

## DAFTAR ISI

	Hal.
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN	iii
NASKAH SOAL TUGAS AKHIR	iv
LEMBAR PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	vii
INTISARI	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR GRAFIK	xviii
DAFTAR LAMPIRAN	xix
DAFTAR NOTASI	xxi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar belakang	1
1.2. Maksud dan tujuan	7
1.3. Batasan masalah	7
1.4. Sistematika penulisan	8
BAB 2 PERANCANGAN TANGKI PENDINGIN DAN BEBAN PENDINGINAN	10
2.1: Perencanaan kapasitas produksi es	11
2.1.1. Kapasitas air yang dibekukan	11
2.1.2. Menentukan volume air tiap kaleng es	11
2.1.3. Konstruksi sistem kaleng es	12
2.1.3.1. Konstruksi kaleng es	13
2.1.3.2. Konstruksi pipa baja pengangkat, profil mangkuk dan batang pemutar	13
2.1.4. Menentukan volume bagian dalam kaleng es	14



2.1.6. Tinggi brine dalam tangki es	16
2.2. Konstruksi tangki es	17
2.2.1. Bahan penyusun dinding dan tutup tangki es	17
2.2.2. Panjang, lebar dan tinggi tangki es	18
2.2.2.1. Panjang tangki es	18
2.2.2.2. Lebar tangki es	19
2.2.2.3. Tinggi tangki es	20
2.3. Menentukan beban pendinginan	21
2.3.1. Menentukan waktu pendinginan	22
2.3.2. Beban pendinginan air	23
2.3.2.1. Pendinginan di atas titik beku air	23
2.3.2.2. Pendinginan pada titik beku air	24
2.3.2.3. Pendinginan di bawah titik beku air	24
2.3.3. Beban pendinginan karena beda suhu brine dan lingkungan	25
2.3.3.1. Aliran kalor lewat tutup tangki	26
2.3.3.2. Aliran kalor lewat dinding tangki yang panjang	31
2.3.3.3. Aliran kalor lewat dinding tangki yang lebar	33
2.3.3.4. Aliran kalor lewat lantai tangki	34
<b>BAB 3 PERANCANGAN KONDISI KERJA DAN SISTEM EVAPORATOR</b>	<b>36</b>
3.1. Perancangan kondisi kerja sistem absorpsi <i>intermittent</i>	36
3.1.1. Pertimbangan dalam menentukan kondisi kerja	37
3.1.2. Kondisi kerja sistem perancangan	38
3.1.3. Menentukan massa fluida kerja pada sistem perancangan	41
3.1.3.1. Massa ammonia yang disirkulasikan	41
3.1.3.2. Massa larutan ammonia mula-mula	42
3.1.3.3. Massa ammonia dan air yang dibutuhkan	42
3.2. Analisa aliran kalor selama proses regenerasi	42
3.2.1. Menentukan kalor berguna pada kolektor-generator dan kalor yang dilepas dari rectifier dan kondenser	44
3.2.2. Menentukan kalor disain yang dilepas pada kondenser	46
3.2.3. Performansi sistem perancangan	47



3.3. Perancangan sistem evaporator	47
3.3.1. Spesifikasi pipa evaporator	48
3.3.2. Menentukan angka transfer kalor sistem evaporator	49
3.3.2.1. Angka transfer konveksi brine	51
3.3.2.2. Angka transfer konveksi ammonia dalam pipa	52
3.3.3. Menentukan beda suhu rata-rata aktual, $(\Delta T_{lm})_{tru}$	56
3.4. Menentukan waktu pendinginan dengan cara kedua	73
3.5. Menentukan panjang pipa evaporator	77
3.6. Menentukan penurunan tekanan dalam pipa evaporator	79
3.6.1. Penurunan tekanan yang diizinkan	79
3.6.2. Menentukan penurunan tekanan sistem aliran dua fase pada pipa horisontal	80
3.6.3. Menentukan penurunan tekanan aliran fase tunggal dalam pipa horisontal	81
BAB 4 INTENSITAS RADIASI MATAHARI	86
4.1. Data kondisi lokasi pengukuran	87
4.2. Waktu matahari	88
4.3. Sudut posisi matahari	89
4.3.1. Sudut <i>altitude</i> ( $\beta$ )	89
4.3.2. Sudut deklinasi ( $d$ )	89
4.3.3. Sudut Jam ( $h$ )	90
4.3.4. Sudut <i>latitude</i> ( $l$ )	91
4.3.5. Sudut <i>zenith</i> ( $z$ )	91
4.3.6. Sudut <i>azimuth</i> ( $\gamma$ )	92
4.4. Radiasi surya pada langit cerah standar	93
4.5. Radiasi matahari pada suatu permukaan	95
4.5.1. Radiasi surya pada permukaan horisontal ( $I_{t-h}$ )	95
4.5.1.1. Radiasi langsung pada permukaan horisontal ( $I_{b-h}$ )	95
4.5.1.2. Radiasi hambur pada permukaan horisontal ( $I_{d-h}$ )	96
4.5.2. Radiasi surya pada permukaan miring ( $I_{t-i}$ )	96

BAB 5 PERANCANGAN KOLEKTOR-GENERATOR	101
5.1. Spesifikasi sistem kolektor-generator	102
5.1.1. Bahan dan dimensi pipa kolektor-generator	102
5.1.2. Bahan dan dimensi pelat penyerap	103
5.1.3. Bahan dan ukuran <i>cover</i>	103
5.1.4. Bahan dan ukuran isolator	104
5.2. Menentukan suhu pelat penyerap rata-rata, $T_{p,m}$	104
5.2.1. Menentukan angka transfer lewat atas, $U_{t,c}$	105
5.2.2. Pengaruh kapasitas kalor pada sistem kolektor	107
5.3. Menentukan angka transfer kalor keseluruhan, $U_L$	128
5.3.1. Angka transfer rugi-rugi kalor lewat samping, $U_{e,c}$	128
5.3.2. Angka transfer rugi-rugi kalor lewat bawah, $U_{b,c}$	129
5.4. Menentukan luas efektif sistem kolektor	133
5.5. Menentukan durasi waktu tiap interval penurunan konsentrasi	138
5.6. Menentukan $T_{p,m}$ tiap interval penurunan konsentrasi	142
5.7. Menentukan angka transfer kalor larutan ammonia dalam pipa	144
5.7.1. Efisiensi sistem sirip keseluruhan	145
5.7.2. Menentukan suhu dasar sirip, $T_b$	147
5.7.3. Menentukan suhu jenuh rata-rata tiap interval	149
5.8. Menentukan volume sistem kolektor dan tebal pipa yang aman	151
BAB 6 PERANCANGAN RECTIFIER	154
6.1. Konstruksi sistem rectifier	155
6.2. Menentukan performansi sirip	157
6.3. Menentukan aliran kalor pada sistem rectifier	160
6.3.1. Menentukan properties fluida pada sistem rectifier	162
6.3.2. Menentukan angka transfer konveksi di dalam pipa rectifier	168
6.3.3. Menentukan faktor pengotor ( <i>fouling factor</i> ) dalam pipa	169
6.3.4. Menentukan angka transfer kalor keseluruhan ( $U_{tot,R}$ )	170
6.3.5. Menentukan suhu dinding bagian dalam pipa ( $T_{p,i}$ )	172
6.3.6. Menentukan suhu <i>base</i> sirip ( $T_b$ )	176
6.3.7 Menentukan laju aliran kalor tiap meter panjang pipa	177



6.4. Menentukan panjang pipa rectifier	177
6.5. Menentukan penurunan tekanan dalam pipa	178
<b>BAB 7 PERANCANGAN KONDENSER-RECEIVER</b>	<b>181</b>
7.1. Spesifikasi pipa kondenser	182
7.2. Menentukan angka transfer kalor sistem kondenser	184
7.2.1. Menentukan angka konveksi dalam pipa	186
7.2.2. Menentukan suhu dinding pipa sebelah luar, $T_{p,o}$	188
7.2.3. Menentukan angka konveksi pada air	190
7.2.4. Menentukan angka transfer keseluruhan sistem kondenser	192
7.2.5. Menentukan suhu $T_{p,i}$ yang baru	192
7.3. Menentukan beda suhu rata-rata aktual ( $\Delta T_{lm,true}$ )	197
7.4. Menentukan panjang pipa kondenser	198
7.5. Menentukan penurunan tekanan dalam pipa	198
7.6. Perancangan receiver	202
7.6.1. Menentukan volume bagian dalam tangki receiver	206
7.6.2. Menentukan tebal dinding receiver perancangan	208
7.6.3. Menentukan dimensi tangki kondenser dan tangki receiver	209
<b>BAB 8 INSTRUMENTASI, STANDAR OPERASI DAN PEMILIHAN</b>	
<b>KATUP EKSPANSI</b>	<b>214</b>
8.1. Jenis pengontrol	215
8.1.1. Pengontrol ketinggian	215
8.1.2. Pengontrol tekanan	216
8.1.3. Pengontrol aliran	217
8.2. Standar operasi sistem perancangan	218
8.2.1. Operasional sistem pada fase regenerasi	218
8.2.2. Operasional sistem pada fase refrigerasi	219
8.3. Katup ekspansi pada sistem refrigerasi	220
8.3.1. Katup ekspansi otomatis	221
8.3.2. Katup ekspansi termostatis	222
8.3.3. Katup ekspansi termal-elektrik	224
8.3.4. Katup apung tekanan rendah	224



8.3.6. Pipa kapiler	225
8.4. Pemilihan katup sistem perancangan	225
8.4.1. Katup yang terletak antara unit rectifier dan unit kondenser-receiver	225
8.4.2. Katup yang terletak antara unit kondenser-receiver dan unit evaporator	227
8.4.3. Katup yang terletak antara unit evaporator dan unit receiver	227
BAB 9 PENUTUP	228
9.1. Gambaran umum kondisi kerja sistem perancangan	228
9.2. Kolektor-generator	228
9.3. Rectifier	230
9.4. Evaporator	232
9.5. Kondenser-receiver	234
DAFTAR PUSTAKA	281