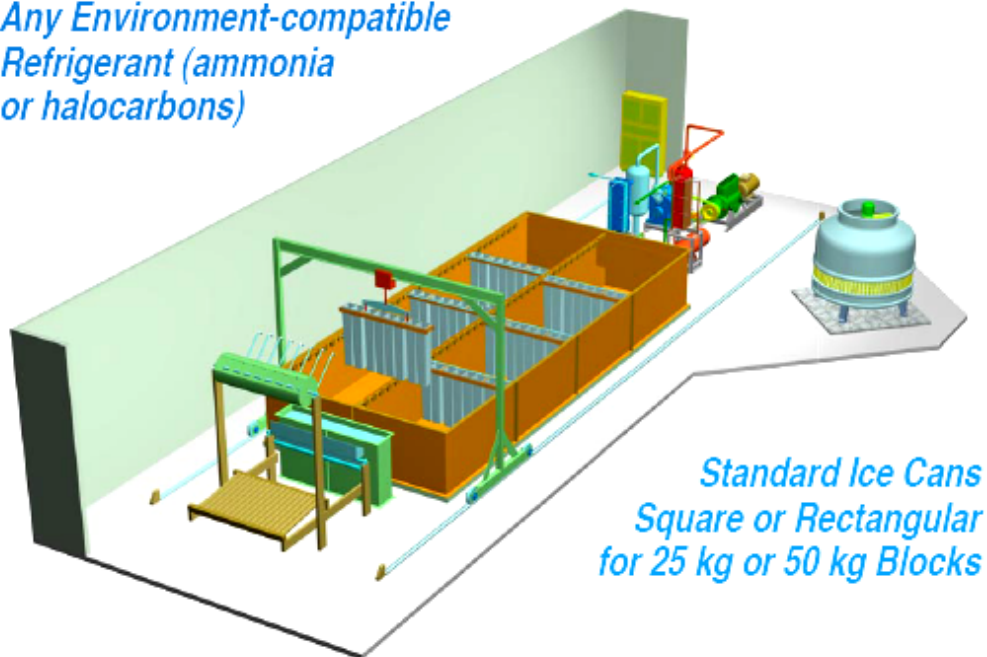


## PABRIK ES BALOK



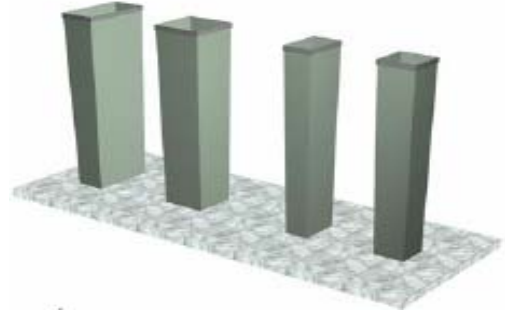
Potongan tiga dimensi dari layout sebuah Pabrik Es Balok dengan kapasitas 12 metric tons/24 jam menggunakan 25 kg cetakan es bujur sangkar.

*Any Environment-compatible  
Refrigerant (ammonia  
or halocarbons)*



**Standar Cetakan Es (dari kiri ke kanan)**

- 50 kg persegi panjang 380x190 x 1115 mm  
340x160
- 50 kg bujur sangkar 260x260 x 1115 mm  
230x230
- 25 kg persegi panjang 240x150 x 1115 mm  
210x120
- 25 kg bujur sangkar 190x190 x 1115 mm  
160x160



**Agitator:** dengan propeller, tangkai dan flange motor



**Blower:** 'Roots' type untuk peniupan udara membuat es jernih



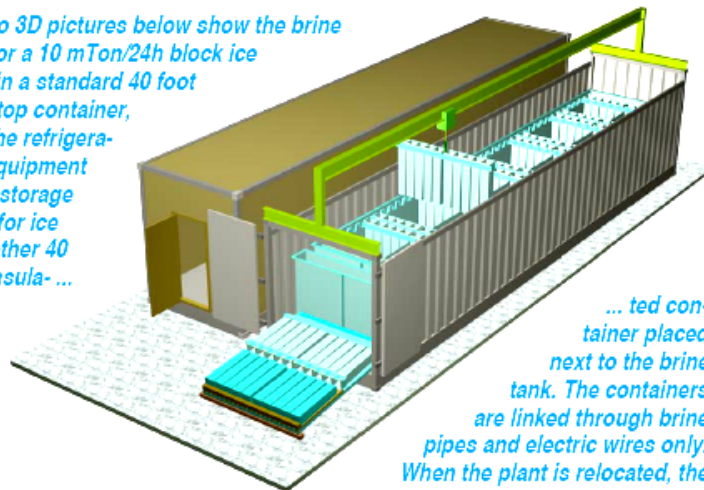
**Overhead Gantry Crane dan Ice Can Filler** yang dapat mengisi air untuk 20 cetakan es bujur sangkar ukuran 25 kg sekaligus, pada Pabrik es balok dengan kapasitas 50 metric tons /24 jam di Pekalongan, Jawa Tengah.

Pengangkutan es pada sebuah Pabrik es dalam Kontainer di Dhaka, Bangladesh.

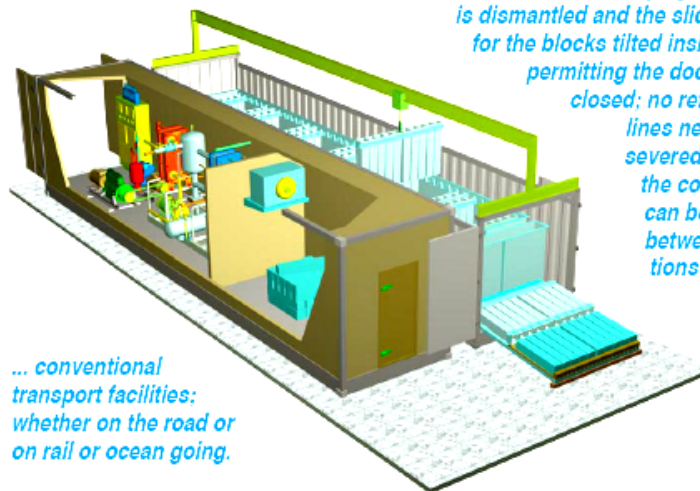


**MOBILE PABRIK ES DALAM KONTAINER**

*Two 3D pictures below show the brine tank for a 10 mTon/24h block ice plant in a standard 40 foot open-top container, with the refrigerating equipment and a storage room for ice in another 40 foot insula- ...*



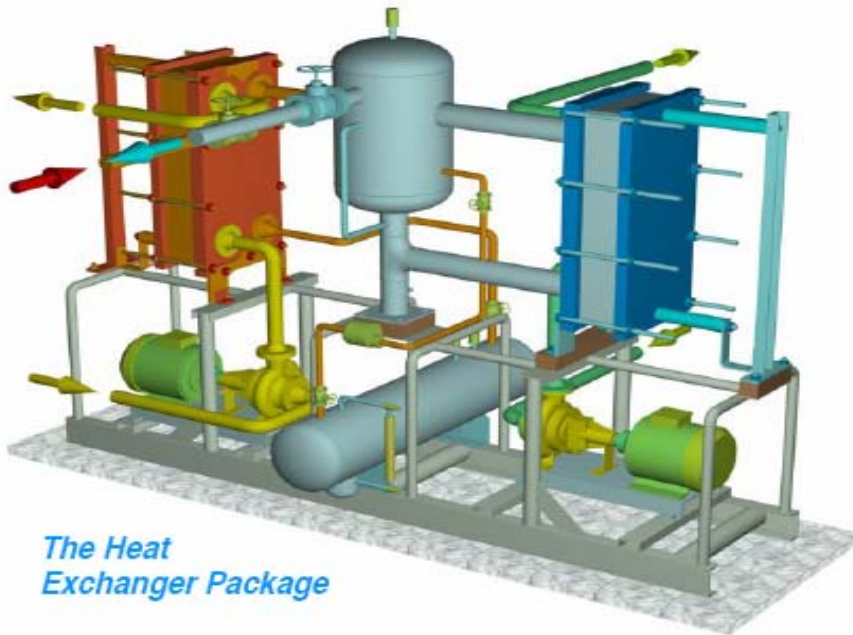
*... ted container placed next to the brine tank. The containers are linked through brine pipes and electric wires only. When the plant is relocated, the overhead beam carrying the hoist is dismantled and the slide board for the blocks tilted inside, thus permitting the doors to be closed; no refrigerant lines need to be severed. Hence, the containers can be moved between locations on all ...*



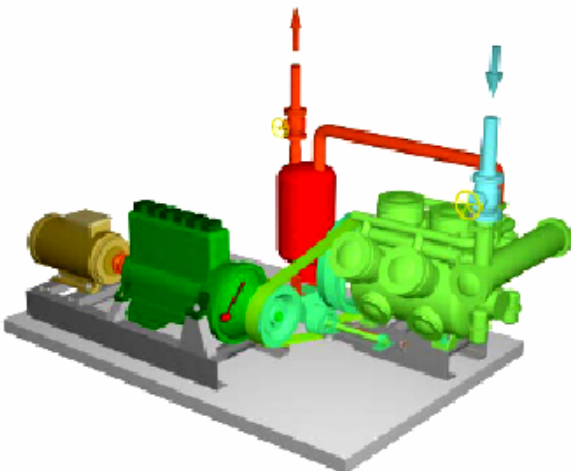
*... conventional transport facilities: whether on the road or on rail or ocean going.*

## PERLENGKAPAN MESIN PENDINGIN

Gambar di bawah memperlihatkan sebuah paket perlengkapan mesin pendingin, dimana evaporator/verdampers konvensional 'Herring Bone' yang biasanya dibuat di dalam bak air garam, dan Horizontal shell & tube condenser dapat diganti dengan PHE (Plate Heat Exchanger). PHE kanan untuk brine (air garam/amoniak) cooling dan PHE kiri untuk condenser (air cooling tower/amoniak). Dengan PHE diperlukan hanya 15% penggunaan refrigerant daripada memakai Herring Bone Coils dan Shell & Tube condenser.



Paket mesin pendingin ini dilengkapi dengan vertical Liquid Separator - Accumulator dan Horizontal Liquid Receiver dengan Refrigerant amoniak.



CETAKAN ES DAN WAKTU PEMBEKUAN

Waktu pembekuan ditentukan oleh ukuran cetakan es dan temperatur dari air garam (brine) yang dapat dilihat korelasinya berdasarkan rumus R. PLANK dan tabel di bawah ini.

Berat Es per Balok Kg	Dimensi cetakan Es atas x panjang bawah mm		Waktu Pembekuan dalam jam			
			Temperatur air garam (brine) °C			
			-5	-7.5	-10	-12.5
25	240 x 150 210 x 120	x 1115	24.0	16.0	12.0	9.6
25	190 x 190 160 x 160	x 1115	26.8	17.9	13.4	10.7
50	380 x 190 340 x 160	x 1115	37.3	24.8	18.6	15.0
50	260 x 260 230 x 230	x 1115	48.0	32.0	24.0	19.2
100	495 x 275 460 x 250	x 1175	75.2	50.1	37.6	30.1
136	560 x 280 535 x 254	x 1220	77.8	51.9	38.9	31.1

RUMUS R. PLANK

$Z = \frac{3120 \times Lo}{bT} \times (Lo + 0.036)$	untuk cetakan es bujur sangkar
$Z = \frac{4540 \times Lo}{bT} \times (Lo + 0.026)$	untuk cetakan es persegi panjang
$Z =$	[ Jam ] waktu pembekuan
$bT =$	[ °C ] temperatur air garam
$Lo =$	[ m ] lebar terpendek cetakan es atas

**KAPASITAS PENDINGIN**

$Q'$	=	$m' \times C_p \times dT$	sebelum dan sesudah pembekuan
$Q'$	=	$m' \times q$	pada saat pembekuan (panas laten)
$Q'$	=	$[ \text{kJ} / \text{s} ] = [ \text{kW} ]$	kapasitas pendingin per satuan waktu
$m'$	=	$[ \text{kg} / \text{s} ]$	massa air per satuan waktu
$C_p \text{ air}$	=	$4.19 [ \text{kJ} / \text{kg} \cdot \text{K} ] = 1 [ \text{kcal} / \text{kg} \cdot ^\circ\text{C} ]$	spesifikasi kapasitas panas air
$C_p \text{ es}$	=	$2.1 [ \text{kJ} / \text{kg} \cdot \text{K} ] = 0.5 [ \text{kcal} / \text{kg} \cdot ^\circ\text{C} ]$	spesifikasi kapasitas panas es
$q$	=	$335 [ \text{kJ} / \text{kg} ] = 80 [ \text{kcal} / \text{kg} ]$	panas laten es
$dT$	=	$[ \text{K} ]$	perbedaan temperatur air atau es

Untuk membekukan 1 Ton air/24 Jam dari suhu air  $+30^\circ\text{C}$  hingga menjadi es  $-5^\circ\text{C}$ , dengan mengabaikan perbedaan volume spesifik air dan es, diperlukan kapasitas panas (pendingin):

Sebelum pembekuan  $1000 \text{ kg} / 24.60.60 \text{ s} \times (30-0)\text{K} \times 4.19 \text{ kJ/kg.K} = 1.455 \text{ kW}$

Panas laten pada waktu pembekuan  $1000 \text{ kg} / 24.60.60 \text{ s} \times 335 \text{ kJ/kg} = 3.877 \text{ kW}$

Setelah pembekuan  $1000 \text{ kg} / 24.60.60 \text{ s} \times [0-(-5)]\text{K} \times 2.1 \text{ kJ/kg.K} = 0.122 \text{ kW}$

Maka jumlah kapasitas panas secara teori adalah 5.454 kW. Namun dalam praktek sehari-hari banyak faktor yang mempengaruhi dalam Pabrik es, seperti:

- Beban panas dari Agitator
- Transmisi panas (dingin) dari Bak air garam yang tidak memadai isolasinya serta kayu penutup
- Peniupan udara untuk membuat es jernih menambah beban panas
- Pembukaan kayu penutup pada waktu mencabut es dan pengisian air juga menambah beban panas

Pada umumnya Pabrik es di Indonesia menambahkan 30% dari perhitungan kapasitas berdasarkan teori untuk mengatasi beban tambahan tersebut diatas, sehingga menjadi

$$5.454 \text{ kW} \times 1.3 = 7.09 \text{ kW} \text{ (6100 kcal/jam)}$$

Perlu diingat bahwa waktu pembuatan es tidak semuanya 24 jam, tergantung dari dimensi cetakan es (lihat tabel diatas). Tepatnya untuk menghitung kapasitas panas yang diperlukan disesuaikan dengan waktu pembekuan menurut cetakan es Anda (tidak selamanya dibagi dalam 24 Jam) dan massa air yang dimasukkan dalam cetakan es (biasanya air dalam cetakan es 50 kg beratnya lebih dari 60 kg, bahkan sampai 70 kg), namun tetap harus menambahkan faktor beban panas tambahan, yang tidak harus 30%, tergantung kondisi Pabrik es Anda (lihat faktor beban panas tambahan diatas).

## MENENTUKAN COMPRESSOR

Kapasitas refrigerasi sebuah compressor sangat tergantung dari parameter operasi compressor yaitu:

1. Speed dalam rpm (rotasi per menit)
2. Evaporating temperatur  $T_e$  dalam  $^{\circ}\text{C}$  (evaporasi temperatur refrigerant/amoniak)
3. Condensing temperatur  $T_c$  dalam  $^{\circ}\text{C}$  (kondensasi temperatur refrigerant/amoniak)
4. Superheat dalam K (panas lanjut kompresi yang melewati batas saturasi uap  $T_e$ )
5. Subcooling dalam K (pendinginan lanjut yang melewati batas saturasi cair  $T_c$ )

Evaporating temperatur untuk Pabrik Es pada umumnya ditetapkan pada suhu  $-8^{\circ}\text{C}$  hingga  $-15^{\circ}\text{C}$ , karena air garam biasanya bekerja pada suhu  $-5^{\circ}\text{C}$  hingga  $-12.5^{\circ}\text{C}$ . Temperatur air garam lebih rendah dari  $-15^{\circ}\text{C}$  akan membuat Es Balok cepat retak pada waktu pencabutan es, karena perbedaan temperatur udara dan es yang sangat besar.

Condensing temperatur biasanya berkisar antara  $35^{\circ}\text{C}$  hingga  $45^{\circ}\text{C}$ , tergantung dari jenis refrigerant yang digunakan (Freon/Amoniak) juga jenis condenser (air cooled, water cooled atau evaporative condenser).

Superheat adalah perbedaan suhu antara saturasi uap temperatur dari kompresi ( $T_e$ ) yang suhunya naik akibat panas lanjut dari lingkungan sekitarnya (panas udara di ruangan mesin atau panas mesin sendiri dari pergerakan piston) hingga mencapai saturasi uap temperatur sesungguhnya. Ideal superheat 0 K pada dasarnya sulit dicapai. Umumnya superheat berkisar antara 3 hingga 5 K.

Subcooling adalah penurunan temperatur saturasi cair dari kondensasi lebih lanjut dengan menggunakan heat exchanger (penukar kalor) antara amoniak dengan air, udara, atau refrigerant lain. Subcooling bisa mencapai penurunan temperatur 5 hingga 10 K. Apabila tidak digunakan heat exchanger tambahan setelah condenser untuk menurunkan temperatur saturasi cair dari kondensasi maka sub cooling adalah 0 K.

Apabila membandingkan kapasitas 2 buah compressor maka kondisi parameter seluruhnya harus sama (speed,  $T_e$ ,  $T_c$ , Superheat dan Subcooling).

Menentukan compressor sebagai contoh (A) untuk kapasitas 30 Ton sekali proses dengan air  $+30^{\circ}\text{C}$  hingga menjadi es  $-5^{\circ}\text{C}$ , suhu air garam  $-10^{\circ}\text{C}$  dan menggunakan cetakan es 50 kg bujur sangkar (waktu pembekuan 24 jam), kapasitas panas yang diperlukan :

Sebelum pembekuan  $30000 \text{ kg}/24.60.60 \text{ s} \times (30-0)\text{K} \times 4.19 \text{ kJ/kg.K} = 43.646 \text{ kW}$   
Panas laten pada waktu pembekuan  $30000 \text{ kg}/24.60.60 \text{ s} \times 335 \text{ kJ/kg} = 116.319 \text{ kW}$   
Setelah pembekuan  $30000 \text{ kg}/24.60.60 \text{ s} \times [0-(-5)]\text{K} \times 2.1 \text{ kJ/kg.K} = 3.646 \text{ kW}$

Kapasitas panas yang diperlukan  $163.611 \times 1.3 = 212.69 \text{ kW}$

Dari daftar tabel Grasso compressor didapatkan Grasso 412 dengan kapasitas pendingin 234.2 kW pada speed 965 rpm,  $T_e -13.7^{\circ}\text{C}$ ,  $T_c 35^{\circ}\text{C}$ , superheat 5 K dan subcooling 0 K.

Dengan Grasso 412 pada kondisi tersebut diatas maka didapatkan  $234.2 \text{ kW}/212.69 \text{ kW} \times 30 \text{ Ton} = 33 \text{ Ton}$  dalam waktu 24 jam.

Contoh lain (B) untuk kapasitas 30 Ton sekali proses dengan air +30°C hingga menjadi es -5°C, suhu air garam -12.5°C dan menggunakan cetakan es 50 kg persegi panjang (waktu pembekuan 15 jam), kapasitas panas yang diperlukan:

Sebelum pembekuan  $30000 \text{ kg} / 15.60.60 \text{ s} \times (30-0)\text{K} \times 4.19 \text{ kJ/kg.K} = 69.833 \text{ kW}$   
Panas laten pada waktu pembekuan  $30000 \text{ kg} / 15.60.60 \text{ s} \times 335 \text{ kJ/kg} = 186.111 \text{ kW}$   
Setelah pembekuan  $30000 \text{ kg} / 15.60.60 \text{ s} \times [0-(-5)] \text{ K} \times 2.1 \text{ kJ/kg.K} = 5.833 \text{ kW}$

Kapasitas panas yang diperlukan  $261.777 \times 1.3 = 340.31 \text{ kW}$

Dari daftar tabel Grasso compressor didapatkan Grasso 412 dengan kapasitas pendingin 211.5 kW pada speed 965 rpm,  $T_e -15^\circ\text{C}$ ,  $T_c 38^\circ\text{C}$ , superheat 5 K dan subcooling 0 K.

Dengan Grasso 412 pada kondisi tersebut diatas maka didapatkan  $211.5 \text{ kW} / 340.31 \text{ kW} \times 30 \text{ Ton} = 18.6 \text{ Ton}$  dalam waktu 15 jam. Atau  $24 / 15 \times 18.6 = 29.76 \text{ Ton}$  dalam waktu 24 jam.

(C) apabila menggunakan cetakan es 25 kg bujur sangkar (waktu pembekuan 17.9 Jam) untuk kapasitas 30 Ton sekali proses dengan air +30°C hingga menjadi es -5°C, suhu air garam -7.5°C, kapasitas panas yang diperlukan:

Sebelum pembekuan  $30000 \text{ kg} / 17,9.60.60 \text{ s} \times (30-0)\text{K} \times 4.19 \text{ kJ/kg.K} = 58.520 \text{ kW}$   
Panas laten pada waktu pembekuan  $30000 \text{ kg} / 17,9.60.60 \text{ s} \times 335 \text{ kJ/kg} = 155.959 \text{ kW}$   
Setelah pembekuan  $30000 \text{ kg} / 17,9.60.60 \text{ s} \times [0-(-5)]\text{K} \times 2.1 \text{ kJ/kg.K} = 4.888 \text{ kW}$

Kapasitas panas yang diperlukan  $219.367 \times 1.3 = 285.18 \text{ kW}$

Dari daftar tabel Grasso compressor didapatkan Grasso 412 dengan kapasitas pendingin 261.2 kW pada speed 965 rpm,  $T_e -11^\circ\text{C}$ ,  $T_c 38^\circ\text{C}$ , superheat 5 K dan subcooling 0 K.

Dengan Grasso 412 pada kondisi tersebut diatas maka didapatkan  $261.2 \text{ kW} / 285.18 \text{ kW} \times 30 \text{ Ton} = 27.48 \text{ Ton}$  dalam waktu 17.9 jam. Atau  $24 / 17.9 \times 27.48 = 36.8 \text{ Ton}$  dalam waktu 24 jam.

Kita dapat melihat bahwa dengan sebuah compressor yang sama namun beroperasi pada kondisi yang berbeda dapat menghasilkan kapasitas es yang berbeda.



TABEL COMPRESSOR GRASSO

Keterangan	Satuan	Grasso 210	Grasso 310	Grasso 410	Grasso 610	Grasso 810
Refrigerant		Amoniak	Amoniak	Amoniak	Amoniak	Amoniak
Number of cylinder		2	3	4	6	8
Refrigeration capacity	kW	62 / 55.4 / 49.3	93 / 83.1 / 74	124 / 110.8 / 98.7	186 / 166.2 / 148	248 / 221.6 / 197.6
Absorbed power	kW	20 / 18.3 / 18.3	29.1 / 26.6 / 26.5	38.2 / 34.8 / 34.8	56.4 / 51.4 / 51.3	74.6 / 67.9 / 67.8
COP		3.11 / 3.03 / 2.70	3.20 / 3.13 / 2.79	3.25 / 3.18 / 2.84	3.30 / 3.23 / 2.89	3.32 / 3.26 / 2.91
Evaporating temp.	°C	-11 / -13.7 / -15	-11 / -13.7 / -15	-11 / -13.7 / -15	-11 / -13.7 / -15	-11 / -13.7 / -15
Condensing temp.	°C	38 / 35 / 38	38 / 35 / 38	38 / 35 / 38	38 / 35 / 38	38 / 35 / 38
Superheat	K	5	5	5	5	5
Sub cooling	K	0	0	0	0	0
Electric motor	kW	22	37	45	75	90
Speed	rpm	1328	1328	1328	1328	1328
Capacity step	%	100	67 / 100	75 / 100	67 / 83 / 100	62 / 75 / 87 / 100
Kapasitas	Ton/24 Jam	7.50	11.00	15.00	23.00	31.00

Keterangan	Satuan	Grasso 412	Grasso 612	Grasso 912	Grasso 1212
Refrigerant		Amoniak	Amoniak	Amoniak	Amoniak
Number of cylinder		4	6	9	12
Refrigeration capacity	kW	261.2 / 235.5 / 211.5	391.7 / 353.3 / 317.3	587.6 / 530 / 475.9	783.5 / 706.6 / 634.5
Absorbed power	kW	77 / 70.6 / 71.2	114.4 / 104.8 / 105.7	170.6 / 156.2 / 157.6	226.8 / 207.6 / 209.5
COP		3.39 / 3.34 / 2.97	3.42 / 3.37 / 3.00	3.44 / 3.39 / 3.02	3.45 / 3.40 / 3.03
Evaporating temp.	°C	-11 / -13.7 / -15	-11 / -13.7 / -15	-11 / -13.7 / -15	-11 / -13.7 / -15
Condensing temp.	°C	38 / 35 / 38	38 / 35 / 38	38 / 35 / 38	38 / 35 / 38
Superheat	K	5	5	5	5
Sub cooling	K	0	0	0	0
Electric motor	kW	90	132	200	250
Speed	rpm	965	965	965	965
Capacity step	%	50 / 75 / 100	50 / 67 / 83 / 100	44 / 56 / 67 / 78 / 89 / 100	42 / 50 / 58 / 67 / 75 / 83 / 92 / 100
Kapasitas	Ton/24 Jam	33.00	50.00	75.00	100.00

Keterangan	Satuan	Grasso 412 E	Grasso 612 E	Grasso 912 E	Grasso 1212 E
Refrigerant		Amoniak	Amoniak	Amoniak	Amoniak
Number of cylinder		4	6	9	12
Refrigeration capacity	kW	398.8 / 359.7 / 323	598.2 / 539.5 / 484.5	897.3 / 809.3 / 726.7	1196.4 / 1079.1 / 968.9
Absorbed power	kW	118 / 108.2 / 109.1	175.3 / 160.6 / 162	261.5 / 239.4 / 241.5	347.7 / 318.2 / 321.1
COP		3.38 / 3.33 / 2.96	3.41 / 3.36 / 2.99	3.43 / 3.38 / 3.01	3.44 / 3.39 / 3.02
Evaporating temp.	°C	-11 / -13.7 / -15	-11 / -13.7 / -15	-11 / -13.7 / -15	-11 / -13.7 / -15
Condensing temp.	°C	38 / 35 / 38	38 / 35 / 38	38 / 35 / 38	38 / 35 / 38
Superheat	K	5	5	5	5
Sub cooling	K	0	0	0	0
Electric motor	kW	132	200	315	355 / 400
Speed	rpm	1475	1475	1475	1475
Capacity step	%	100	83 / 100	89 / 100	83 / 92 / 100
Kapasitas	Ton/24 Jam	51.00	76.00	114.00	152.00

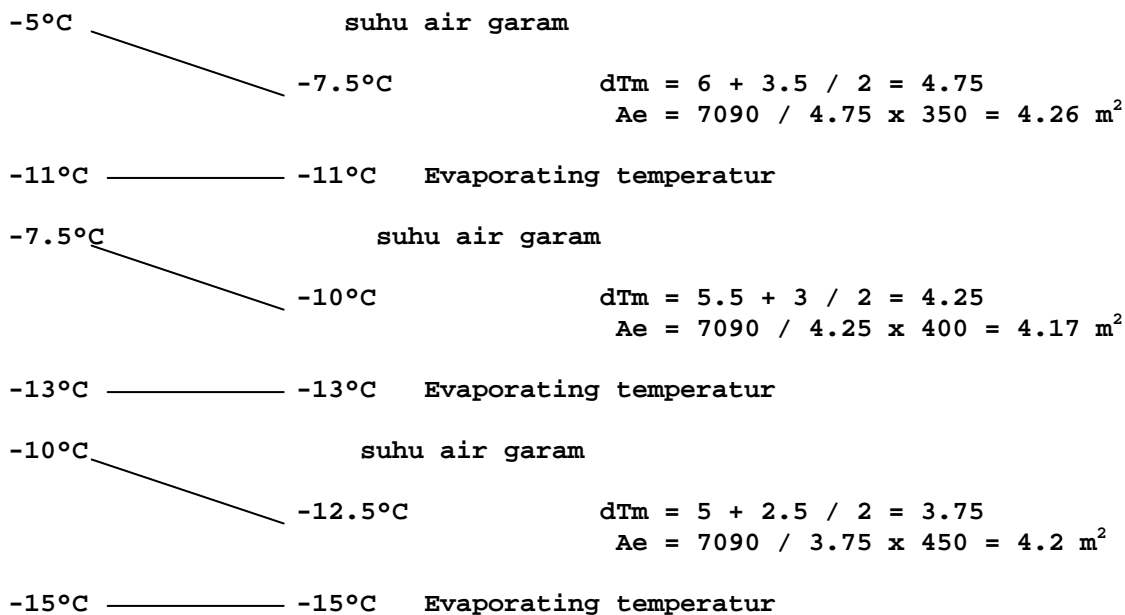
COP adalah efisiensi dari compressor (Refrigeration capacity dibagi dengan absorbed power). Jika angka COP lebih besar, maka efisiensi compressor lebih tinggi.

EVAPORATOR / VERDAMPER

$Qe'$	=	$ke \times Ae \times dTm$	
$Ap$	=	$\phi \times d \times L$	
$Qe'$	=	[ J / s ] = [ W ]	kapasitas pendingin per satuan waktu
$ke$	=	[ W / m <sup>2</sup> K ] = 0.86 [ kcal / m <sup>2</sup> . H . °C ]	koefisien panas penghantar evaporator
$Ae$	=	[ m <sup>2</sup> ]	luas permukaan evaporator
$dTm$	=	[ K ] atau [ °C ]	perbedaan suhu rata-rata logarithmus
$Ap$	=	[ m <sup>2</sup> ]	luas permukaan pipa
$\phi$	=		konstanta = 3.14
$d$	=	[ m ]	diamater luar pipa
$L$	=	[ m ]	panjang pipa

Berapa luas permukaan evaporator yang diperlukan untuk membuat 1 Ton es balok per hari (dengan kapasitas panas 7.09 kW) Perhitungan evaporator untuk 'Herring Bone' yang disederhanakan sebagai berikut:

Kecepatan air garam (brine) 0.3 m/s, maka koefisien panas penghantar evaporator (ke) berkisar antara 350 - 500 W/m<sup>2</sup> K atau 301 - 430 kcal/m<sup>2</sup> h °C untuk ukuran pipa yang sering dipakai di Indonesia.  $Ae = Qe' / ke \times dTm$



Berdasarkan perhitungan dan kondisi tersebut diatas, dapat diambil kesimpulan untuk 1 Ton es balok per hari diperlukan herring bone coil sebesar 4.2 m<sup>2</sup>

Berapa batang besi (pipa 32A dengan diameter luar 42 mm dan panjang tiap batang 6 m) yang diperlukan untuk membuat evaporator herring bone Pabrik es Balok dengan kapasitas 30 Ton per hari (contoh B)?

Luas herring bone yang diperlukan 30 x 4.2 = 126 m<sup>2</sup>. Luas tiap batang pipa Ap = 3.14 x 0.042 x 6 = 0.7913 m<sup>2</sup>. Maka diperlukan pipa sejumlah 126 / 0.7913 = 160 batang.

Anda dapat mengoptimalkan kerja Grasso 412 hingga menjadi 33 Ton (contoh A) atau 37 Ton (contoh C) per 24 Jam, namun luas herring bone harus disesuaikan menjadi 138.6 m<sup>2</sup> (175 batang) atau 155.4 m<sup>2</sup> (197 batang).

### CONDENSOR

Ada berbagai jenis condensor :

1. air cooled condensor Tc 40°C hingga 45°C
2. water cooled condensor Tc 38°C hingga 42°C
3. evaporative condenser Tc 35°C hingga 40°C

$Qc' = kc \times Ac \times dTm$	
$Ap = \phi \times d \times L$	
$Qc' = [J/s] = [W]$	kapasitas panas per satuan waktu
$kc = [W/m^2 K] = 0.86 [kcal/m^2 \cdot H \cdot ^\circ C]$	koefisien panas penghantar condensor
$Ac = [m^2]$	luas permukaan condensor
$dTm = [K] \text{ atau } [^\circ C]$	perbedaan suhu rata-rata logaritmus
$Ap = [m^2]$	luas permukaan pipa
$\phi =$	konstanta = 3.14
$d = [m]$	diameter luar pipa
$L = [m]$	panjang pipa

Air cooled condensor adalah condensor yang menggunakan kisi - kisi (fin) dan pipa (pipe) dengan pendingin udara memakai kipas (fan). Jarang digunakan apabila menggunakan refrigerant amoniak, boros penggunaan listrik dan dari harga tidak ekonomis.


Water cooled condensor adalah condensor yang menggunakan pipa dengan pendingin air (yang dapat dibantu dengan cooling tower dan shell & tube) atau langsung (pipa condensor yang dialirkan air seperti hujan). Lebih ekonomis dibandingkan air cooled condensor dalam penggunaan listrik.

Evaporative condensor adalah gabungan antara air cooled (udara) dan water cooled (air) condensor. Menggunakan kisi - kisi (fin), pipa (tube), semprotan air (water spray) dan kipas udara (fan). Hanya dengan menggunakan evaporative condensor, condensing temperatur dapat mencapai 35°C untuk kondisi di Indonesia.

Kami hanya membahas perhitungan shell & tube dengan cooling tower dalam contoh berikut ini :

(B) Kapasitas 30 Ton es per 24 jam,  $T_e -15^{\circ}\text{C}$ ,  $T_c 38^{\circ}\text{C}$ , air masuk / balik cooling tower 30 / 35°C, koefisiensi transfer panas  $k_c 1000 \text{ W/m}^2 \text{ K}$  atau  $860 \text{ kcal/m}^2 \text{ h}^{\circ}\text{C}$ , dari tabel Grasso 412 kapasitas compressor 211.5 kW dan daya terpakai (absorbed power) 71.2 kW.

Beban panas stabil yang harus diambil adalah  $211.5 + 71.2 \text{ kW} = 282.7 \text{ kW}$ . Angka ini harus dikali faktor 1.2 untuk mengatasi beban puncak condensor ketika compressor berjalan pada  $T_e$  tinggi pada start awal dan pengapuran air dikemudian hari. Maka beban panas condensor menjadi 339 kW.

38°C ————— 38°C  $T_c$  condensing temperatur  


$$dT_m = 8 + 3 / 2 = 5.5$$

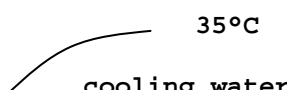
$$A_c = 339,000 / 5.5 \times 1000 = 61.64 \text{ m}^2$$

$$61.64 / 0.7913 = 78 \text{ batang pipa } 32 \text{ A} \times 6 \text{ m}$$

Massa air cooling tower yang diperlukan :  $m' = Qc' / C_p \text{ air} \cdot dT = 339 / 4.19 \cdot 5 = 16.2 \text{ kg/s}$  atau 16.2 L/s

(C) Kapasitas 37 Ton es per 24 jam,  $T_e -11^{\circ}\text{C}$ ,  $T_c 38^{\circ}\text{C}$ , air masuk / balik cooling tower 30 / 35°C, koefisiensi transfer panas  $k_c 1000 \text{ W/m}^2 \text{ K}$  atau  $860 \text{ kcal/m}^2 \text{ h}^{\circ}\text{C}$ , dari tabel Grasso 412 kapasitas compressor 261.2 kW dan daya terpakai (absorbed power) 77 kW.

Beban panas stabil yang harus diambil adalah  $261.2 + 77 \text{ kW} = 338.2 \text{ kW}$ . Dikali faktor 1.2, maka beban panas condensor menjadi 405.84 kW.

38°C ————— 38°C  $T_c$  condensing temperatur  


$$dT_m = 8 + 3 / 2 = 5.5$$

$$A_c = 405,840 / 5.5 \times 1000 = 73.79 \text{ m}^2$$

$$73.79 / 0.7913 = 93 \text{ batang pipa } 32 \text{ A} \times 6 \text{ m}$$

Massa air cooling tower yang diperlukan :  $m' = Qc' / C_p \text{ air} \cdot dT = 405.84 / 4.19 \cdot 5 = 19.4 \text{ kg/s}$  atau 19.4 L/s

**DIMENSI LIQUID SEPARATOR DAN VOLUME RECEIVER**

Grasso	Kapasits Es	Dimensi Liquid Separator D x L	Volume Receiver
210	7.5 Ton	400 x 1500 mm	250 L
310	10 Ton	500 x 1800 mm	400 L
410	15 Ton	550 x 2000 mm	550 L
610	20 Ton	650 x 2100 mm	750 L
610 / 810	25 Ton	700 x 2300 mm	950 L
810 / 412	30 Ton	700 x 2500 mm	1100 L
412 / 612	40 Ton	800 x 2800 mm	1350 L
612	50 Ton	900 x 3000 mm	1600 L
2x412 / 912	60 Ton	1000 x 3200 mm	2200 L
912	75 Ton	1100 x 3500 mm	2400 L
1212	100 Ton	1300 x 4000 mm	3250 L

**Grasso Standard Block Ice Plant Dimension**

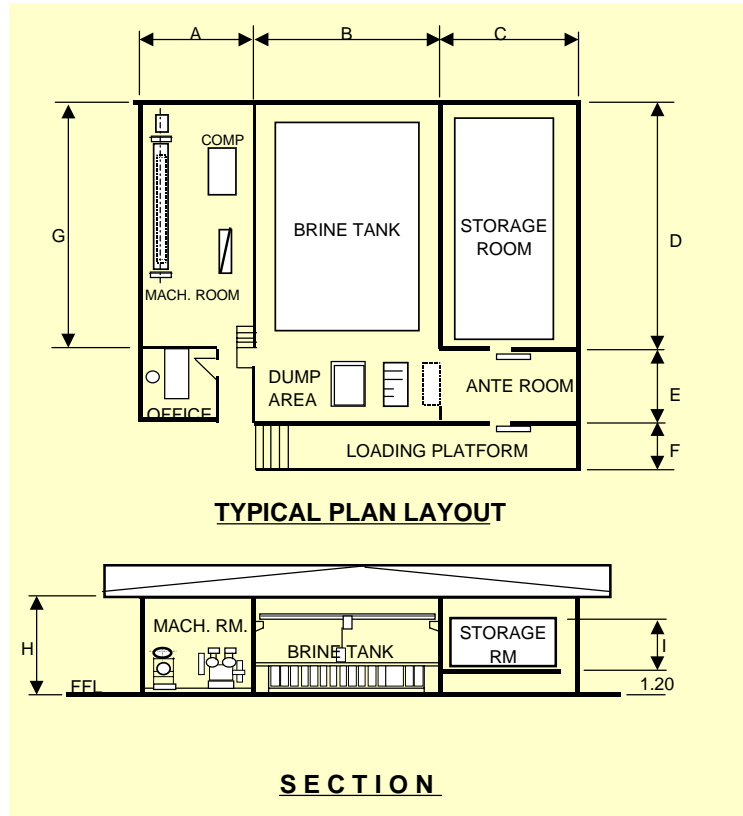
25 kg / balok

Kapasiats Ton / 24 Jam	Panjang (m)	Lebar (m)
5.5	11.90	5.60
7	13.20	5.60
12	17.00	5.80
15	19.00	5.80
20	20.70	6.80
24	18.60	7.90
30	21.00	8.00
36	20.50	9.50
40	21.80	9.90
45	23.20	9.90
54	22.80	11.50
60	24.30	11.50

50 kg / balok

Kapasiats Ton / 24 Jam	Panjang (m)	Lebar (m)
5.5	12.70	6.50
7	14.20	6.50
12	18.50	6.60
15	21.40	6.60
20	18.10	7.50
24	19.90	9.00
30	23.00	9.50
36	26.00	9.60
40	23.00	12.10
45	25.40	12.10
54	28.10	12.10
60	30.50	12.10

Grasso Standard Block Ice Plant



300 lb (136 kg) blocks  
Approx. dimensions for an ice plant producing:

Capacity mTon/24 hrs	Approx. dimensions (m)									Standard Ice Can Configuration
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	
10	5.00	7.50	5.00	9.00	3.00	2.00	9.00	6.00	3.00	10L x 16W
15	5.00	7.50	5.00	12.00	3.00	2.00	12.00	6.00	3.00	15L x 16W
20	5.00	7.50	6.00	15.00	3.00	2.00	15.00	6.00	3.00	20L x 16W
25	6.00	10.50	7.00	14.00	3.00	2.00	15.00	6.00	3.00	17L x 2(12)W
30	6.00	10.50	8.00	15.00	3.00	2.00	15.00	6.00	3.00	20L x 2(12)W
35	6.00	10.50	8.00	17.00	3.00	2.00	15.00	6.00	3.00	22L x 2(12)W
40	6.00	10.50	8.00	20.00	3.00	2.00	15.00	6.00	3.00	27L x 2(12)W
50	6.00	10.50	9.00	24.00	3.00	2.00	15.00	6.00	3.00	34L x 2(12)W
60	6.00	10.50	9.00	29.00	3.00	2.00	15.00	6.00	3.00	40L x 2(12)W
80	8.00	10.50	9.50	39.00	3.00	2.00	15.00	6.00	3.00	54L x 2(12)W
100	8.00	12.50	12.00	39.00	3.00	2.00	15.00	6.00	3.00	54L x 2(15)W

**Grasso Standard Block Ice Plant****Prices**

Approx. price for a Grasso  
Standard Block Ice Plant  
producing:

Capacity in mTons / day	Price (USD)
7.5	75,000 + 10% PPN
10	90,000 + 10% PPN
15	120,000 + 10% PPN
20	140,000 + 10% PPN
25	165,000 + 10% PPN
30	189,000 + 10% PPN
40	230,800 + 10% PPN
50	273,000 + 10% PPN
60	315,000 + 10% PPN
75	390,000 + 10% PPN
100	498,000 + 10% PPN

**Prices based on:**

- delivery ex Jakarta warehouse, Indonesia, unpacked
- excluding building, civil works, etc.
- excluding local installation works, travel, board & lodging expenses
- Grasso keeps the right to change prices without further notice

Dimensi Pabrik es di halaman terdahulu merupakan standar di Philipphine, dan harga diatas adalah perkiraan untuk budget. Untuk mendapat kalkulasi lebih akurat dan terkini, silahkan hubungi Grasso Indonesia.

For your inquiries please contact:

---

PT. GRASSO INDONESIA  
6th floor Gapuramas Building  
Jl. S. Parman Kav. 91  
Jakarta 11420, Indonesia  
Phone +62 21 566 8374/5  
Fax +62 21 566 8171  
Email [office@grasso-indonesia.com](mailto:office@grasso-indonesia.com)  
Web [www.grasso-indonesia.com](http://www.grasso-indonesia.com)

---