	Laju Aliran Massa Refrigerant	47
4.6.7	Daya Adiabatik Kompresor	47
4.6.8	Coefficient of Performance (COP_R)	48



BAB V	PERANCANGAN EVAPORATOR	51
5.1	Definisi Evaporator	51
5.2	Spesifikasi Teknis Evaporator	51
5.3	Kondisi Kerja Evaporator	51
5.3.1	Temperatur Efektif Alat	51
5.3.2	Kondisi Udara Masuk Evaporator	52
5.3.3	Kondisi Udara Keluar Evaporator	52
5.3.4	Kondisi Refrigerant Dalam Evaporator	52
5.4	Konstruksi dan Material Evaporator	52
5.4.1	Jumlah Evaporator	52
5.4.2	Konstruksi Evaporator	53
5.4.3	Material Evaporator	53
5.4.4	Data – Data Evaporator	53
5.4.5	Kekuatan Pipa Evaporator	54
5.5	Perpindahan Kalor Pada Evaporator	55
5.5.1	Koefisien Perpindahan Kalor Sisi Udara	56
5.5.2	Koefisien Perpindahan Kalor Sisi Refrigerant	60
5.5.3	Efisiensi Fin	61
5.5.4	Tahanan Termal Kontak	62
5.5.5	Faktor Pengotor (<i>Fouling Factor</i>)	63
5.5.6	Koefisien Perpindahan Kalor Total Evaporator	63
5.5.7	Log-Mean Temperatur Difference (LMTD)	64
5.6	Pengecekan Temperatur Dinding	66
5.7	Pressure Drop Pada Evaporator	67
5.7.1	Pressure Drop Sisi Udara	68
5.7.2	Pressure Drop Sisi Refrigerant	69
5.8	Laju Kondensasi Pada Evaporator	74
BAB VI	PERANCANGAN KONDENSOR DAN FAN KONDENSOR	75
6.1	Definisi Kondensor	75
6.2	Spesifikasi Teknis Kondensor	75



6.3	Kondisi Kerja Kondensor	75
6.3.1	Kondisi Udara Masuk	75
6.3.2	Kondisi Udara Keluar	75
6.3.3	Perpindahan Kalor Pada Kondensor	76
6.3.4	Kondisi Refrigerant	76
6.3.5	Kuantitas Udara Pendingin	77
6.4	Konstruksi dan Material Kondensor	77
6.4.1	Jumlah Kondensor	77
6.4.2	Konstruksi Kondensor	78
6.4.3	Data – Data Kondensor	78
6.4.4	Kekuatan Pipa Kondensor	79
6.5	Perpindahan Kalor Pada Kondensor	80
6.5.1	Koefisien Perpindahan Kalor Sisi Udara	80
6.5.2	Koefisien Perpindahan Kalor Sisi Refrigerant	83
6.5.3	Efisiensi Fin	89
6.5.4	Tahanan Kontak Termal	90
6.5.5	Faktor Pengotor (Fouling Factor)	91
6.5.6	Koefisien Perpindahan Kalor Total	91
6.5.7	Log Mean Temperature Difference (LMTD)	92
6.5.8	Menentukan Luas Kondensor Dibutuhkan	93
6.6	Pressure Drop Pada Kondensor	94
6.6.1	Pressure Drop Sisi Udara	94
6.6.2	Pressure Drop Sisi Refrigerant	95
6.7	Perancangan Fan Kondensor	98
6.8	Konstruksi Fan Kondensor	98
6.9	Kondisi Kerja Fan Kondensor	99
6.9.1	Kenaikan Tekanan Pada Fan	99
6.9.2	Kondisi Udara Masuk Fan	99
6.9.3	Kondisi Udara Keluar Fan	99
6.9.4	Tekanan Rata – Rata	99



6.9.5	Kerapatan Massa Rata – Rata	99
6.9.6	Tinggi Tekan	100
6.9.7	Daya Fan Kondensor	100
6.10	Motor Penggerak	101
6.11	Kecepatan Spesifik	101
6.12	Perbandingan Hub	101
6.13	Perancangan Impeller Fan	102
6.13.1	Jumlah Sudu	102
6.13.2	Diameter Sisi Luar	102
6.13.3	Diameter Hub	103
6.13.4	Lebar Sudu	103
6.13.5	Jarak Sudu	103
6.13.6	Panjang Chord	104
6.13.7	Sudu Chord	105
6.13.8	Menentukan β_1	105
6.13.9	Jari – Jari Kelengkungan Sudu	106
6.14	Perhitungan Dimensi Sudu	106
BAB VII	PERANCANGAN KOMPRESOR	110
7.1	Jenis – Jenis Kompresor	110
7.1.1	Tipe Terbuka	110
7.1.2	Semi Hermatik	110
7.1.3	Full Hermatik	110
7.2	Spesifikasi Teknis Kompresor	111
7.3	Perbandingan Kompresi Kompresor	111
7.4	Volumetric Efficiency	111
7.5	Diameter Lubang Silinder	112
7.6	Panjang Langkah (Displacement) Torak	113
7.7	Clearance	113
7.8	Kecepatan Piston	113



7.9	Silinder Kompresor	114
7.9.1	Bahan Silinder Kompresor	114
7.9.2	Tebal Dinding Silinder	114
7.9.3	Panjang Silinder	115
7.9.4	Kepala Silinder	116
7.9.5	Kekuatan Silinder	116
7.10	Piston Kompresor	122
7.10.1	Jenis – Jenis Piston	122
7.10.2	Material Piston Kompresor	122
7.10.3	Tebal Piston	122
7.10.4	Piston Ring	123
7.10.5	Pena Torak (Piston Pin)	126
7.11	Batang Penghubung	129
7.11.1	Tulang Batang Penghubung	129
7.11.2	Ujung Besar Batang Penghubung	131
7.11.3	Ujung Kecil Batang Penghubung	132
7.12	Katup Kompresor	135
7.12.1	Katup Isap	135
7.12.2	Katup Buang	136
7.12.3	Tinggi Angkat Katup	138
7.13	Poros Engkol	139
7.13.1	Konstruksi dan Material Poros	139
7.13.2	Gaya Inersia Pada Poros	139
7.13.3	Gaya Sejajar Sumbu Poros	140
7.13.4	Gaya Pada Batang Torak	140
7.13.5	Gaya Pada Poros	141
7.13.6	Momen Pada Poros	141
7.13.7	Torsi Pada Poros	144
7.13.8	Tegangan Puntir Ekuivalen	144
7.13.9	Momen Puntir Ekuivalen	145
7.13.10	Diameter Poros	145



7.13.11 Sudut Puntir Poros	147
7.14 Perencanaan Bantalan	148
7.14.1 Bantalan Poros	148
7.14.2 Bantalan Ujung Besar Batang Penghubung	149
7.15 Pelumasan Kompresor	152
7.16 Motor Penggerak	150
7.16.1 Daya Adiabatis Kompresor	150
7.16.2 Daya Aktual Kompresor	151
7.16.3 Daya Motor Listrik	151
7.16.4 Putaran Motor Listrik	151
BAB VIII PERANCANGAN AIR HANDLING UNIT (AHU)	152
8.1 Spesifikasi Teknis Sistem Saluran Distribusi Udara	152
8.2 Menentukan Dimensi Ducting	153
8.2.1 Metode Menentukan Saluran Distribusi Udara	153
8.2.2 Saluran Distribusi di Luar Ruangan	154
8.2.3 Saluran Distribusi Udara di Dalam Ruangan	155
8.3 Kerugian Tekanan Pada Sistem Pengkondisian Udara	157
8.3.1 Kerugian Pada Saluran Distribusi Udara	157
8.3.2 Kerugian Sistem Saluran Udara Balik	160
8.3.3 Kerugian Pada Filter	161
8.3.4 Kerugian Pada Evaporator	161
8.4 Fan Total Pressure (FTP)	161
8.5 Perancangan Fan Evaporator	161
8.6 Kondisi Kerja Fan Evaporator	162
8.6.1 Tekanan Rata – Rata	162
8.6.2 Kerapatan Massa Rata – Rata	162
8.6.3 Tinggi Tekan (H)	162
8.6.4 Kecepatan Putar Spesifik	162
8.7 Konstriksi dan Material Fan Evaporator	163
8.8 Daya Fan Evaporator	165



8.9	Pemilihan Motor Listrik	165
8.10	Diameter Poros Penggerak	165
8.10.1	Momen Puntir Pada Poros	165
8.10.2	Tegangan Ijin Material	166
8.11	Perancangan Impeller	166
8.11.1	Diamater Sisi Masuk	167
8.11.2	Diameter Sisi Keluar	167
8.11.3	Kecepatan Keliling Sisi Masuk	167
8.11.4	Kecepatan Keliling Sisi Keluar	167
8.11.5	Kecepatan Masuk Fluida	168
8.11.6	Lebar Sisi Masuk	168
8.11.7	Lebar Sisi Keluar	168
8.12	Segitiga Kecepatan	168
8.12.1	Segitiga Kecepatan Sisi Masuk	168
8.12.2	Segitiga Kecepatan Sisi Keluar	169
8.13	Jumlah Sudu	170
8.14	Perancangan Rumah Keong (Volute)	170
8.15	Bentuk Rumah Keong	170
8.16	Perhitungan Volute Casing	171
8.16.1	Sudut Lidah Volute	171
8.16.2	Kecepatan Udara Pada Throat	171
8.16.3	Luas Penampang Throat	172
8.16.4	Lebar Volute (b_v)	172
8.16.5	Tinggi Volute Throat	173
8.16.6	Luas Volute	173
8.16.7	Jari – Jari Volute	173
8.16.8	Jari – Jari Dinding Volute	173
8.16.9	Tebal Volute	174
BAB IX	PEMILIHAN AUXILIARY DAN SAFETY EQUIPMENT	177
9.1	Komponen Bantu (<i>Auxiliary Equipment</i>)	177



9.1.1	Katup Ekspansi Termostatis	177
9.1.2	Thermostat	177
9.1.3	Penampung Cairan (<i>Liquid Receiver</i>)	178
9.1.4	Filter Refrigerant	178
9.1.5	Gelas Pandang (<i>Sight Glass</i>)	179
9.1.6	Pembagi Aliran	179
9.1.7	Katup Refrigerant	181
9.1.8	Condensate Drain	181
9.1.9	Filter Udara	181
9.1.10	Diffuser	181
9.1.11	Return Air Grille	181
9.2	Komponen Pengamanan (<i>Safety Equipment</i>)	181
9.2.1	Dual Pressure Controll Switch	182
9.2.2	Oil Pressure Switch	182
9.2.3	Katup solenoid	183
9.2.4	Relief Valve	184
BAB X	SISTEM KELISTRIKAN DAN SISTEM KONTROL AC KERETA	185
10.1	Sistem Kelistrikan	185
10.1.1	Pembangkit Listrik	185
10.1.2	Sistem Listrik Pada Kereta Penumpang	185
10.2	Sistem Kontrol	185
10.2.1	Komponen Sistem Kontrol	186
10.2.2	Panel Kontrol Sistem AC	186
10.2.3	Mode Operasi Panel Kontrol AC	187
10.2.4	Perlindungan Sistem AC	187
10.2.5	Bagan Komponen Sistem Kontrol AC	188
10.2.6	Menghidupkan Pesawat AC	190
BAB XI	PERPIPAAN REFRIGERANT	197



11.1	Material Pipa Refrigerant	197
11.2	Pipa Isap (Suction Line)	197
11.3	Pipa Buang (Discharge Line)	198
11.4	Pipa Cairan (Liquid Line)	198
11.5	Kebutuhan Refrigerant	199
11.5	Isolator	200
BAB XII	PENGUJIAN DAN PERAWATAN SISTEM AC KERETA	203
12.1	Pengujian Sistem AC Kereta	201
12.1.1	Pelaksana Pengujian	201
12.1.2	Prosedur Pengujian	201
12.2	Perawatan Sistem AC Kereta	203
12.2.1	Pelaksana Perawatan	203
12.2.2	Prosedur Perawatan	203
BAB XIII	KESIMPULAN DAN PENUTUP	212
DAFTAR PUSTAKA	221
LAMPIRAN		