

BAB III

PERANCANGAN PROSES

A. Uraian proses

Proses produksi GMS dari asam stearat dan gliserol melalui proses esterifikasi terbagi menjadi tiga bagian yaitu:

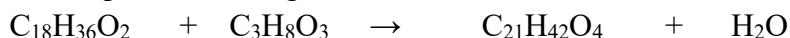
1. Tahap *pre-treatment*

Pada tahap *pre-treatment* bahan baku dikondisikan untuk mencapai kondisi operasi dalam reaktor (R-01). Perbandingan bahan baku asam stearat dan gliserol sebesar 1:1,06 serta katalis NaOH sebesar 0,07 mol (Ratnasari *et al.*, 2019). Asam stearat dan gliserol diumpankan menuju mixer (M-01), semua bahan baku yang sudah tercampur dalam mixer-01(M-01) diumpankan ke dalam heater (E-01) untuk dilakukan pemanasan hingga mencapai suhu 250°C dengan tujuan untuk mengurangi beban energi pada reaktor (R-01). Selanjutnya campuran diumpankan ke reaktor (R-01) untuk keberlangsungan proses esterifikasi, katalis NaOH dialirkan menuju mixer-02 (M-02) untuk dilakukan pengenceran lalu diumpankan menuju heater (E-02) untuk dilakukan pemanasan hingga suhu 250°C kemudian dialirkan menuju reaktor (R-01).

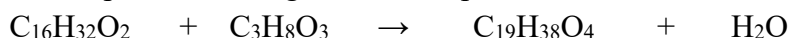
2. Tahap esterifikasi

Campuran asam stearat, gliserol, dan NaOH dalam reaktor batch (R-01) akan terjadi reaksi esterifikasi membentuk gliserol monostearat. Selain asam stearat terdapat asam palmitat yang ikut bereaksi dengan gliserol membentuk gliserol monopalmitat. Reaksi yang terjadi sebagai berikut:

- Reaksi pembentukan gliserol monostearat



- Reaksi pembentukan gliserol monopalmitat

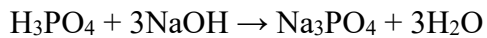


Reaktor berlangsung selama 4,5 jam dengan suhu 250°C dan tekanan 3,4 atm (Ratnasari *et al.*, 2019). Produk yang keluar dari reaktor adalah campuran dari gliserol monostearat, gliserol monopalmitat, H₂O, NaOH, gliserol, asam stearat, dan asam palmitat yang tidak bereaksi.

3. Tahap pemurniaan

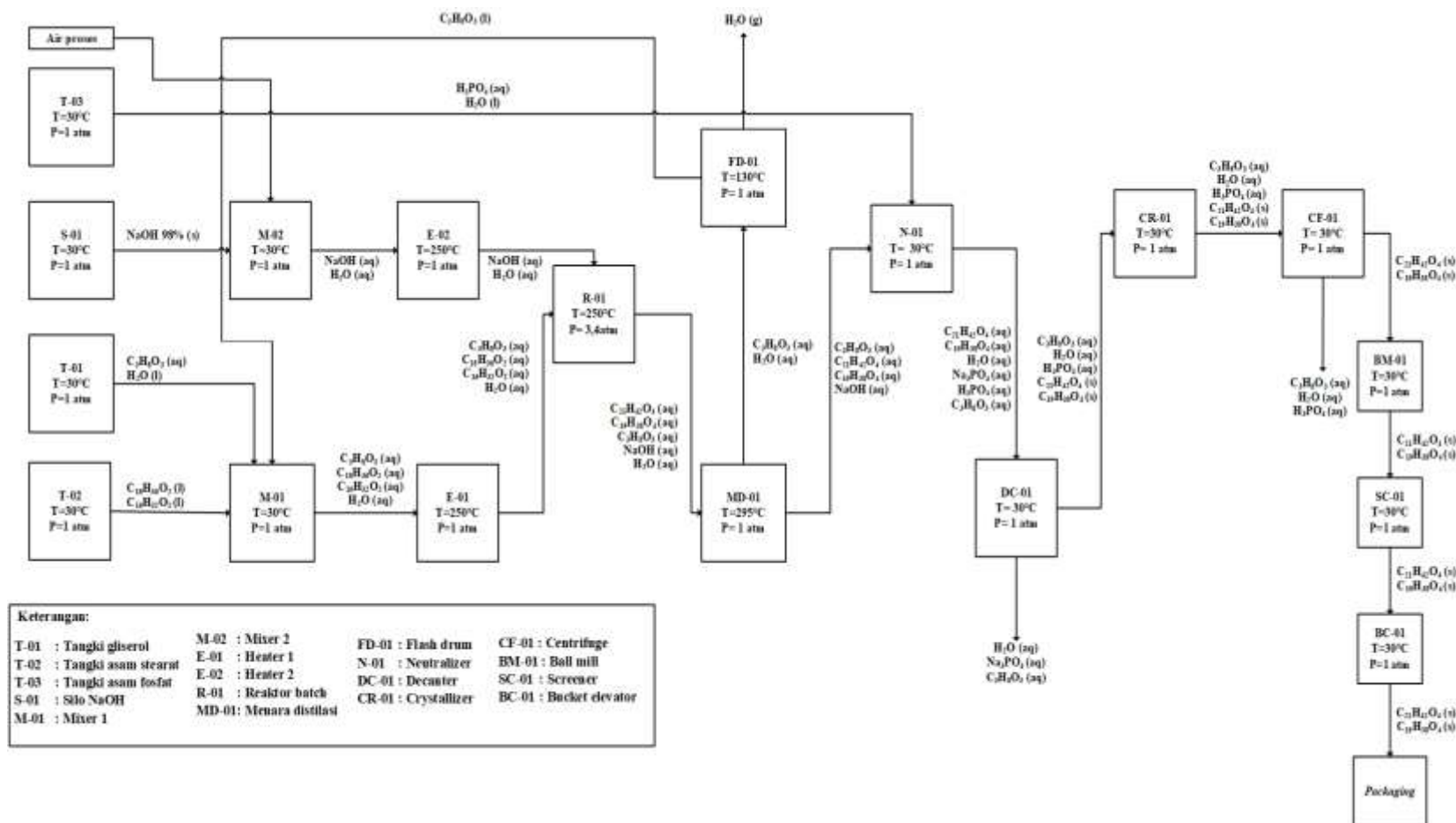
Produk yang keluar reaktor diumpankan menuju menara distilasi (MD-01). Menara distilasi digunakan untuk memurnikan dan

memisahkan sisa gliserol serta air untuk diumpankan ke flash drum, di flash drum air akan diuapkan agar gliserol yang di *recycle* menuju ke mixer (M-01) lebih murni. Kondisi operasi flash drum adalah 130 °C dan 1 atm. Produk keluaran menara distilasi diumpankan menuju neutralizer (N-01) dengan kondisi operasi 30 °C dan 1 atm, neutralizer ini untuk menetralkan katalis NaOH sisa, reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:



Produk keluaran neutralizer diumpankan menuju decanter (DC-01) untuk dipisahkan menjadi fase ringan yaitu gliserol monostearat, gliserol monopalmitat, dan fase berat berupa gliserol, air, trinitrium fosfat. Fase ringan akan diumpankan menuju crystallizer (CR-01) dan fase berat akan dilakukan pengolahan kembali untuk dijual. Produk keluaran crystallizer diumpankan ke centrifuge (CF-01), gliserol, air, dan asam fosfat sisa dialirkan ke UPL sedangkan gliserol monostearat serta gliserol monopalmitat diumpankan menuju ball mill (BM-01). Kemudian hasilnya dilakukan pengayakan menggunakan screener (SC-01), lalu diumpankan menggunakan bucket elevator (BC-01) kemudian dilakukan *packaging* dalam bentuk kantong.

B. Diagram alir kualitasatif



C. Neraca massa dan energi

1. Neraca massa

$$\begin{aligned}
 \text{Kapasitas perancangan} &= 8.000 \text{ ton/tahun} \\
 \text{Waktu operasi dalam 1 tahun} &= 330 \text{ hari} \\
 \text{Kapasitas produksi per jam} &= \frac{8000 \text{ ton}}{1 \text{ ton}} \times \frac{1000 \text{ kg}}{1 \text{ ton}} \times \frac{1 \text{ tahun}}{330 \text{ hari}} \times \frac{1 \text{ hari}}{24 \text{ jam}} \\
 &= 1010,53 \text{ kg/jam} \\
 \text{Kemurniaan produk} &= 90\%
 \end{aligned}$$

Komposisi produk

$$\text{Gliserol monostearat} = 929,06 \text{ kg/jam}$$

$$\text{Gliserol monopalmitat} = 81,46 \text{ kg/jam}$$

Komposisi umpan

Bahan 1 :

- Gliserol = 898,29 kg/jam
- Air = 2,70 kg/jam

Bahan 2 :

- Asam stearat = 779,65 kg/jam
- Asam palmitat = 67,80 kg/jam

Komposisi katalis

- NaOH = 48% x 123,58 kg/jam = 59,32 kg/jam
- Air = 52% x 123,58 kg/jam = 64,26 kg/jam

$$\text{Umpan basis asam stearat} = 100 \text{ kg/jam}$$

$$\text{Produk basis} = 119,18 \text{ kg/jam}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Faktor koreksi} &= \frac{\text{Produk sebenarnya}}{\text{Produk basis}} \\
 &= \frac{1010,10 \text{ kg/jam}}{119,18 \text{ kg/jam}} \\
 &= 8,47
 \end{aligned}$$

a. Neraca massa di mixer (M-01)

Fungsi : Alat untuk mencampurkan bahan baku utama sebelum direaksikan di reaktor

Komponen	Input			Output
	Arus 1 (kg/jam)	Arus 2 (kg/jam)	Arus 11 (kg/jam)	Arus 3 (kg/jam)
Gliserol	898,29	0	989,15	1887,45
Air	2,71	0	178,71	181,42
Asam stearat	0	779,65	0	779,65
Asam palmitat	0	67,80	0	67,79
GMS	0	0	3,27	3,27
GMP	0	0	0,08	0,08
Sub Total	900,99	847,45	1171,22	2919,67
Total	2919,67			2919,67

b. Neraca massa di heater (E-01)

Fungsi : Untuk menaikkan suhu produk dari arus 3 hingga 250°C

Komponen	Input	Output
	Arus 3 (kg/jam)	Arus 4 (kg/jam)
Gliserol	1887,45	1887,45
Air	181,42	181,42
Asam stearat	779,65	779,65
Asam palmitat	67,79	67,79
GMS	3,27	3,27
GMP	0,08	0,08
Sub Total	2919,67	2919,67
Total	2919,67	2919,67

c. Neraca massa di mixer (M-02)

Fungsi : Untuk mengencerkan NaOH menjadi konsentrasi 48%

Komponen	Input		Output
	Arus 4A (kg/jam)	Arus air (kg/jam)	Arus 5 (kg/jam)
NaOH		1,18	59,31
Air	64,26	58,12	64,26
Sub Total	64,26	59,3	123,58
Total	123,58		123,58

d. Neraca massa di heater (E-02)

Fungsi : Untuk menaikkan suhu katalis hingga 250°C atau kondisi siap bereaksi

Komponen	Input	Output
	Arus 5 (kg/jam)	Arus 6 (kg/jam)
NaOH	59,31	59,31
Air	64,26	64,26
Sub Total	123,58	123,58
Total	123,58	123,58

e. Neraca massa di reaktor (R-01)

Fungsi : Mereaksikan bahan baku menjadi gliserol monostearat dengan katalis NaOH

Komponen	Input		Output
	Arus 4 (kg/jam)	Arus 6 (kg/jam)	Arus 7 (kg/jam)
Gliserol	1887,45	0	1610,48
Air	181,42	64,26	307
Asam stearat	779,65	0	0
Asam palmitat	67,79	0	0
NaOH	0	59,31	65,90
GMS	3,27	0	986,31
GMP	0,08	0	87,91
Sub Total	2919,67	123,58	3057,62
Total	3057,62		3057,62

f. Neraca massa di menara distilasi (MD-01)

Fungsi : Untuk memisahkan gliserol sisa dari produk guna di *recycle*

Komponen	Input	Output	
	Arus 7 (kg/jam)	Arus 8 (kg/jam)	Arus 9 (kg/jam)
Gliserol	1610,48	620,83	989,64
Air	307	0	307
Asam stearat	0	0	0
Asam palmitat	0	0	0
NaOH	65,90	65,90	0
GMS	986,31	983,04	3,27
GMP	87,91	87,83	0,08
Sub Total	3057,62	1757,62	1300
Total	3057,62	3057,62	

g. Neraca massa di heater (E-03)

Fungsi : Menaikkan suhu dari arus 9 untuk memaksimalkan pemisahan gliserol sisa dari produk

Komponen	Input	Output
	Arus 9 (kg/jam)	Arus 10 (kg/jam)
Gliserol	989,64	989,64
Air	307	307
Asam stearat	0	0
Asam palmitat	0	0
NaOH	0	0
GMS	3,27	3,27
GMP	0,08	0,08
Sub Total	1300	1300
Total	1300	1300

h. Neraca massa di flash drum (FD-01)

Fungsi : Memisahkan gliserol yang di *recycle* dari air

Komponen	Input	Output	
	Arus 10 (kg/jam)	Arus 11 (kg/jam)	Arus 12 (kg/jam)
Gliserol	989,64	989,15	0,49
Air	307	178,71	128,28
Asam stearat	0	0	0
Asam palmitat	0	0	0
NaOH	0	0	0
GMS	3,27	3,27	0
GMP	0,08	0,08	0
Sub Total	1300	1171,21	128,77
Total	1300	1300	

i. Neraca massa di neutralizer (N-01)

Fungsi : Untuk menetralisasi NaOH agar tidak menjadi impuritas pada produk

Komponen	Input		Output
	Arus 8 (kg/jam)	Arus 13 (kg/jam)	Arus 14 (kg/jam)
Gliserol	620,83	0	620,83
Air	0	17,86	47,52
Asam fosfat	0	101,24	47,47
NaOH	65,90	0	0,065
Na ₃ PO ₄		0	89,96
GMS	983,04	0	983,04
GMP	87,83	0	87,83
Sub Total	1757,60	119,1	1876,74
Total	1876,74		1876,74

j. Neraca massa di decanter (DC-01)

Fungsi : Memisahkan hasil netralisasi atau Na₃PO₄ serta sisa gliserol dari produk

Komponen	Input	Output	
	Arus 14 (kg/jam)	Arus 15 (kg/jam)	Arus 16 (kg/jam)
Gliserol	620,83	91,53	529,3
Air	47,52	15,90	31,61
Asam stearat	0	0	0
Asam palmitat	0	0	0
Asam fosfat	47,47	19,73	27,73
NaOH	0,065	0,027	0,038
Na ₃ PO ₄	89,96	35,32	54,63
GMS	983,04	929,24	53,79
GMP	87,83	81,48	6,35
Sub Total	1876,74	1173,26	703,47
Total	1876,74	1876,74	

k. Neraca massa di crystallizer (CR-01)

Fungsi : Untuk mengkristalkan produk GMS

Komponen	Input	Output
	Arus 15 (kg/jam)	Arus 17 (kg/jam)
Gliserol	91,53	91,53
Air	15,90	15,90
Asam stearat	0	0
Asam palmitat	0	0
Asam fosfat	19,73	19,73
NaOH	0,027	0,027
Na ₃ PO ₄	35,32	35,32
GMS (<i>solid</i>)	929,24	929,14
GMP (<i>solid</i>)	81,48	81,47
GMS (<i>liquid</i>)	0	0,092
GMP (<i>liquid</i>)	0	0,008
Sub Total	1173,26	1173,26
Total	1173,26	1173,26

l. Neraca massa di centrifuge (CF-01)Fungsi : Memisahkan gliserol dan Na_3PO_4 sisa dari produk

Komponen	Input	Output	
	Arus 17 (kg/jam)	Arus 18 (kg/jam)	Arus 19 (kg/jam)
Gliserol	91,53	0,0056	91,53
Air	15,90	0,0009	15,90
Asam stearat	0	0	0
Asam palmitat	0	0	0
Asam fosfat	19,73	0,0012	19,73
NaOH	0,027	0	0,027
Na_3PO_4	35,32	0,002	35,32
GMS (<i>solid</i>)	929,14	929,05	0,092
GMP (<i>solid</i>)	81,47	81,46	0,0081
GMS (<i>liquid</i>)	0,092	0	0
GMP (<i>liquid</i>)	0,008	0	0
Sub Total	1173,26	1010,53	162,72
Total	1173,26	1173,26	

m. Neraca massa di ball mill (BM-01)

Fungsi : Menghaluskan kristal GMS menjadi serbuk halus

Komponen	Input	Output
	Arus 18 (kg/jam)	Arus 20 (kg/jam)
Gliserol	0,0056	0,0056
Air	0,0009	0,0009
Asam stearat	0	0
Asam palmitat	0	0
Asam fosfat	0,0012	0,0012
NaOH	0	0,027
Na_3PO_4	0,002	0,002
GMS (<i>solid</i>)	929,05	929,05
GMP (<i>solid</i>)	81,46	81,46
GMS (<i>liquid</i>)	0	0
GMP (<i>liquid</i>)	0	0
Sub Total	1010,53	1010,53
Total	1010,53	1010,53

Catatan : Arus 11 merupakan arus *recycle*

2. Neraca panas

Basis perhitungan = 1 jam operasi
 Suhu referensi = 25°C/273,15K
 Satuan perhitungan = kJ/jam

Tabel 7. Data *heat capacity* fase cair

Komponen	A	B	C	D	Tmin (K)	Tmax (K)
Glycerol	132,14	8,60E-01	-1,97E-03	1,80E-06	292	651
Asam palmitat	86,29	3,52	-7,32E-03	6,10E-06	337	698
Asam stearat	99,01	3,58	-7,24E-03	5,90E-06	344	729
Air	92,05	-3,99E-02	-2,11E-04	5,34E-07	273	615
NaOH	87,63	-4,83E-04	-4,54E-06	1,18E-09	600	2700
Gliserol monostearat	686,83	-8,48E-01	1,84E-03	-	295	597,86
Gliserol monostearat	613,41	-0,715	0,0016	-	283	642

(Sumber : Yaws, 1999)

Tabel 8. Data *heat capacity* fase gas

Komponen	A	B	C	D	E	Tmin (K)	Tmax (K)
Glycerol	9,65	4,28E-01	-2,67E-04	3,17E-08	2,77E-11	298	1200
Asam palmitat	-54,48	1,80	-1,33E-03	5,36E-07	-9,20E-11	298	1500
Asam stearat	7,51	1,69	-9,28E-04	1,75E-07	3,64E-12	298	1200
Air	33,93	-8,41E-03	-2,99E-05	-1,78E-08	3,69E-12	1500	100
NaOH	22,24	-1,42E-01	-2,42E-04	1,80E-07	-4,80E-11	100	1500
Gliserol monostearat	-80,32	2,15	-1,32E-03	3,33E-07	-	298	1000
Gliserol monopalmitat	-78,53	1,96	-1,22E-03	3,11E-07	-	298	1000

(Sumber : Yaws, 1999)

Data *heat capacity* tambahan

Asam fosfat	106,2	J/mol.K
Trinatrium fosfat	665	J/mol.K
GMS (solid)	610,4	J/mol.K
GMP (solid)	602,9	J/mol.K

(Sumber : NIST Chemistry WebBook, 2025)

$$C_p = A + BT + CT^2 + DT^3 + ET^4$$

$$\int_{T_1}^{T_2} C_p \Delta T = (A(T_2 - T_1)) + \left(\frac{B}{2}(T_2^2 - T_1^2)\right) + \left(\frac{C}{3}(T_2^3 - T_1^3)\right) + \left(\frac{D}{4}(T_2^4 - T_1^4)\right) + \left(\frac{E}{5}(T_2^5 - T_1^5)\right)$$

Keterangan :

C_p = Kapasitas panas (Joule/mol.K)

A,B,C,D,E = Koefisien regresi komponen

a. Neraca panas heater (E-01)

Fungsi : Menaikkan suhu bahan reaktan yang keluar dari M-01 dari suhu 30°C menjadi 250°C.

No	Komponen	Input	Output
		Arus 3	Arus 4
1	Gliserol	26801,37	1285552,97
2	Air	3801,24	178881,17
3	Asam stearat	9335,08	466744,74
4	Asam palmitat	857,51	42867,51
5	GMS	27,27	1347,49
6	GMP	0,67	33,67
Sub total		40823,18	1975427,57
Kebutuhan panas (Q sistem)		1934604,40	
Total		1975427,58	1975427,58

b. Neraca panas heater (E-02)

Fungsi : Menaikkan suhu bahan katalis yang keluar dari suhu 30°C menjadi 250°C.

No	Komponen	Input	Output
		Arus 5	Arus 4
1	NaOH	645,92	28942,52
2	Air	1346,46	63362,56
Sub total		1992,38	92305,09
Kebutuhan panas (Q sistem)		90312,71	
Total		92305,09	92305,09

c. Neraca panas heater (E-03)

Fungsi : Menaikkan suhu larutan yang keluar dari produk atas MD-01 dari suhu 118°C menjadi 130°C.

No	Komponen	Input	Output
		Arus 9a	Arus 10
1	Gliserol	268865,29	303533,98
2	Air	119793,26	135023,04
3	Asam sterat	0	0
4	Asam palmitat	0	0
5	NaOH	2,1727E-30	2,44461E-30
No	Komponen	Input	Output
		Arus 9a	Arus 10
6	GMS	522,98	591,32
7	GMP	13,02	14,72
Sub total		389194,56	439163,08
Kebutuhan panas (Q sistem)		49968,51	
Total		439163,08	439163,08

d. Neraca panas heater (E-04)

Fungsi : Menaikkan suhu larutan yang keluar dari tangki penampung dari suhu 250°C menjadi 295°C untuk diumpankan menuju menara distilasi.

No	Komponen	Input	Output
		Arus 7	Arus 7a
1	Gliserol	1096915,8	3612159
2	Air	302705,18	1032239,7
3	NaOH	32158,32	38691,205
4	GMS	406409,54	502002,4
5	GMP	41235,023	44796,16
Sub total		1879423,9	5229888,4
Kebutuhan panas (Q sistem)		3350464,6	
Total		5229888,4	5229888,4

e. Neraca panas reaktor (R-01)

Fungsi : Untuk mereaksikan asam stearat dan gliserol menjadi gliserol monostearat dengan bantuan katalis NaOH.

No	Komponen	Input		Output
		Arus 4	Arus 6	Arus 7
1	Gliserol	1,29E+06	0	1,10E+06
2	Air	1,79E+05	6,34E+04	3,03E+05
3	Asam stearat	4,67E+05	0	0,00E+00
4	Asam palmitat	4,29E+04	0	0,00E+00
5	NaOH	0,00E+00	2,89E+04	3,22E+04
6	GMS	1,35E+03	0	4,06E+05
7	GMP	3,37E+01	0	3,62E+04
Sub total		1,98E+06	92305,1359	1,87E+06
Panas reaksi		-100670,94		
Pendingin				9,26E+04
Total		1,97E+06		1,97E+06

f. Neraca panas menara distilasi (MD-01)

Fungsi : Memisahkan komponen *light* dan *heavy phase* sehingga diperoleh konsentrasi produk sesuai dengan kebutuhan.

No	Komponen	Input	Output <i>light phase</i>	Output <i>heavy phase</i>
1	Gliserol	1096912,95	268855,8416	516124,6353
2	Air	302705,073	119789,1131	0,000243485
3	NaOH	32158,36621	2,17262E-30	38550,83931
4	GMS	406409,6274	522,9637268	500337,976
5	GMP	36232,13616	13,02160437	44754,5089
6	Panas reboiler	3,95E+05		
7	Panas kondenser		780320,9439	
Sub total		2269269,844	1169501,884	1099767,96
Total		2269269,844	2269269,844	

g. Neraca panas flash drum (FD-01)

Fungsi : Memisahkan kandungan air dari produk atas MD-01 dari gliserol yang akan di *recycle*.

No	Komponen	Input	Output	
		Arus 10	Arus 11	Arus 12
1	Gliserol	303533,98	303382,65	151,33
2	Air	135023,04	78602,11	56420,93
3	NaOH	2,4446E-30	0	0
4	GMS	591,32	591,25	0,07
5	GMP	14,72	14,72	0,00051
Subtotal		439163,08	382590,75	56572,33
Total		439163,08	439163,08	

h. Neraca panas neutralizer (N-01)

Fungsi : Untuk menetralisasi basa dengan bahan pendukung asam fosfat.

No	Komponen	Input		Output
		Arus 8	Arus 13	Arus 14a
1	Gliserol	505539,01	0	98400,005
2	Air	0,00023	389,99	10910,69
3	NaOH	37841,29	0	37998,50
4	GMS	489427,85	0	91419,02
5	GMP	43774,41	0	8129,72
6	Asam fosfat	0	0,52	2,82
7	Natrium fosfat	0	0	20,06
Sub total		1076582,57	390,52	246880,85
Panas reaksi		-4738,69		
Pendingin				825353,55
Total		1072234,40		1072234,40

i. Neraca panas crystallizer (CR-01)

Fungsi : Untuk mengkristalkan produk GMS (*liquid* menjadi *solid*).

No	Komponen	Input	Output
		Arus 15	Arus 17
1	Gliserol	11837,18	2603,62
2	Air	1342,54	666,036
3	NaOH	2,69	0,60
4	GMS (liquid)	70480,08	0,66
5	GMP (liquid)	6148,21	0,059
6	Asam fosfat	0,96	0,21
7	Natrium fosfat	6,44	1,43
8	GMS (solid)		15518,64
9	GMP (solid)		1352,13
	Q kristalisasi	108076,10	
	Q pendingin		177750,82
Total		197894,23	197894,23

j. Neraca panas cooler (E-11)

Fungsi : Menurunkan suhu produk bawah MD-01 dari suhu 295°C menjadi 180°C.

No	Komponen	Input	Output
		Arus 8	Arus 8a
1	Gliserol	516124,63	284985,57
2	Air	0,00024	0,00013
3	NaOH	38550,83	22186,56
4	GMS	500337,97	268403,51
5	GMP	44754,50	23943,82
Sub total		1099767,96	599519,48
Q loss			500248,47
Total		1099767,96	1099767,96

k. Neraca panas cooler (E-12)

Fungsi : Menurunkan suhu produk bawah MD-01 dari suhu 180°C menjadi 120°C.

No	Komponen	Input	Output
		Arus 8a	Arus 8b
1	Gliserol	284985,57	171819,09
2	Air	0,00013	7,92062E-05
3	NaOH	22186,56	13614,31
4	GMS	268403,51	160162,11
5	GMP	23943,82	14262,08
Sub total		599519,48	359857,61
Q loss			239661,86
Total		599519,48	599519,48

l. Neraca panas cooler (E-13)

Fungsi : Menurunkan suhu produk bawah MD-01 dari suhu 120 °C menjadi 80°C.

No	Komponen	Input	Output
		Arus 8b	Arus 8c
1	Gliserol	171819,09	98400,0050
2	Air	7,92E-05	4,57593E-05
3	NaOH	13614,32	7887,79
4	GMS	160162,11	91419,02
5	GMP	14262,08	8129,72
Sub total		359857,61	205836,55
Q loss			154021,06
Total		359857,61	359857,61

m. Neraca panas cooler (E-14)

Fungsi : Menurunkan suhu produk bawah MD-01 dari suhu 80 °C menjadi 30°C.

No	Komponen	Input	Output
		Arus 8c	Arus 8d
1	Gliserol	171819,1	98400,005
2	Air	7,921E-05	4,576E-05
3	NaOH	13614,317	7887,7987
4	GMS	160162,11	91419,022
5	GMP	14262,085	8129,7271
Sub total		359857,62	205836,55
Q loss			154021,06
Total		359857,62	359857,62

n. Neraca panas cooler (E-15)

Fungsi : Menurunkan suhu produk keluar dari FD-01 dari suhu 130°C menjadi 80°C.

No	Komponen	Input	Output
		Arus 11	Arus 11a
1	Gliserol	303382,65	156776,89
2	Air	78602,11	41030,37
3	NaOH	0	0
4	GMS	591,25	304,11
5	GMP	14,72	7,56
Sub total		382590,75	198118,95
Q loss			184471,79
Total		382590,75	382590,75

o. Neraca panas cooler (E-16)

Fungsi : Menurunkan suhu produk keluar dari FD-01 dari suhu 80°C menjadi 30°C.

No	Komponen	Input	Output
		Arus 11a	Arus 11b
1	Gliserol	156776,89	14045,81
2	Air	41030,37	3744,61
3	NaOH	0	0
4	GMS	304,11	27,27
5	GMP	7,56	0,67
Sub total		198118,95	17818,38
Q loss			180300,56
Total		198118,95	198118,95

E. Spesifikasi alat proses

Pada proses produksi gliserol monostearat didukung oleh beberapa alat yang terdiri dari alat utama dan alat pendukung untuk menunjang proses produksi.

1. Spesifikasi Alat Utama

a. Tangki penyimpanan

1) Tangki gliserol (T-01)

Nama	:	Tangki penyimpanan gliserol
Kode	:	T-01
Fungsi	:	Menyimpan bahan baku gliserol
Tipe	:	Silinder vertikal dengan Torispherical head
Bahan	:	Stainless steel SA-240 Grade 316
Jumlah	:	1 buah
Tekanan	:	1 atm
Tekanan design	:	2,860779278 atm
Temperatur	:	30 C
Waktu tinggal	:	14 hari
Volume tangki	:	302,0536556 m ³

Dimensi tangki

Diameter inside	:	5,284143556 m
Diameter outside	:	5,4864 m
Tinggi shell	:	13,21035889 m
Tinggi head	:	1,06589439 m
Tinggi total	:	14,27625328 m
Tebal shell	:	0,5 inch
Tebal head	:	1,75 inch

2) Tangki asam stearat (T-02)

Nama	:	Tangki penyimpanan asam stearat
Kode	:	T-02
Fungsi	:	Menyimpan bahan baku asam stearat
Tipe	:	Silinder vertikal dengan Torispherical head
Bahan	:	Stainless steel SA-240 Grade 316
Jumlah	:	1 buah
Tekanan	:	1 atm
Tekanan design	:	2,609847432 atm
Temperatur	:	30 C
Waktu tinggal	:	14 hari

Volume tangki	:	346,999272	m ³
Dimensi tangki			
Diameter inside	:	5,534215889	m
Diameter outside	:	5,7912	m
Tinggi shell	:	13,83553972	m
Tinggi head	:	1,106218195	m
Tinggi total	:	14,94175792	m
Tebal shell	:	0,5	inch
Tebal head	:	1,75	inch

3) Tangki asam fosfat (T-03)

Nama	:	Tangki penyimpanan asam fosfat	
Kode	:	T-03	
Fungsi	:	Menyimpan bahan baku asam fosfat	
Tipe	:	Silinder vertikal dengan Torispherical head	
Bahan	:	Stainless steel SA-240 Grade 316	
Jumlah	:	1	buah
Tekanan	:	1	atm
Tekanan design	:	2,011807844	atm
Temperatur	:	30	C
Waktu tinggal	:	14	hari
Volume tangki	:	41,16912333	m ³
Dimensi tangki			
Diameter inside	:	2,719383441	m
Diameter outside	:	2,7432	m
Tinggi shell	:	6,798458603	m
Tinggi head	:	0,613033282	m
Tinggi total	:	7,411491885	m
Tebal shell	:	0,25	inch
Tebal head	:	0,75	inch

b. Silo

Nama	:	Silo	
Kode	:	S-01	
Fungsi	:	Menyimpan bahan baku pendukung yaitu NaOH (s) Silinder vertikal dengan tutup bawah berbentuk	
Tipe	:	konikal	
Bahan	:	Carbon steel SA-516 Grade 70	
Jumlah	:	1	buah

Tekanan	: 1	atm
Tekanan design	: 2,29854248	atm
Temperatur	: 30	C
Waktu tinggal	: 28	hari
Volume silo	: 25,05070004	m ³

Dimensi tangki

Diameter inside	: 2,48	m
Diameter outside	: 2,489526339	m
Tinggi silo	: 5,657336098	m
Tinggi cone	: 0,701288098	m
Tebal shell	: 0,1875	inch
Tebal cone	: 1,125	inch
Volume cone	: 1,148731581	m ³

c. Mixer

1)Mixer-01

Nama	: Mixer	
Kode	: M-01	
Fungsi	: Mencampurkan bahan utama gliserol dan asam stearat	
Tipe	: Silinder vertikal dengan Torispherical head	
Bahan	: Stainless steel SA-240 Grade 316	
Jumlah	: 1	buah
Tekanan	: 1	atm
Tekanan design	: 1,409133599	atm
Temperatur	: 30	C
Waktu tinggal	: 10	menit
Volume tangki	: 2,657814738	m ³

Dimensi tangki

Diameter inside	: 1,311721829	m
Diameter outside	: 1,330771829	m
Tinggi shell	: 1,967582743	m
Tinggi total	: 2,666602724	m
Tebal shell	: 0,122186288	inch
Tebal head	: 0,5	inch
Jenis pengaduk	: Fix blade turbine	
Diameter pengaduk	: 0,655860914	m
Diameter disk	: 0,983791372	m

Lebar pengaduk	: 0,109310152	m
Jarak pengaduk dari dasar mixer	: 0,43724061	m
Kecepatan pengaduk	: 1,910672463	rps
Power pengaduk	: 0,997587943	HP

2) Mixer-02

Nama	: Mixer	
Kode	: M-02	
Fungsi	: Untuk mengencerkan NaOH menjadi konsentrasi 48%	
Tipe	: Silinder vertikal dengan Torispherical head	
Bahan	: Stainless steel SA-240 Grade 316	
Jumlah	: 1	buah
Tekanan	: 1	atm
Tekanan design	: 1,282257786	atm
Temperatur	: 30	C
Waktu tinggal	: 10	menit
Volume tangki	: 0,093887765	m ³
Dimensi tangki		
Diameter inside	: 0,430398399	m
Diameter outside	: 0,449448399	m
Tinggi shell	: 0,645597598	m
Tinggi total	: 1,02712323	m
Tebal shell	: 0,091682697	inch
Tebal head	: 0,25	inch
Jenis pengaduk	: Fix blade turbine	
Diameter pengaduk	: 0,215199199	m
Diameter disk	: 0,322798799	m
Lebar pengaduk	: 0,035866533	m
Jarak pengaduk dari dasar mixer	: 0,143466133	m
Kecepatan pengaduk	: 6,735141295	rps
Power pengaduk	: 0,199100925	HP

d. Reaktor

Nama	:	Reaktor
Kode	:	R-01
Fungsi	:	Mereaksikan asam stearat dan gliserol menjadi GMS dan air
Tipe	:	Silinder vertikal dengan Torispherical head
Bahan	:	Stainless steel SA-240 Grade 316
Jumlah	:	1 buah
Tekanan	:	3,4 atm
Tekanan design	:	4,416868 atm
Temperatur	:	250 C
Waktu tinggal	:	4,5 jam
Volume tangki	:	97,52687 m ³

Dimensi tangki

Diameter inside	:	2,478485 m
Diameter outside	:	2,49754 m
Tinggi shell	:	3,717735 m
Tinggi total	:	4,835361 m
Tebal shell	:	0,375 inch
Tebal head	:	2,5 inch
Jenis pengaduk	:	Fix blade turbine
Diameter pengaduk	:	1,239245 m
Diameter disk	:	1,858867 m
Lebar pengaduk	:	0,247849 m
Jarak pengaduk dari dasar reaktor	:	0,826163 m
Kecepatan pengaduk	:	2,009186 rps
Power pengaduk	:	23,45504 HP

Jaket pendingin

Tinggi	:	4,835361 m
Tebal	:	0,375 inch
Media pendingin	:	Dowtherm J

e. Menara distilasi

Nama	:	Menara Distilasi
Kode	:	MD-01
Fungsi	:	Memisahkan produk utama dari gliserol yang berlebih, agar gliserol dapat di <i>recycle</i>
Tipe	:	Tray Distillation Tower
Material	:	Stainless Steel SA-240 Gr. 316
Laju alir gliserol	:	1424 kmol/jam
Luas penampang kolom aktif	:	2,02 m ²
Tekanan atas	:	1 atm
Tekanan bawah	:	1,021 atm
Suhu umpan	:	250 C
Suhu atas	:	118 C
Suhu bawah	:	295 C
Jumlah tray teoritis	:	5 buah
Jumlah tray aktual	:	9 buah
Plate spacing	:	0,45 m
Kecepatan uap desain	:	5,42 m/s
Diameter kolom bawah	:	1,8288 m
Diameter kolom atas	:	2,8956 m
Tinggi total kolom	:	22,28 m
Pressure drop per tray	:	0,0071 atm
Downcomer		
Weir height (hw)	:	50 mm
Liquid backup (hb)	:	113,26 mm
Downcomer residence time	:	113,26 mm
Downcomer area	:	0,3152 m ²
Hole pitch (triangular)	:	28 mm
Diameter hole	:	10 mm
Plate thickness	:	5 mm
Tutup kolom		
Bentuk	:	Torispherical
Material	:	Stainless Steel SA-240 Gr. 316
Ketebalan tutup	:	0,1875 inch
Tinggi tutup	:	0,52 m

f. Flash drum

Nama	:	Flash drum
Kode	:	FD-01
Fungsi	:	Memisahkan komponen air dari gliserol
Tipe	:	Silinder vertikal dengan Torispherical head
Bahan	:	Stainless steel SA-240 Grade 316
Jumlah	:	1 buah
Tekanan	:	1,00007775 atm
Tekanan design	:	1,2000933 atm
Temperatur	:	130 C
Volume	:	19,7283754 m ³
Panjang drum	:	6,092862705 m
Diameter drum	:	2,030954235 m
Tinggi total	:	3,643335929 m
Tebal shell	:	0,1875 inch
Tebal head	:	0,375 inch

g. Neutralizer

Nama	:	Neutralizer
Kode	:	N-01
Fungsi	:	Menetralisasi basa dengan bahan pendukung asam fosfat
Tipe	:	Silinder vertikal dengan Torispherical head
Bahan	:	Stainless steel SA-240 Grade 316
Jumlah	:	1 buah
Tekanan	:	1 atm
Tekanan design	:	1,471971819 atm
Temperatur	:	30 C
Waktu tinggal	:	4,5 jam
Volume tangki	:	10,86678504 m ³
Dimensi tangki		
Diameter inside	:	2,110670347 m
Diameter outside	:	2,129724607 m
Tinggi shell	:	3,16601191 m
Tinggi total	:	4,167750379 m
Tebal shell	:	0,151796869 inch
Tebal head	:	0,693141697 inch
Jenis pengaduk	:	Fix blade turbine

Diameter pengaduk	:	1,055337303	m
Diameter disk	:	1,583005955	m
Lebar pengaduk	:	0,211067461	m
Jarak pengaduk dari dasar neutralizer	:	0,703558202	m
Kecepatan pengaduk	:	62,92295192	rpm
Power pengaduk	:	1,2591776	HP

h. Decanter

Nama	:	Decanter	
Kode	:	DC-01	
Fungsi	:	Memisahkan Na_3PO_4 , $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3$, H_2O dari produk	
Tipe	:	Decanter horizontal	
Bahan	:	Stainless steel SA-240 Grade 316	
Jumlah	:	1	buah
Tekanan	:	1	atm
Tekanan design	:	1,20033144	atm
Temperatur	:	30	C
Volume	:	75,26080576	m^3

Dimensi decanter

Diameter inside	:	3,450702145	m
Diameter outside	:	3,5052	m
Tinggi decanter	:	1,488619702	m
Panjang decanter	:	11,84022131	m
Tebal shell	:	0,1875	inch
Tebal head	:	0,25	inch

Pipa umpan masuk

Diameter inside	:	2,9	inch
Diameter outside	:	3,5	inch
Flow area per pipe	:	6,6	inch^2

Pipa fase ringan (umpan keluar)

Diameter inside	:	2,323	inch
Diameter outside	:	2,88	inch
Flow area per pipe	:	4,23	inch^2

Pipa fase berat (umpan keluar)

Diameter inside	:	2,323	inch
Diameter outside	:	2,88	inch
Flow area per pipe	:	4,23	inch^2

i. Crystallizer

Nama	:	Crystallizer
Kode	:	CR-01
Fungsi	:	Untuk membentuk kristal gliserol monostearat
Tipe	:	Swenson walker crystallizer
Bahan	:	Stainless steel SA-240 Grade 316
Jumlah	:	1 buah
Tekanan	:	1 atm
Tekanan design	:	1,2 atm
Temperatur	:	30 C
Waktu tinggal	:	6,166666667 menit
Volume	:	0,136719248 m ³

Dimensi crystallizer

Diameter inside	:	1 m
Diameter outside	:	1,00952554 m
Tebal shell	:	0,1875 inch
Panjang crystallizer	:	3,048 m

Jaket pendingin

Luas transfer panas	:	4,713284694 m ²
Luas jaket yang tersedia	:	14,94068921 m ²
Volume jaket	:	0,279412442 m ³
Waktu tinggal	:	8 menit
Diameter jaket	:	1,252697864 m
Tebal jaket	:	0,121586162 m

Pengaduk

Jenis pengaduk	:	spiral (screw)
Kecepatan putar	:	15 rpm
Daya pengaduk	:	0,5 HP

j. Centrifuge

Nama	:	Centrifuge
Kode	:	CF-01
Fungsi	:	Memisahkan gliserol dan Na ₃ PO ₄ sisa dari produk
Bahan	:	Stainless steel SA-240 Grade 316L
Tipe	:	Supercentrifuge

Rotor tipe	: Tubular
Metode	: Sedimentasi
Jumlah	: 1 buah
Kapasitas maksimum	: 1200 gal/h
Diameter bowl	: 4 inch
Speed	: 20000 rpm
Centrifugal force	: 72,55 Kn
Power motor	: 8,2 HP

k. Ball mill

Nama	: Ball mill
Kode	: BM-01
Fungsi	: Menggiling gliserol monostearat menjadi butiran halus
Jenis	: Tumbling mills (Wills & Napier-Munn, 2006)
Bahan konstruksi	: Stainless steel SA-240 Grade 316L
Kapasitas	: 1010,53 kg/jam
Daya	: 15,26 HP

l. Screener

Nama	: Screener
Kode	: SC-01
Fungsi	: Mengayak kristal gliserol monostearat agar mempunyai diameter yang searagam
Tipe	: Sieve tray, Tyler Standard Screen
Bahan	: Stainlees steel SA-240 Grade 316L
Jumlah	: 1

Kondisi operasi

Suhu	: 30°C
Tekanan	: 1 atm
Ukuran mesh	: 170 mesh
Bukaan mesh	: 0,088 mm
Nominal diameter	: 0,09 mm
Dpi	: 0,178 mm
Daya	: 0,5 HP

2. Spesifikasi Alat Pendukung

a. Heater

1) Heater-01

Nama	:	Heater-01
Kode	:	E-01
Fungsi	:	Menaikkan suhu 30°C dari mixer menjadi 250°C
Tipe	:	Double pipe heat exchanger
Bahan	:	Stainless steel 314
Jumlah	:	1 buah
Luas transfer panas	:	124,486362 ft ²
Dimensi pipa		
Annulus		
Diameter inside	:	3,068 inch
Diameter outside	:	3,5 inch
ΔP_a	:	0,000194699 psi
Inner pipe		
Diameter inside	:	2,067 inch
Diameter outside	:	2,38 inch
ΔP_p	:	0,388366231 psi
Panjang	:	135,7539391 ft

2) Heater-02

Nama	:	Heater-02
Kode	:	E-02
Fungsi	:	Menaikkan suhu 30°C dari tangki katalis menjadi 250°C
Tipe	:	Double pipe heat exchanger
Bahan	:	Stainless steel 314
Jumlah	:	1 buah
Luas transfer panas	:	10,704590 ft ²
Dimensi pipa		
Annulus		
Diameter inside	:	2,067 inch
Diameter outside	:	2,38 inch
ΔP_a	:	2,89732E-06 psi

Inner pipe

Diameter inside	: 1,278	inch
Diameter outside	: 1,66	inch
ΔP_p	: 0,00346136	psi
Panjang	: 17,20995183	Ft

3) Heater-03

Nama	: Heater-03
Kode	: E-03
Fungsi	: Menaikkan suhu 118°C dari produk atas menara distilasi menjadi 130°C
Tipe	: Double pipe heat exchanger
Bahan	: Stainless steel 314
Jumlah	: 1 buah
Luas transfer panas	: 32,262142 ft ²
Dimensi pipa	

Annulus

Diameter inside	: 7,38	inch ²
Diameter outside	: 3,068	inch
ΔP_a	: 0,019539457	psi

Inner pipe

Diameter inside	: 3,35	inch ²
Diameter outside	: 2,067	inch
ΔP_p	: 0,0282504	psi
Panjang	: 35,18227005	ft

4) Heater-04

Nama	: Heater-04
Kode	: E-04
Fungsi	: Menaikkan suhu larutan keluaran tangki penampung dari suhu 250°C menjadi 295°C untuk diumpankan menuju menara distilasi.
Tipe	: Double pipe heat exchanger
Bahan	: Stainless steel 314
Jumlah	: 1 buah
Luas transfer panas	: 29,744228 ft ²
Dimensi pipa	

Annulus

Diameter inside : 3,068 inch

Diameter outside : 3,5 inch

 ΔP_a : 0,001942858 psi**Inner pipe**

Diameter inside : 2,067 inch

Diameter outside : 2,38 inch

 ΔP_p : 0,076423712 psi

Panjang : 32,436453 ft

b. Cooler**1) Cooler-01 (E-11)**

Nama : Cooler-01

Kode : E-11

Fungsi : Menurunkan suhu larutan 295°C dari menara destilasi ke netralizer menjadi 180°C

Tipe : Double pipe heat exchanger

Bahan : Stainless steel 314

Jumlah : 1 buah

Luas transfer : 157,303198 ft²

panas

Dimensi pipa

Annulus

Diameter inside : 3,068 inch

Diameter outside : 3,5 inch

 ΔP_a : 0,770064918 psi**Inner pipe**

Diameter inside : 2,067 inch

Diameter outside : 2,38 inch

 ΔP_p : 0,180348867 psi

Panjang : 171,541110 ft

2) Cooler-02 (E-12)

Nama : Cooler-02

Kode : E-12

Fungsi : Menurunkan suhu larutan 180°C dari menara destilasi ke netralizer menjadi 120°C

Tipe : Double pipe heat exchanger

Bahan : Stainless steel 314
 Jumlah : 1 buah
 Luas transfer panas : 159,718411 ft²
 Dimensi pipa

Annulus

Diameter inside : 2,067 inch
 Diameter outside : 2,38 inch
 ΔPa : 2,7832E-05 psi

Inner pipe

Diameter inside : 1,278 inch
 Diameter outside : 1,66 inch
 ΔPp : 2,8453907530 psi
 Panjang : 256,782011 ft

3) Cooler-03 (E-13)

Nama : Cooler-03
 Kode : E-13
 Fungsi : Menurunkan suhu larutan 120°C dari menara destilasi ke neutralizer menjadi 80°C

Tipe : Double pipe heat exchanger

Bahan : Stainless steel 314
 Jumlah : 1 buah
 Luas transfer panas : 111,212736 ft²
 Dimensi pipa

Annulus

Diameter inside : 3,068 inch
 Diameter outside : 3,5 inch
 ΔPa : 1,035564464 psi

Inner pipe

Diameter inside : 2,067 inch
 Diameter outside : 2,38 inch
 ΔPp : 0,2497160259 Psi
 Panjang : 121,278883 Ft

4) Cooler-04 (E-14)

Nama : Cooler-04
 Kode : E-14
 Fungsi : Menurunkan suhu larutan produk bawah menara distilasi dari suhu 80C menjadi 30C

Tipe : Double pipe heat exchanger
 Bahan : Stainless steel 314
 Jumlah : 1 buah
 Luas transfer panas : 116,110652 ft²
 Dimensi pipa

Annulus

Diameter inside : 3,068 inch
 Diameter outside : 3,5 inch
 ΔPa : 0,536553761 psi

Inner pipe

Diameter inside : 2,067 inch
 Diameter outside : 2,38 inch
 ΔPp : 0,4657276509 psi
 Panjang : 126,620122 ft

5) Cooler-05 (E-15)

Nama : Cooler-05
 Kode : E-15
 Fungsi : Menurunkan suhu larutan 130°C dari flash drum ke mixer menjadi 80°C

Tipe : Double pipe heat exchanger
 Bahan : Stainless steel 314
 Jumlah : 1 buah
 Luas transfer panas : 47,678701 ft²
 Dimensi pipa

Annulus

Diameter inside : 3,068 inch
 Diameter outside : 3,5 inch
 ΔPa : 0,18993922 psi

Inner pipe

Diameter inside : 2,067 inch
 Diameter outside : 2,38 inch
 ΔPp : 0,0432205642 psi
 Panjang : 51,994221 ft

6) Cooler-06 (E-16)

Nama	:	Cooler-06
Kode	:	E-16
Fungsi	:	Menurunkan suhu larutan 80°C dari flash drum ke mixer menjadi 30°C
Tipe	:	Double pipe heat exchanger
Bahan	:	Stainless steel 314
Jumlah	:	1 buah
Luas transfer panas	:	66,733343 ft ²
Dimensi pipa		
Annulus		
Diameter inside	:	3,068 inch
Diameter outside	:	3,5 inch
ΔP_a	:	0,051881046 psi
Inner pipe		
Diameter inside	:	2,067 inch
Diameter outside	:	2,38 inch
ΔP_p	:	0,1295434075 psi
Panjang	:	72,773548 ft

c. Pompa

1) Pompa-01

Nama	:	Pompa
Kode	:	P-01
Fungsi	:	Alat transportasi gliserol menuju mixer (M-01)
Tipe	:	Centrifugal pump
Bahan	:	Commercial Steel
Jumlah	:	1 buah
Spesifikasi pipa		
Diameter inside	:	1,5 inch
Diameter outside	:	1,9 inch
NPS	:	1,5 inch
Schedule number	:	80
Luas penampang	:	1,76 Inch
Daya pompa	:	0,5 HP

2) Pompa-02

Nama : Pompa
 Kode : P-02
 Fungsi : Alat transportasi asam stearat menuju mixer (M-01)

Tipe : Centrifugal pump
 Bahan : Commercial Steel
 Jumlah : 1 buah

Spesifikasi pipa

Diameter inside : 1,61 inch
 Diameter outside : 1,9 inch
 NPS : 1,5 inch
 Schedule number : 40
 Luas penampang : 2,04 inch
 Daya pompa : 0,5 HP

3) Pompa-03

Nama : Pompa
 Kode : P-03
 Fungsi : Alat transportasi NaOH menuju heater (E-02)
 Tipe : Centrifugal pump
 Bahan : Commercial Steel
 Jumlah : 1 buah

Spesifikasi pipa

Diameter inside : 0,742 inch
 Diameter outside : 1,05 inch
 NPS : 0,75 inch
 Schedule number : 80
 Luas penampang : 0,432 inch
 Daya pompa : 0,5 HP

4) Pompa-04

Nama : Pompa
 Kode : P-04
 Fungsi : Alat transportasi Asam fosfat menuju neutralizer (N-01)

Tipe : Centrifugal pump
 Bahan : Stainless Steel 316

Jumlah : 1 buah

Spesifikasi pipa

Diameter inside : 0,269 inch

Diameter outside : 0,405 inch

NPS : 0,75 inch

Schedule number : 40

Luas penampang : 0,058 inch

Daya pompa : 0,5 HP

5) Pompa-05

Nama : Pompa

Kode : P-05

Fungsi : Alat transportasi larutan dari mixer menuju ke heater-01 (E-01)

Tipe : Centrifugal pump

Bahan : Commercial Steel

Jumlah : 1 buah

Spesifikasi pipa

Diameter inside : 2,9 inch

Diameter outside : 3,5 inch

NPS : 3 inch

Schedule number : 80

Luas penampang : 6,61 inch

Daya pompa : 0,5 HP

6) Pompa-06

Nama : Pompa

Kode : P-06

Fungsi : Alat transportasi larutan dari tangki penampung (T-05) menuju ke menara distilasi-01 (MD-01)

Tipe : Centrifugal pump

Bahan : Stainless Steel 316

Jumlah : 1 buah

Spesifikasi pipa

Diameter inside : 1,38 inch

Diameter outside : 1,66 inch

NPS : 1,25 inch

Schedule number	:	40	inch
Luas penampang	:	1,5	inch
Daya pompa	:	0,5	HP

7) Pompa-07

Nama	:	Pompa
Kode	:	P-07
Fungsi	:	Alat transportasi gliserol <i>recycle</i> dari flash drum (FD-01) menuju mixer (M-01)
Tipe	:	Centrifugal pump
Bahan	:	Commercial Steel
Jumlah	:	1 buah

Spesifikasi pipa

Diameter inside	:	0,824	inch
Diameter outside	:	1,05	inch
NPS	:	0,75	inch
Schedule number	:	40	
Luas penampang	:	0,534	inch

8) Pompa-08

Nama	:	Pompa
Kode	:	P-08
Fungsi	:	Alat transportasi larutan dari menara distilasi menuju ke cooler-01 (E-11)
Tipe	:	Centrifugal pump
Bahan	:	Commercial Steel
Jumlah	:	1 buah

Spesifikasi pipa

Diameter inside	:	1,278	inch
Diameter outside	:	1,66	inch
NPS	:	1,25	inch
Schedule number	:	80	
Luas penampang	:	1,28	inch
Daya pompa	:	0,5	HP

9) Pompa-09

Nama	:	Pompa
Kode	:	P-09
Fungsi	:	Alat transportasi larutan dari decanter menuju ke crystallizer
Tipe	:	Centrifugal pump
Bahan	:	Commercial Steel
Jumlah	:	1 buah

Spesifikasi pipa

Diameter inside	:	1,049	inch
Diameter outside	:	1,32	inch
NPS	:	1	inch
Schedule number	:	40	
Luas penampang	:	0,864	inch
Daya pompa	:	0,5	HP

10) Pompa-10

Nama	:	Pompa
Kode	:	P-010
Fungsi	:	Alat transportasi dari heater-01 ke reaktor-01
Tipe	:	Pompa plnuger
Bahan	:	Stainless steel 316L

Spesifikasi pipa

Diameter inside	:	2,9	inch
Diameter outside	:	3,5	inch
NPS	:	3	inch
Schedule number	:	80	
Daya pompa	:	0,5	HP

11) Pompa-11

Nama	:	Pompa
Kode	:	P-011
Fungsi	:	Alat transportasi dari heater-02 ke reaktor-01
Tipe	:	Pompa plunger
Bahan	:	Stainless steel 316L

Spesifikasi pipa

Diameter inside	:	0,364	inch
-----------------	---	-------	------

Diameter outside	:	0,405	inch
NPS	:	0,125	inch
Schedule number	:	40	
Daya pompa	:	0,5	HP

12) Pompa-12

Nama	:	Pompa
Kode	:	P-012
Fungsi	:	Alat transportasi larutan dari reaktor menuju ke tangki penampung
Tipe	:	<i>Reciprocating pump</i>
Bahan	:	Stainless steel 316L

Spesifikasi pipa

Diameter inside	:	2,9	inch
Diameter outside	:	3,5	inch
NPS	:	3	inch
Schedule number	:	80	
Luas penampang	:	6,61	inch
Daya pompa	:	0,5	HP

d. Tangki penampung

Nama	:	Tangki penampung
Kode	:	T-05
Fungsi	:	Menampung larutan dari reaktor untuk diumpankan ke menara distilasi
Tipe	:	Silinder vertikal dengan Torispherical head
Bahan	:	Stainless steel SA-240 Grade 316
Jumlah	:	1 buah
Tekanan	:	1 atm
Tekanan design	:	4,290986331 atm
Temperatur	:	295 C
Waktu tinggal	:	4,5 jam
Volume tangki	:	96,11231466 m ³

Dimensi tangki

Diameter inside	:	2,536602193	m
Diameter outside	:	3,286602193	m
Tinggi shell	:	2,536602193	m

Tinggi total	:	3,950713536	m
Tebal shell	:	0,375	inch
Tebal head	:	3	inch
Jenis pengaduk	:	Fix blade turbine	
Diameter pengaduk	:	1,268301096	m
Diameter disk	:	1,902451644	m
Lebar pengaduk	:	0,253660219	m
Jarak pengaduk dari dasar tangki	:	0,317075274	m
Kecepatan pengaduk	:	0,787867803	rps
Power pengaduk	:	2,773112192	HP

e. Screw conveyor

Nama	:	Screw conveyor-01	
Kode	:	SR-01	
Fungsi	:	Mengangkut produk dari crystallizer ke centrifuge	
Tipe	:	<i>Pitch single flight</i>	
Jenis bahan	:	<i>Alloy</i>	
Diameter screw	:	9	inch
Panjang screw conveyor	:	6	m
Jumlah screw pada conveyor	:	27	buah
Luas penampang screw	:	4,306824	m ²
Volume screw conveyor	:	0,49227	m ³
Kecepatan revolusi	:	53691,65	rpm
Daya motor	:	0,5	HP

f. Belt conveyor

1) Belt conveyor-01

Nama	:	Belt conveyor-01	
Kode	:	BE-01	
Fungsi	:	Mengangkut produk dari centrifuge ke ball mill	
Tipe	:	<i>Horizontal</i>	
Kapasitas	:	32	ton/h
Lebar belt	:	14	inch

Luas penampang belt	:	0,11	ft ²
Kecepatan belt	:	100	ft/menit
Kecepatan belt aktual	:	4,399569	ft/menit
Panjang belt	:	30,48	m
Berat belt	:	21	lb/ft
Daya motor	:	0,5	HP

2) Belt conveyor-02

Nama	:	Belt conveyor-02
Kode	:	BE-02
Fungsi	:	Mengangkut produk dari ball mill ke screener
Tipe	:	<i>Horizontal</i>
Kapasitas	:	32 ton/h
Lebar belt	:	14 inch
Luas penampang belt	:	0,11 ft ²
Kecepatan belt	:	100 ft/menit
Kecepatan belt aktual	:	5,09329 ft/menit
Panjang belt	:	30,48 m
Berat belt	:	21 lb/ft
Daya motor	:	0,5 HP

g. Bucket elevator

Nama	:	Bucket Elevator-01
Kode	:	BC-01
Fungsi	:	Mengangkut produk GMS dari screener ke silo
Tipe	:	Centrifugal Discharge Spaced Buckets
Jenis bahan	:	Carbon steel
Kapasitas	:	2673,402 lb/jam
Kecepatan	:	225 ft/menit
Daya head speed	:	1,5 HP
Putaran head speed	:	43 r/menit
Jumlah	:	1 buah

h. Gudang penyimpanan

Nama	:	Gudang penyimpanan-01
Kode	:	G-01
Fungsi	:	Tempat menyimpan GMS untuk kebutuhan 30 hari
Bahan konstruksi	:	Beton
Kondisi penyimpanan		
Suhu	:	30 C
Tekanan	:	1 atm
Volume gudang	:	1964,47032 m ³
Luas lantai	:	327,41172 m
Panjang	:	20 m
Lebar	:	16,370586 m
Tinggi	:	6 m
Jumlah karung maksimum	:	54568,62 karung