



Halaman Judul.....	i
Halaman Pengesahan.....	ii
Halaman Motto.....	iii
Kata Pengantar.....	iv
Halaman Soal.....	vi
Intisari.....	vii
Daftar Isi.....	viii
Daftar Gambar.....	xv
Daftar Tabel.....	xviii
Daftar Notasi.....	xix

BAB I. Pendahuluan

1.Refrigerasi.....	1
2.Kriogenik.....	5
1.Prinsip-prinsip pendingin dan pencair kriogenik.....	6
2.Metode-metode pendingin dan pencair kriogenik.....	6
3.Material-material kriogenik.....	10
3.Udara.....	12
1.Komposisi udara.....	12
2.Sifat-sifat termodinamika udara.....	13
4.Nitrogen.....	14
1.Sifat-sifat fisik dan termodinamika Nitrogen.....	14
2.Penggunaan Nitrogen cair.....	16

BAB II. Perancangan Proses Pencairan Nitrogen.....18

1.Proses pemurnian udara.....	18
1.Proses penyaringan udara.....	18
2.Proses pemisahan Karbon Dioksida.....	19
3.Proses pengeringan udara.....	23



Proses pemisahan gas Nitrogen.....	26
1. Proses pencairan udara.....	26
2. Proses pemisahan dan pencairan Nitrogen.....	28
3. Sistem isolasi.....	32
4. Sistem penyimpanan.....	35
5. Rencana kerja sistem.....	38
1. Diagram Temperatur-Entropi.....	38
2. Penentuan kuantitas udara proses.....	39
3. Diskripsi rancangan kerja sistem.....	41
BAB III. Kompresor.....	46
1. Klasifikasi kompresor.....	46
2. Pemilihan kompresor.....	49
3. Proses kompresi pada diagram T-S.....	49
4. Temperatur discharge.....	51
5. Efisiensi.....	52
1. Efisiensi volumetris.....	52
2. Efisiensi volumetris overall.....	54
6. Daya poros kompresor (SHP).....	55
7. Daya motor.....	57
8. Silinder.....	58
1. Diameter silinder.....	58
2. Panjang Langkah torak.....	59
3. Panjang Silinder.....	60
4. Tebal dinding silinder.....	61
5. Tebal kepala silinder.....	62
6. Kekuatan silinder.....	63
1. Tegangan akibat perbedaan temperatur.....	64
2. Tegangan akibat tekanan udara dalam silinder.....	67
3. Tegangan akibat pemasangan liner.....	69
7. Tegangan pada kepala silinder.....	71
8. Pendinginan silinder.....	72



	73
1.Diameter torak.....	74
2.Tebal Kepala torak.....	74
3.Tebal maksimum dinding beralur.....	75
4.Tebal dinding torak.....	76
5.Tebal sirip penguat.....	77
6.Kekuatan torak.....	77
10.Baut pengikat kepala silinder.....	80
11.Cincin torak.....	81
1.Ukuran-ukuran cincin torak.....	81
2.Tegangan-tegangan pada cincin torak....	83
12.Katup.....	85
1.Perencanaan katup isap.....	86
2.Perencanaan katup buang.....	88
3.Rugi-rugi pada katup.....	91
13.Batang penghubung.....	94
1.Menentukan gaya maksimum.....	94
2.Ukuran-ukuran batang penghubung.....	95
14.Poros engkol.....	97
15.Pemilihan motor kompresor.....	100
BAB IV. Intercooler dan Aftercooler.....	102
1.Intercooler.....	102
1.Laju massa kebutuhan air.....	103
2.Koefisiens perpindahan panas sisi air (tube side).....	104
3.Koefisien perpindahan panas sisi udara (shell side).....	106
4.Koefisien perpindahan panas menyeluruh.	108
5.Beda temperatur rata-rata logaritmik (LMTD).....	109
6.Luasan permukaan perpindahan kalor.....	110
7.Peurunan tekanan sisi udara.....	111
8.Tinjauan kekuatan tube dan shell.....	113



2. Aftercooler.....	116
1. Laju massa kebutuhan air.....	116
2. Koefisien perpindahan panas sisi air (tube side).....	116
3. Koefisien perpindahan panas sisi udara (shell side).....	117
4. Koefisien perpindahan panas menyeluruh.....	117
5. Beda temperatur rata-rata logaritmik (LMTD).....	118
6. Luasan permukaan perpindahan kalor.....	118
7. Peurunan tekanan sisi udara.....	118
8. Tinjauan kekuatan tube dan shell.....	119
BAB V. Kolom Distilasi.....	120
1. Merancang kolom distilasi.....	123
1. Menentukan kualitas produk distilasi... ..	123
2. Menentukan kondisi operasi kolom.....	124
3. Pengecekan distribusi komponen kunci... ..	127
4. Menentukan konstanta underwood.....	129
5. Menentukan ratio reflux dan ratio reflux minimum.....	130
6. Menentukan jumlah stage.....	131
7. Menentukan jumlah plate teoritis.....	132
8. Menghitung letak umpan plate.....	133
9. Efisiensi plate.....	135
10. Actual plate.....	136
11. Merancang diameter kolom.....	136
12. Menentukan pola aliran cair.....	143
13. Merancang sieve plate.....	144
14. Entrainment.....	152
15. Menentukan tebal dinding kolom.....	153
2. Merancang kolom reboiler.....	154
1. Menentukan jumlah transfer panas maksimum.....	154



transfer dari udara tekanan tinggi.....	156
3. Analisa kasus.....	157
4. Koefisien perpindahan panas sisi udara tekanan tinggi.....	157
5. Koefisien perpindahan panas sisi udara cair.....	159
6. Koefisien perpindahan panas menyeluruh.....	159
7. Beda temperatur rata-rata logaritmik.....	160
8. Luasan permukaan perpindahan panas.....	161
9. Pressure drop sisi udara tekanan tinggi.....	162
3. Merancang kolom kondensor.....	163
1. Penentuan jumlah kalor yang ditranfer oleh kondesor.....	165
2. Tinjauan media pendingin.....	166
3. Koefisien perpindahan panas sisi dalam tube.....	169
4. Koefisien perpindahan panas sisi luar tube.....	170
5. Koefisien perpindahan panas menyeluruh.....	173
6. Menentukan LMTD.....	173
7. Luasan permukaan perpindahan panas.....	174
8. Menghitung tebal kolom kondensor.....	174
9. Menentukan tebal head kondensor.....	175
10. Menentukan tebal plate antara kondensor dengan kolom distilasi.....	176
11. Menentukan tinggi kolom.....	178
4. Kalkulasi bocoran panas pada kolom distilasi.....	180
BAB VI. Heat Exchanger.....	191
1. Pemilihan heat exchanger.....	195
2. Menentukan temperatur masuk udara tekanan tinggi.....	196



3. Koefisien perpindahan panas sisi gas buang (tube side).....	198
4. Koefisien perpindahan panas sisi udara (shell side).....	200
5. Koefisien panas menyeluruh.....	201
6. Beda temperatur rata-rata logaritmik....	202
7. Luasan permukaan perpindahan panas.....	202
8. Penurunan tekanan sisi udara (shell side).....	203
9. Penurunan tekanan sisi gas buang (tube side).....	204
10. Tinjauan kekuatan tube dan shell.....	205
1. Tinjauan kekuatan tube.....	205
2. Tinjauan kekuatan shell.....	206
11. Kalkulasi bocoran panas pada heat exchanger.....	207
BAB VII. Unit Refrigerasi.....	216
1. Pemilihan sistem refrigerasi.....	216
2. Perencanaan temperatur kerja.....	217
3. Siklus kerja dan diagram sistem.....	218
4. Perhitungan beban pendinginan.....	219
5. Perhitungan komponen utama.....	220
1. Evaporator.....	220
2. Kondensor.....	229
3. Kompresor.....	242
4. Alat Ekspansi.....	254
6. Unjuk kerja unit refrigerasi.....	256
7. Peralatan tambahan.....	257
1. Pemisahan oli.....	257
2. Distributor.....	257
3. Saringan pengering.....	258
4. Indikator cairan.....	259
5. Akumulator.....	259



6. Kebutuhan refrigerant.....	260
7. Tabung penampung receiver.....	262
BAB VIII. Katup Ekspansi.....	263
1. Macam-macam katup ekspansi.....	264
2. Pemilihan katup ekspansi.....	265
BAB IX. Sistem kontrol dan alat ukur kriogenik.....	270
1. Sistem kontrol.....	270
1. Prinsip dasar dalam sistem kontrol.....	270
2. Sistem kendali.....	271
3. Macam-macam alat kontrol.....	272
2. Alat ukur kriogenik.....	276
1. Thermometer.....	277
2. Pengukur tekanan.....	280
3. Flowmeter.....	280
4. Liquid Level Meter.....	281
BAB X. Unjuk Kerja.....	283
BAB XI. Penutup.....	287
Daftar Pustaka.....	298
Daftar Lampiran.....	300
Lampiran	