APPENDIKS C
PERHITUNGAN SPESIFIKASI ALAT

1. Gudang CaO (F-111)

Fungsi : Menyimpan CaO selama 14 hari
Tipe : Bangunan Gudang
Bahan : Beton

Dasar Perhitungan :

- Suhu : 30 °C
- Tekanan : 1 atm
- Waktu tinggal : 14 hari
- Rate massa : 10212,918 kg/jam = 22519,483 lb /jam
  = 540467,60 lb/hari

  massa dalam 7 hari = 7566546,4 lb

- Seluruh bahan baku diperoleh dari supplier dalam kemasan karung tiap 25 kg
  25 kg = 55,125 lb
  - Dimensi karung 25 Kg
    - panjang (p) : 52 cm
    - lebar (l) : 45 cm
    - tinggi (t) : 15 cm
  - 1 pallet kayu dapat menampung 50 karung
  - Dimensi pallet plastik
    - panjang (p) : 130 cm
    - lebar (l) : 120 cm
    - tinggi (t) : 15 cm
- Jumlah karung dalam 14 hari = 137262 karung
- Jumlah palet dalam 14 hari = 2745 palet
- dimensi forkilift
  panjang : 3445 mm
  lebar : 1100 mm
  radius putar : 2140 mm
  panjang garpu : 1070 mm
  jarak aman : 500 mm

maka lebar gang : 3710 mm

- penyusunan bahan

  1 pallet menampung 50 karung

  1 layer pallet diisi 5 karung

  ketinggian bahan yang ditumpuk : 4×(tinggi pallet + tinggi 10 karung)

  : 4 × (15 + 10 × 15)

  : 720,00 cm

  1 baris bahan terdapat 2 kolom pallet

  1 kolom palet terdapat 4 tumpuk pallet dan bahan

  jika panjang 1 baris terdapat 12 pallet, maka terdapat :

  $$= \frac{2745}{4 \times 2 \times 12}$$

  = 29 baris

  dimensi 1 baris bahan

  panjang = 12 × (panjang pallet + jarak antar pallet)

  = 12 × (130 cm + 5 cm)

  = 1620 cm

  = 16,2 m

  lebar = 2 × (lebar pallet + jarak antar pallet)

  = 2 × (120 cm + 5 cm)

  = 250 cm

  = 2,5 m

  dimensi kantor

  panjang = 3 meter

  lebar = 2,5 meter

  dimensi gudang

  lebar = 2 × panjang 1 baris bahan + lebar gang

  = 2 × 16,2 + 3,71

  = 36,110 meter

  panjang = 15 × (lebar 1 baris bahan + lebar gang) + lebar kantor

  = 15 × (2,5 + 3,71) + 2,5

  = 95,650 meter

  tinggi = 120% × tinggi bahan ditumpuk

  = 864,000 cm

  = 8,640 meter

dikarenakan panjang gudang terlalu besar, maka gudang yang dibutuhkan 2 buah

Spesifikasi Alat

Nama Alat : Gudang CaO (F-111)

Fungsi : Menyimpan CaO selama 14 hari

Tipe : Bangunan Gudang
Bahan : Beton
Kapasitas : 7566546,4 lb
Panjang : 47,825 m
Lebar : 36,110 m
Tinggi : 8,640 m
Jumlah : 2 buah

2. Screw Conveyor (J-112)

Fungsi : Untuk mengangkut bahan CaO dari storage ke bucket elevator
Tipe : Horizontal screw conveyor

Komponen	Massa (kg/jam)	Densitas		xi	densitas campuran
		g/cm3	lb/ft3		
CaO	9671,6329	3,34	208,516	0,9470	197,465
SiO2	66,3840	2,648	165,315	0,0065	1,075
MgO	153,1938	3,6	224,748	0,0150	3,371
C	30,6388	2,2	137,346	0,0030	0,412
S	5,1065	2	124,86	0,0005	0,062
Al2O3	91,9163	3,99	249,096	0,0090	2,242
Fe2O3	91,9163	5,25	327,758	0,0090	2,950
P	102,1292	1,8	112,374	0,0100	1,124
Total	10212,918				208,700

Dasar pemilihan alat :

- Rate bahan masuk = 10212,918 kg/jam = 22515,629 lb /jam
  = 10,212918 ton/jam
- Densitas campuran = 208,700 lb/ft^3
- Faktor keamanan = 20%
- Kapasitas = 120% × 10212,918 = 12255,501 kg/jam
  = 27018,478 lb /jam
- Rate volumetrik = $\frac{\text{massa bahan}}{\rho \text{ produk}}$
  = $\frac{27018,48 \text{ lb/jam}}{208,700 \text{ lb/ft}^3}$
  = 129,461 ft^3/jam = 2,158 ft^3/menit

Berdasarkan Perry edisi 7, tabel 21-6 p 21-8 (1897), dipilih screw conveyor dengan spesifikasi sebagai berikut:

- Kapasitas = 15 ton / jam
- Diameter Flights = 10 in
- Diameter Pipa = 2,5 in

- Diameter Shaft = 2 in
- Kecepatan putar = 80 rpm
- Diameter feed masuk = 9 in
- Hanger center = 10 ft
- Panjang Screw = 30 ft = 9,144 m
- Diameter Screw = 0,3 m *(ulrich table 4.4 halaman 71)*

PERHITUNGAN :

a. Perhitungan power :

$$HP = \frac{C \times L \times W \times F}{33000}$$

Keterangan :

C = kapasitas screw conveyor
L = panjang
W = densitas bahan
F = faktor material (termasuk keras, c = 2,3)

$$HP = \frac{2,158 \times 30 \times 208,700 \times 2,3}{33000}$$

$$HP = \frac{31071,249}{33000}$$

$$= 0,942 \text{ Hp}$$

b. Effisiensi motor : 80%

$$\text{Effisiensi motor} = \frac{0,942}{80\%}$$

$$= 1,177$$

Diambil power = 2 Hp

Spesifikasi alat :

Nama alat	:	Screw Conveyor (J-112)
Fungsi	:	Untuk mengangkut bahan CaO dari storage ke bucket elevator
Tipe	:	Horizontal Screw Conveyor
Bahan Konstruksi	:	Carbon steel
Kapasitas	=	15 ton / jam
Diameter Flights	=	10 in
Diameter Pipa	=	2,5 in
Diameter Shaft	=	2 in
Kecepatan putar	=	80 rpm
Diameter feed masuk	=	9 in
Hanger center	=	10 ft

Panjang Screw = 30 ft = 9,144 m
Diameter Screw = 0,3 m

3. BUCKET ELEVATOR (J-113)

Fungsi : Mengangkut CaO dari screw conveyor (J-113) ke Bin CaO (F-115)
Tipe : Centrifugal-Discharge Bucket on Belt Elevator
Bahan : Carbon steel
Dasar perhitungan :

- Rate massa : 10212,92 kg/jam = 22515,398 lb /jam
- Densitas : 208,700 lb/ft^3
- Faktor keamanan : 20%
- Kapasitas = 120% × 10212,92 = 12255,501 kg/jam
  = 12,255501 ton/jam
  = 27452,322 lb/jam
- Rate Volumetrik = $\frac{\text{massa bahan}}{\rho \text{ produk}}$
  = $\frac{27452,322 \text{ lb/jam}}{208,700 \text{ lb/ft}^3}$
  = 131,539 ft^3/jam = 2,19232 ft^3/menit

PERHITUNGAN :

Berdasarkan Perry edisi 7, tabel 21-8, hal 21-15, dipilih bucket elevator dengan spesifikasi sebagai berikut :

- Kapasitas = 14 ton/jam
- Bucket speed = 225 ft/menit
- Ukuran Bucket = 6 × 4 × 4 1/4 in
- Bucket spacing = 12 in
- Tinggi Bucket Elevator = 20 m ullrich 85 tabel 4.4
- Size of lumps handle = $\frac{3}{4}$ in
- Head shaft = 43 rpm
- Hp required at Head Shaft = 1 Hp
- Lebar Belt = 7 in
- Diameter shaft
  Head = $1\frac{15}{16}$ inch = 5 cm
  Tail = $1\frac{11}{16}$ inch = 4 cm
- Diameter dari pully
  Head = 20 in = 50,8 cm
  Tail = 14 in = 35,6 cm

Menentukan daya motor

$$\text{Kecepatan Bucket} = \frac{\text{Kapasitas Bucket Elevator} \times \text{Kecepatan Putar}}{\text{Kapasitas Bucket Elevator Teori}}$$

$$= \frac{12{,}256 \text{ ton/jam} \times 225 \text{ ft/menit}}{14 \text{ ton/jam}}$$

$$= \frac{2757{,}488 \text{ ton/jam}}{14 \text{ ton/jam}}$$

$$= 196{,}963 \text{ ft/menit}$$

$$\text{Putaran head shaft} = \frac{12{,}256 \text{ ton/jam} \times 43 \text{ ft/menit}}{14 \text{ ton/jam}}$$

$$= \frac{526{,}987 \text{ ton/jam}}{14 \text{ ton/jam}}$$

$$= 37{,}642 \text{ ft/menit}$$

$$\text{Daya head shaft} = \frac{208{,}700 \text{ lb/ft}^3 \times 1 \text{ HP} + 0{,}02 \text{ HP}}{100 \qquad \text{lb/ft}^3}$$

$$= 2{,}107 \text{ Hp}$$

$$\text{Efisiensi motor} = 82\%$$

$$\text{Daya motor} = \frac{\text{Daya head shaft}}{\text{Efisiensi motor}}$$

$$= \frac{2{,}107}{82\%}$$

$$= 2{,}570 = 3 \text{ Hp}$$

Spesifikasi alat :

Nama alat	:	Bucket elevator (J-113)
Fungsi	:	Mengangkut CaO dari screw conveyor ke Bin CaO
Tipe	:	Centrifugal-Discharge Bucket on Belt Elevator
Bahan	:	Carbon steel
Kapasitas	=	14 ton/jam
Bucket speed	=	225 ft/menit
Ukuran Bucket	=	6 × 4 × 4,25
Bucket spacing	=	12 in
Tinggi Bucket Elevator	=	25 ft
Size of lumps handle	=	$\frac{3}{4}$ in
Head shaft	=	43 rpm
Hp required at Head Shaft	=	1 Hp
Lebar Belt	=	7 in

Diameter shaft
- Head = 5 cm
- Tail = 4 cm

Diameter dari pully
- Head = 50,8 cm
- Tail = 35,6 cm

Efisiensi motor = 80%
Daya Motor = 3 Hp
Jumlah = 1 buah

4. Screw Conveyor (J-114)

Fungsi : Mentransportasikan CaO dari Bucket Elevator (J-113) menuju Bin CaO(F-115)
Tipe : Horizontal Screw Conveyor
Bahan : Carbon steel

Komponen	Massa lb/jam	xi Massa	ρ lb/ft^3	xi*ρ
CaO	9671,6329	0,9470	208,5162	197,465
SiO2	66,3840	0,0065	165,3146	1,075
MgO	153,1938	0,0150	224,7480	3,371
C	30,6388	0,0030	137,3460	0,412
S	5,1065	0,0005	124,8600	0,062
Al2O3	91,9163	0,0090	249,0957	2,242
Fe2O3	91,9163	0,0090	327,7575	2,950
P	102,1292	0,0100	112,3740	1,124
Total	10212,9176	1,0000		**208,700**

Dasar pemilihan alat :

- Rate bahan masuk = 10212,918 kg/jam = 22515,629 lb /jam
  = 10,212918 ton/jam
- Densitas campuran = 208,700 lb/ft^3
- Faktor keamanan = 20%
- Kapasitas = 120% × 10212,918 = 12255,501 kg/jam
  = 27018,478 lb /jam
- Rate volumetrik = $\frac{\text{massa bahan}}{\rho \text{ produk}}$
  = $\frac{27018,48 \text{ lb/jam}}{208,700 \text{ lb/ft}^3}$
  = 129,461 ft^3/jam = 2,158 ft^3/menit

Berdasarkan Perry edisi 7, tabel 21-6 p 21-8 (1897), dipilih screw conveyor dengan spesifikasi sebagai berikut:

- Kapasitas = 15 ton / jam
- Diameter Flights = 10 in
- Diameter Pipa = 2,5 in
- Diameter Shaft = 2 in
- Kecepatan putar = 80 rpm
- Diameter feed masuk = 9 in
- Hanger center = 10 ft
- Panjang Screw = 20 ft = 6,096 m
- Diameter Screw = 0,3 m *(ulrich table 4.4 halaman 71)*

PERHITUNGAN :

a. Perhitungan power :

$$HP = \frac{C \times L \times W \times F}{33000}$$

Keterangan :

C = kapasitas screw conveyor
L = panjang
W = densitas bahan
F = faktor material (termasuk keras, c = 2,3)

$$HP = \frac{2,158 \times 20 \times 208,700 \times 2,3}{33000}$$

$$HP = \frac{20714,166}{33000}$$

$$= 0,628 \text{ Hp}$$

b. Effisiensi motor : 80%

$$\text{Effisiensi motor} = \frac{0,628}{80\%}$$

$$= 0,785$$

Diambil power = 1 Hp

Spesifikasi alat :

Nama alat	:	Screw Conveyor
Fungsi	:	Mengangkut CaO dari Bucket elevator menuju Bin CaO
Tipe	:	Horizontal Screw Conveyor
Bahan Konstruksi	:	Carbon steel
Kapasitas	=	15 ton / jam
Diameter Flights	=	10 in

Diameter Pipa	=	2,5	in			
Diameter Shaft	=	2	in			
Kecepatan putar	=	80	rpm			
Diameter feed masuk	=	9	in			
Hanger center	=	10	ft			
Panjang Screw	=	20	ft	=	6,096	m
Diameter Screw	=	0,3	m			
Daya	:	1	Hp			
Jumlah	:	1	buah			

5. BIN CaO (F-115)

Fungsi : Menampung CaO sebelum masuk ke reaktor (R-110)

Tipe : Tangki silinder dengan tutup bawah conical 60°

Dasar Perhitungan :

- Suhu : 30 °C
- Rate massa masuk : 10212,918 kg/jam = 22515,398 lb/jam
- Densitas : 208,700 lb/ft3
- Waktu tinggal : 60 menit = 1 jam
- Bahan Konstruksi : Carbon steel SA 240 Grade M Type 316
- Pengelasan : Double welded butt joint, E = 0,8
- Faktor korosi : 1/16
- Allowable stress : 18750

Perhitungan :

a. Menentukan Volume

Massa Bahan Masuk = 22515,398 lb/jam × 1 jam

= 22515,398 lb/jam

Volume bahan = $\frac{\text{massa}}{\rho}$

= $\frac{22515,398 \text{ lb/jam}}{208,700 \text{ lb/ft3}}$

= 107,884 ft^3

Volume bahan pengisi = 80% dari volume tangki, maka

Volume tangki = $\frac{\text{Volume bahan}}{\% \text{ volume isi}}$

= $\frac{107,884}{80\%}$

= 134,855 ft^3

b. Menentukan Diameter

Asumsi :

Ls = 1,5 di

V tangki = V silinder + V conical

$$134{,}855 = \frac{(\pi \times di^2 \times Ls)}{4} + \frac{\pi\, di^3}{24 \text{ tg } 1/2\ \alpha}$$

$134{,}855 = 1{,}178\ di^3 + 0{,}2266\ di^3$

$134{,}855 = 1{,}404\ di^3$

$di^3 = 96{,}043$

di = 4,580 ft

= 54,954 in

c. Mencari ts (tebal silinder) :

V bahan = V silinder + V conical

$$107{,}884 = \frac{(\pi \times di^2 \times Ls)}{4} + \frac{\pi\, di^3}{24 \text{ tg } 1/2\ \alpha}$$

$107{,}884 = 16{,}463\ Lls + 21{,}764$

$86{,}120 = 16{,}46\ Lls$

Lls = 5,2310 ft

= 62,773 inch

d. Menghitung tebal silinder

$$P_{\text{hidrostatik}} = \frac{\rho\,(H-1)}{144}$$

$$= \frac{208{,}700}{144} \times (5{,}2310 - 1)$$

$= 1{,}4493 \times 4{,}2310$

= 6,1321 psia

Pi = P atm + P hidrostasik

= 14,696 + 6,132

= 20,828 psia

= 6,128 psig

tebal silinder (Ts) $= \frac{Pi \,.\, Di}{2(f.E - 0{,}6\ Pi)} + C$

$$= \frac{6{,}128 \times 54{,}9545}{2\times[(18750 \times 0{,}8) - (0{,}6 \times 6{,}13)]} + \frac{1}{16}$$

$= 0{,}01123 + \frac{1}{16}$

$$= \frac{0{,}17965}{16} + \frac{1}{16}$$

$$= \frac{1{,}18}{16}$$

$$ts = \frac{3}{16}$$

Standarisasi do

$$do = di + 2\,ts$$

$$= 54{,}9545 + \left(2 * \frac{3}{16}\right)$$

$$= 55{,}3295 \text{ in}$$

Standarisasi dengan Tabel 5.7, Brownell and Young, hal 90

do = 60

icr = 3 5/8

r = 60

$$ts = \frac{3}{16}$$

maka:

$$\text{di baru} = do - ts$$

$$= 60 - \left(2 * \frac{3}{16}\right)$$

$$= 59{,}625 \text{ in}$$

$$= 4{,}969 \text{ ft}$$

Cek hubungan Ls dengan di :

$$V_{tangki} = V_{silinder} + V_{Conical}$$

$$134{,}855 = \left(\frac{\pi}{4} \times di^2 \times Ls\right) + \frac{\pi\, di^3}{24 \text{ tg } 1/2\ \alpha}$$

$$134{,}855 = \left(\frac{3{,}14}{4} \times 4{,}969^{\,2} \times Ls\right) + \frac{\pi \times 122{,}671}{24 \text{ tg } 1/2\ \alpha}$$

$$134{,}855 = 19{,}380\ Ls + 27{,}7984$$

$$107{,}056 = 19{,}380\ Ls$$

$$Ls = 5{,}5239 \text{ ft}$$

$$Ls = \frac{5{,}5239}{4{,}9688} = 1{,}1117 < 1{,}5 \text{ (memenuhi)}$$

E. Menghitung Ls (tinggi silinder)

$V_{total} = V_{tutup\ bawah} + V_{silinder} + V_{tutup\ atas}$

$134{,}855 = \frac{\pi\ di^3}{24\ tg\ 1/2\ \alpha} + \left(\frac{\pi}{4} \times di^2 \times Ls\right) + 0{,}0847\ di^3$

$134{,}855 = \frac{3{,}14 \times 122{,}671}{24\ tg\ 60\ \alpha} + \frac{3{,}14}{4} \times 24{,}7 \times Ls + 0{,}08 \times 123$

$134{,}855 = 9{,}266 + 19{,}3805\ Ls + 10{,}390$

$115{,}198 = 19{,}380\ Ls$

$Ls = 5{,}944$ ft

$= 71{,}329$ inch

$Ls/D = 1{,}196$

f. Menghitung tutup bawah silinder

$thb = \frac{Pi \cdot Di}{2 \cos 1/2\ \alpha\ (fE - 0{,}6\ Pi)} + C$

$= \frac{6{,}128 \times 59{,}625}{2 \times \cos 1/2\ \alpha\ [(18750 \times 0{,}8) - (0{,}6 \times 6{,}13)]} + \frac{1}{16}$

$= 0{,}01407 + \frac{1}{16}$

$= \frac{0{,}22507}{16} + \frac{1}{16}$

$= \frac{1{,}22507}{16} = \frac{3}{16}$

Tinggi tutup bawah (hb)

$hb = \frac{1/2\ di}{tg\ 1/2\ \alpha}$

$= \frac{0{,}5 \times 59{,}625}{tg\ 30}$

$= 51{,}6368$ in

g. Menghitung tinggi bin

Tinggi storage (H) = tinggi silinder + tinggi tutup bawah

= 71,329 + 51,636765

= 122,965 in

= 10,2471 ft

Spesifikasi alat :

Nama alat	: Bin CaO (F-115)
Fungsi	: Menampung CaO sebelum masuk ke reaktor (R-110
Tipe	: Tangki silinder dengan tutup bawah conical 60°
Bahan konstruksi	: Carbon steel SA 240 Grade M Type 316

Volume tangki	:	134,855	ft^3
Diameter dalam (di)	:	59,625	in
Diameter luar (do)	:	60	in
Tebal silinder (ts)	:	3/16	in
Tinggi silinder (Ls)	:	66,2872	in
Tebal tutup bawah (thb)	:	3/16	in
Tinggi tutup bawah (hb)	:	51,6368	in
Tinggi hopper	:	122,965	in

6. HEATER AIR PROSES (E-116)

Fungsi : Menaikkan suhu air proses (H_2O) sebelum masuk ke reaktor

Tipe : Double pipe heat exchanger

Direncanakan :

- Faktor kekotoran (Rd) gabungan minimum	=	0,003	jam ft2 F/Btu
- Δp maksimum aliran steam	=	10	psi
- Δp maksimum aliran	=	10	psi
- Digunakan pipa ukuran 1¼ in OD, BWG 16, L	=	12	ft PT = 1 in
- Pipa	=	H_2O	
- Anulus	=	Steam	

Dasar perencanaan :

Dari App B didapatkan data sebagai berikut :

- Massa H2O masuk	=	6215,5073	kg/jam			
	=	13705,194	lb/jam			
- Suhu H2O masuk (t1)	=	30	C	=	86	F
		90	C	=	194	F
- Kebutuhan steam (m)	=	759,18319	kg/jam			
	=	1673,9989	lb/jam			
- Panas yang dibawa steam	=	394388,38	kkal/jam			
	=	1565721,9	btu/jam			
- Suhu steam (T1)	=	130	C	=	266	F
- Suhu steam kondensat (T2)	=	130	C	=	266	F

Perhitungan :

a. Menghitung ΔT LMTD

Δt_1 = T1 = 266 F - 194 F = 72 F

Δt_2 = T2 = 266 F - 86 F = 180 F

$$\Delta T \text{ LMTD} = \frac{\Delta t_2 - \Delta t_1}{\ln \Delta t_2/\Delta t_1}$$

$$= \frac{180 - 72}{\ln(180 / 72)}$$

$$= 117{,}867 \text{ F}$$

b. Menghitung suhu kalorik

$$Tc = \frac{T_1+T_2}{2} = \frac{266 + 266}{2} = 266 \text{ F}$$

$$tc = \frac{t_1+t_2}{2} = \frac{86 + 194}{2} = 140 \text{ F}$$

$$UD = 200$$

$$A = \frac{Q}{UD \cdot \Delta t}$$

$$= \frac{1565721{,}8619}{200 \times 117{,}8665}$$

$$= 66{,}4193 \text{ ft}^2$$

c. Trial ukuran DPHE

dicoba ukuran = 2 1/2" × 1 1/4" IPS sch.40

Bagian anulus (Kern, tabel 6.2 hal 110)

a an = 2,63 in^2 = 0,0183 ft^2

de = 2,02 in = 0,1683 ft

de' = 0,81 in = 0,0675 ft

Bagian Pipa (Kern, tabel 11 hal 844)

a p = 1,5 in^2 = 0,0104 ft^2

di = 1,38 in = 0,1150 ft

do = 1,66 in = 0,1383 ft

a" = 0,44 ft^2/ft

Hot Fluid, Anulus, Steam	Cold Fluid, Inner pipe, H2O
1. Menghitung Nre, anulus	1. Menghitung Nre, pipa
$Gan = \frac{m}{a\ an}$	$Gp = \frac{m}{ap}$
$= \frac{1673{,}9989 \text{ lb/jam}}{0{,}0183 \text{ ft}^2}$	$= \frac{13705{,}2 \text{ lb/jam}}{0{,}0104 \text{ ft}^2}$
= 91656,215 lb/jam ft^2	= 1315698,592 lb/jam ft^2
μ steam (Tc = 266°F) kern fig.15	μ H2O (Tc = 140°F) kern fig.14
= 0,0130 cp	= 0,4900 cp
= 0,0315 lb/hr.ft^2	= 1,1858 lb/hr.ft^2

$$NRe_{an} = \frac{G\,an \times de}{\mu \times 2}$$

$$= \frac{91656{,}2 \times 0{,}1683}{0{,}0315 \times 2}$$

$$= 202655$$

2. Menghitung faktor panas (jH)
   jH = - steam

3. Menghitung harga koefisien film perpindahan panas untuk steam didapatkan :
   h0 = 1500

$$N\,Re_p = \frac{Gp \times di}{\mu \times 2{,}42}$$

$$= \frac{1315699 \times 0{,}1150}{1{,}1858 \times 2{,}42}$$

$$= 52726{,}317$$

2. Menghitung faktor panas (jH)
   jH = 170 fig.24 "Kern", hal.834

3. Menghitung harga koefisien film perpindahan panas untuk steam didapatkan :
   Cp = 1 Btu/lb F fig 2 hal 804
   k = 0,381

interpolasi tabel hal 800

$$\frac{[Cp.\mu]}{K}^{1/3} = \frac{[\ 1 \times 1{,}19\ ]^{1/3}}{0{,}381}$$

$$= 1{,}4600$$

$$hi = \frac{jH \times k \times [\,Cp.\,\mu\,]^{1/3} \times [\,\mu\,]^{0{,}14}}{De \times K \times \mu w}$$

$$= \frac{170 \times 0{,}38 \times 1{,}46 \times 1}{0{,}1683}$$

$$= 561{,}78$$

$$hio = hi \times \frac{ID}{OD}$$

$$= 561{,}78 \times \frac{0{,}1150}{0{,}1383}$$

$$= 467{,}022$$

d. Menghitung clean overall coefficient (UC)

$$Uc = \frac{hio \times ho}{hio + ho}$$

$$= \frac{467{,}0216 \times 1500}{467{,}0216 + 1500}$$

$$= 356{,}1386$$

e. Menghitung design overall coefficiet (UD)

$$\frac{1}{UD} = \frac{1}{UC} + Rd$$

$$\frac{1}{UD} = \frac{1}{356,1386} + 0,003$$

$$\frac{1}{UD} = 0,0058$$

$$UD = 172,1794$$

f. Menghitung luas permukaan (A) yang diperlukan

$$A = \frac{Q}{UD \times \Delta t\ LMTD}$$

$$= \frac{1565721,862}{172,179 \times 117,867}$$

$$= 77,1512\ ft^2$$

$$L = \frac{A}{a''}$$

$$= \frac{77,1512}{0,435}$$

$$= 177,3592\ ft$$

g. Menghitung dirt factor (Rd) yang terpakai

$$Rd = \frac{Uc - Ud}{Uc \times Ud}$$

$$= \frac{356,139 - 172,179}{356,139 \times 172,179}$$

$$= 0,003\ \text{jam ft}^2\text{ F/btu}$$

h. Mencari panjang ekonomi

L(ft)	n	n_{pakai}	L_{Baru}	A_{baru}	UD_{baru}	Rd_{baru}	$Rd_{over\ desain}$
12	7,39	8	192	83,5	159	0,00348	0,15981
15	5,91	6	180	78,3	170	0,00309	0,02883
20	4,43	5	200	87	153	0,00374	0,24714

Jadi, diambil over desain yang terkecil

L = 15 ft dan n = 6 buah

Evaluasi Delta P	
Hot Fluid, Anulus, Steam	Hot Fluid, Anulus, Steam
1. Pada NRe_{an} = 202655	1. Pada Nre p = 52726,317
$f = 0,0035 + \frac{0,264}{Nre^{0,42}}$	$f = 0,0035 + \frac{0,264}{Nre^{0,42}}$

$= 0{,}0035 + \frac{0{,}264}{169{,}371}$	$= 0{,}0035 + \frac{0{,}264}{96{,}2169}$
$= 0{,}0051$	$= 0{,}0062$
2. specific vol $= 10{,}7\ ft^3/lb$	2. $\rho = 62{,}5$
$\rho_{steam} = \frac{1}{sv} \times 62{,}5$	$\Delta F_p = \frac{4 . f . Gan^2 . L}{2 . g . \rho^2 . D} \times \frac{\rho}{144}$
$= \frac{1}{10{,}7} \times 62{,}5$	$= \frac{7{,}782E+12}{4{,}517E+11} \times \frac{62{,}5}{144}$
$= 5{,}82761$ 0,09324 0,00149	$= 7{,}477$ ft
$\rho = 36{,}71$	$\Delta P_p = \frac{\Delta F_p \times \rho}{144}$
$\Delta Fa = \frac{4 . f . Gan^2 . L}{2 . g . \rho 2 . De'} \times \frac{\rho}{144}$	$= \frac{7{,}47685 \times 62{,}5}{144}$
$= \frac{3{,}1E+10}{7{,}6E+10} \times \frac{5{,}82761}{144}$	$= 3{,}2451605 < 10$ memenuhi
$= 0{,}01628$ ft	
3. $V = \frac{G_{an}}{3600 \times \rho}$	
$= \frac{91656{,}2}{20979{,}4}$	
$= 4{,}36886$	
$\Delta Fl = n \times \frac{V^2}{2g'}$	
$= 6 \times \frac{19{,}087}{2 \times 32{,}2}$	
$= 1{,}77829$	
$\Delta Pa = \frac{(\Delta Fa + \Delta Fl) \times \rho}{144}$	
$= 0{,}4575 < 10$ memenuhi	

Spesifikasi alat :

Nama alat	:	Heater Air Proses
Fungsi	:	Menaikkan suhu air proses (H2O) sebelum masuk ke reaktor
Tipe	:	Double pipe heat exchanger
Bahan konstruksi	:	Carbon steel
Media pemanas	:	Steam 130 ^oC
Kapasitas	:	6215,51 kg/jam

Rate steam : 759,183 kg/jam
Ukuran : 2 1/2" × 1 1/4" IPS sch.40
Dimensi : Bagian anulus Bagian pipa
a_{an} = 2,63 in^2 a_p = 1,5 in^2
de = 2,02 in di = 1,4 in
de' = 0,81 in do = 1,7 in
a" = 0,4 ft^2/ft
Jumlah hair pin : 6 buah
Jumlah : 1 buah

7. Spesifikasi Alat Reaktor Dikerjakan Muhammad Amrizal Arif (2214911)

8. Screw Conveyor (J-117)

Fungsi : Mengalirkan Slurry dari reaktor(R-110) ke bin (F-118)
Tipe : Horizontal Screw Conveyor
Bahan : Carbon steel

Komponen	Massa lb/jam	xi Massa	ρ lb/ft^3	xi*ρ
CaO	386,8653	0,0235	208,5162	4,910
SiO2	66,3840	0,0040	165,3146	0,668
MgO	153,1938	0,0093	224,7480	2,096
C	30,6388	0,0019	137,3460	0,256
S	5,1065	0,0003	124,8600	0,039
Al2O3	91,9163	0,0056	249,0957	1,394
Fe2O3	91,9163	0,0056	327,7575	1,834
P	102,1292	0,0062	112,3740	0,699
Ca(OH)2	12268,211	0,7468	138,0327	103,078
H2O	3232,0638	0,1967	62,4300	12,282
Total	**16428,425**	1,0000	**1750,475**	**127,256**

Dasar pemilihan alat :

- Rate bahan masuk = 16428,425 kg/jam = 36218,477 lb /jam
  = 16,428425 ton/jam
- Densitas campuran = 127,256 lb/ft^3
- Faktor keamanan = 20%
- Kapasitas = 120% × 16428,425 = 19714,11 kg/jam
  = 43461,727 lb /jam
- Rate volumetrik = $\frac{\text{massa bahan}}{\rho \text{ produk}}$
  = $\frac{43461,73 \text{ lb/jam}}{127,256 \text{ lb/ft}^3}$
  = 341,531 ft^3/jam = 5,692 ft^3/menit

Berdasarkan Perry edisi 7, tabel 21-6 p 21-8 (1897), dipilih screw conveyor dengan spesifikasi sebagai berikut:

- Kapasitas = 20 ton / jam
- Diameter Flights = 12 in
- Diameter Pipa = 2,5 in
- Diameter Shaft = 2 in
- Kecepatan putar = 60 rpm
- Diameter feed masuk = 10 in
- Hanger center = 12 ft
- Panjang Screw = 36 ft = 10,972 m
- Diameter Screw = 0,3 m *(ulrich table 4.4 halaman 71)*

PERHITUNGAN :

a. Perhitungan power :

$$HP = \frac{C \times L \times W \times F}{33000}$$

Keterangan :

C = kapasitas screw conveyor
L = panjang
W = densitas bahan
F = faktor material (termasuk keras, c = 1,8)

$$HP = \frac{5,692 \times 36 \times 127,256 \times 1,8}{33000}$$

$$HP = \frac{46938,665}{33000}$$

$$= 1,422 \text{ Hp}$$

b. Effisiensi motor : 80%

$$\text{Effisiensi motor} = \frac{1,422}{80\%}$$

$$= 1,778$$

Diambil power = 2 Hp

Spesifikasi alat :

Nama alat : Screw Conveyor (J-116)
Fungsi : Untuk mengangkut produk Ca(OH)2 dari reaktor ke Bin CaOH(2)
Tipe : Horizontal Screw Conveyor
Bahan Konstruksi : Carbon steel
Kapasitas = 20 ton / jam
Diameter Flights = 12 in
Diameter Pipa = 2,5 in

Diameter Shaft	=	2	in			
Kecepatan putar	=	60	rpm			
Diameter feed masuk	=	10	in			
Hanger center	=	12	ft			
Panjang Screw	=	36	ft	=	10,972	m
Diameter Screw	=	0,3	m			

9. Bin Slurry Ca(OH)2 (F-118)

Fungsi : Menampung Ca(OH)2 sebelum masuk ke Rotary Dryer (B-120)

Tipe : Tangki silinder dengan tutup bawah conical (60°) dan tutup bagian atas flat (dasar)

Dasar perhitungan:

- Suhu : 90 °C
- Rate massa masuk : 16428,425 kg/jam = 36218,1055 lb/jam
- Densitas : 2,04 gr/cm^3 = 127,2556 lb/ft^3
- Waktu tinggal : 1 jam
- Bahan konstruksi : Stainless steel SA 240 Grade M Type 316
- Pengelasan : Double welded butt joint, E = 0,8
- Faktor korosi : 1/16
- Allowable stress : 18750

Perhitungan :

a. Menentukan Volume

Massa bahan masuk = 36218,106 lb/jam × 1 jam

= 36218,106 lb

$$\text{Volume bahan} = \frac{\text{massa}}{\rho} = \frac{36218,106}{127,2556} = 284,6092 \ ft^3$$

Volume bahan pengisi adalah 80% dari volume tangki, maka:

$$\text{Volume tangki} = \frac{\text{volume bahan}}{\%\ \text{volume isi}} = \frac{284,6092}{80\%} = 355,7614 \ ft^3$$

b. Menentukan Diameter

Diketahui : $Ls = 1,5\ di$

$$V_{tangki} = V_{silinder} + V_{conical}$$

$$355,7614 = \left(\frac{\pi}{4} \times di^2 \times Ls\right) + \frac{\pi\, di^3}{24\ tg\ ½\ \alpha}$$

$$355,7614 = \left(\frac{\pi}{4} \times di^2 \times 1,5\ di\right) + \frac{\pi\, di^3}{24\ tg\ 30}$$

$$355{,}7614 = 1{,}1775\ di^3 + 0{,}2266\ di^3$$
$$355{,}7614 = 1{,}4041\ di^3$$
$$di^3 = 253{,}3750$$
$$di = 6{,}3278\ ft$$
$$= 75{,}9339\ in$$

c. Menentukan tinggi tangki yang terisi bahan

$$V_{tangki} = V_{silinder} + V_{conical}$$
$$355{,}7614 = \left(\frac{\pi}{4} \times di^2 \times H\right) + \frac{\pi\, di^3}{24\ tg\ ½\ \alpha}$$
$$355{,}7614 = \left(\frac{\pi}{4} \times 6{,}3278^{\,2} \times H\right) + \frac{\pi\,(6{,}3278)^3}{24\ tg\ 30}$$
$$355{,}7614 = 31{,}4325\ H + 57{,}4124$$
$$31{,}4325\ H = 298{,}3491$$
$$H = 9{,}4917\ ft$$

d. Menghitung tebal silinder

$$P_{hidrostatik} = \frac{\rho\,(H\text{-}1)}{144}$$ *(Brownell dan Young pers. 3.17 Hal 46)*
$$= \frac{127{,}2556 \times (9{,}4917 - 1)}{144}$$
$$= 7{,}5043\ psia$$
$$Pi = P_{atm} + P_{hidrostatik}$$
$$= 14{,}6959 + 7{,}5043$$
$$= 22{,}2002\ psia$$
$$= 7{,}5002\ psig$$

$$\text{tebal silinder (ts)} = \frac{Pi.di}{2(f.E - 0{,}6Pi)} + C$$
$$= \frac{7{,}5002 \times 75{,}9339}{2 \times [(18750 \times 0{,}8) - (0{,}6 \times 7{,}5002)]} + \frac{1}{16}$$
$$= 0{,}0190 + \frac{1}{16}$$
$$= \frac{1{,}3038}{16}$$
$$\approx \frac{3}{16}$$

Standarisasi do

$do = di + 2\ ts$

$= 75{,}9339 + (2 \times \frac{3}{16})$

$= 76{,}3089$ in

Standarisasi dengan Tabel 5.7, Brownell and Young, hal 89

do = 78

icr = 4 3/4

r = 78

ts = 5/16

maka :

$di_{baru} = do - ts$

$= 78 - (2 \times \frac{5}{16})$

$= 77{,}3750$ in

$= 6{,}4479$ ft

Cek hubungan Ls dengan di:

$\text{Volume tangki} = (\frac{\pi}{4} \times di^2 \times Ls) + \frac{\pi\ di^3}{24\ tg\ ½\ \alpha}$

$355{,}7614 = (\frac{\pi}{4} \times 6{,}4479^{\ 2} \times Ls) + \frac{\pi \times 6{,}4479^{\ 3}}{24\ tg\ 30}$

$355{,}7614 = 32{,}6369\ Ls + 60{,}7435$

$32{,}6369\ Ls = 295{,}0179$

$Ls = 9{,}0394$ ft

$\frac{Ls}{di} = \frac{9{,}0394}{6{,}4479} = 1{,}4019 < 1{,}5$ (memenuhi)

e. Menghitung tinggi silinder

Tinggi silinder (Ls) = 1,5 di

= 1,5 × 77,3750

= 116,063 in

= 9,6719 ft

f. Menghitung tutup bawah silinder

$thb = \frac{Pi.di}{2 \cos ½\ \alpha\ (fE - 0{,}6Pi)} + C$

$= \frac{7{,}5002 \times 77{,}3750}{2 \times \cos 30 \times [(18750 \times 0{,}8) - (0{,}6 \times 7{,}50)]} + \frac{1}{16}$

$$= 0{,}0223 + \frac{1}{16}$$

$$= \frac{1{,}3575}{16} \approx \frac{3}{16}$$

Tinggi tutup bawah (hb) $= \dfrac{\frac{1}{2}\ di}{tg\ \frac{1}{2}\ \alpha}$

$$= \frac{\frac{1}{2} \times 77{,}3750}{tg\ 30}$$

$$= 67{,}0029 \text{ in}$$

g. Menghitung tinggi storage

Tinggi storage (H) = tinggi silinder + tinggi tutup bawah
= 116,063 + 67,0029
= 183,0654 in
= 15,2555 ft

Spesifikasi alat :

Nama alat	:	Bin Ca(OH)2 (F-118)
Fungsi	:	Menampung cake Ca(OH)2 sebelum masuk ke Rotary Dryer (B-120)
Type	:	Tangki silinder dengan tutup bawah berbentuk conical (60°) dan tutup bagian atas flat (dasar)
Bahan konstruksi	:	Stainless steel SA 240 Grade M Type 316
Volume tangki	:	355,7614 ft^3
Diameter dalam (di)	:	77,3750 in
Diameter luar (do)	:	78 in
Tebal silinder (ts)	:	5/16 in
Tinggi silinder (Ls)	:	116,0625 in
Tebal tutup bawah (thb)	:	3/16 in
Tinggi tutup bawah (hb)	:	67,0029 in
Tinggi silo (H)	:	183,0654 in

10. Filter Udara (H-121)

Fungsi : Menyaring debu yang tersuspensi dalam udara proses
Tipe : *Dry Filter*

Dasar perhitungan:

Udara yang dibutuhkan = 7760,1595 kg/jam = 17108,048 lb/jam
Suhu udara masuk = 30 °C = 86 °F
ρ udara pada 30 ºC = 0,0729 lb/ft^3

(Geankoplis, App. 3-3, page 866)

Perhitungan:

$$\text{Rate volume udara} = \frac{\text{Udara yang dibutuhkan}}{\rho \text{ udara pada } 30\ ^oC}$$

$$= \frac{17108{,}0476}{0{,}0729}$$

$$= 234704{,}0497 \ \text{ft}^3/\text{jam}$$

$$= 3911{,}734161 \ \text{ft}^3/\text{menit}$$

Kadar debu dalam udara pada lingkungan industri (0,1 – 2 gram / 1000 ft^3)

(Perry's 7th ed, tabel 17-8, hal 17-48)

$$\text{Kadar debu dalam udara panas} = \frac{1 \ \text{gram}}{1000 \ \text{ft}^3} \times \text{rate volume udara}$$

$$= \frac{1 \ \text{gram}}{1000 \ \text{ft}^3} \times 3911{,}734161$$

$$= 3{,}9117 \ \text{gram/menit}$$

Ukuran *dry filter* = 24 × 24 inch

Kapasitas 1 filter = 1000 ft^3/menit *(Perry's 7th ed, tabel 17-9, hal 17-50)*

$$\text{Jumlah filter yang dibutuhkan (N)} = \frac{\text{Rate volume udara}}{\text{Kapasitas 1 filter}}$$

$$= \frac{3911{,}7342 \ \text{ft}^3/\text{menit}}{1000 \ \text{ft}^3/\text{menit}}$$

$$= 3{,}9117 = 4 \ \text{buah}$$

Spesifikasi Peralatan:

Nama	:	Filter Udara (H-121)
Fungsi	:	Menyaring debu tersuspensi dalam udara proses
Tipe	:	*Dry Filter*
Bahan Konstruksi	:	*Carbon Steel*
Kapasitas	:	1000 ft^3/menit
Rate Volume Udara	:	3911,7342 ft^3/menit
Ukuran	:	24 × 24 inch
Jumlah	:	4 buah

11. Blower (G-122)

Fungsi : Menghembuskan udara menuju Heater Udara (E-123)

Tipe : *Centrifugal Blower*

Dasar perhitungan:

- Rate udara = 7760,1595 kg/jam = 17108,0476 lb/jam
- Suhu udara masuk = 30 °C = 86 °F
- ρ udara pada 30 ºC = 0,0729 lb/ft^3 *(Geankoplis, App. 3-3, hal 866)*
- Rate volume udara (Q) $= \frac{\text{Rate udara}}{\rho \text{ udara}}$

$= \frac{17108,0476}{0,0729}$

$= 234704,050 \ ft^3/jam$

$= 3911,7342 \ ft^3/menit$

Perhitungan:

Hp = 1,57 × 1,0E-03 QP *(Perry's 7th ed, hal 10-46)*

Maka :

Hp = 1,57 × 1,0E-03 (3911,734 × 1)

= 6,1414 Hp

η motor = 85 % *(Peters and Timmerhaus, fig. 14-38, hal. 521)*

Sehingga:

Daya motor $= \frac{\text{power blower}}{\eta \text{ motor}} = \frac{6,1414}{85\%} = 7,2252 \approx 8$ Hp

Spesifikasi Peralatan:

Nama	:	Blower (G-126)
Fungsi	:	Menghembuskan udara menuju Heater Udara (E-127)
Tipe	:	*Centrifugal Blower*
Kapasitas	:	7760,159 kg/jam
Power motor	:	8 Hp
Bahan	:	*Carbon steel*
Jumlah	:	1 buah

12. Heater Udara (E-123)

Fungsi : Untuk memanaskan udara sebelum masuk Rotary Dryer (B-120)

Tipe : *Shell and Tube*

Direncanakan:

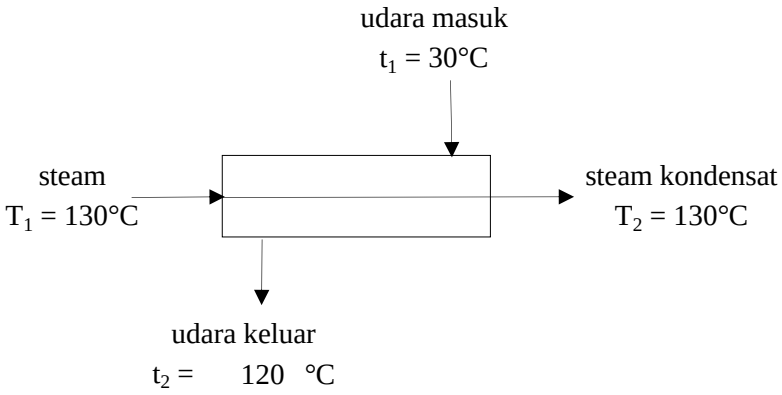
- Faktor kekotoran (Rd) gabungan minimum = 0,003 jam ft^2 °F/Btu
- Δp maksimum aliran steam = 10 psi
- Δp maksimum aliran = 10 psi

- Digunakan pipa ukuran 3/4 in OD, BWG 16, L = 12 ft, P_T = 1 in
- Pipa = Udara
- Anulus = Steam

Dasar perencanaan:

Dari App B didapatkan data sebagai berikut :

- Massa udara masuk = 7760,1595 kg/jam
  = 17108,0476 lb/jam
- Suhu udara masuk (t_1) = 30 °C = 86 °F
- Suhu udara keluar (t_2) = 120 °C = 248 °F
- Kebutuhan steam (m) = 342,3739 kg/jam
  = 754,7976 lb/jam
- Panas yang dibawa steam = 177859,9802 kkal/jam
  = 705804,7756 btu/jam
- Suhu steam (T_1) = 130 °C = 266 °F
- Suhu steam kondensat (T_2) = 130 °C = 266 °F



Perhitungan :

a. Menghitung ΔT_{LMTD}

Δt_1 = $T_1 - t_2$ = 266 °F - 248 °F = 18 °F

Δt_2 = $T_2 - t_1$ = 266 °F - 86 °F = 180 °F

$$\Delta T_{LMTD} = \frac{\Delta t_1 - \Delta t_2}{\ln \Delta t_1/\Delta t_2}$$ *(Kern, pers.5.14, hal.89)*

$$= \frac{18 - 180}{\ln(18 / 180)}$$

= 70,3557 °F

b. Menghitung suhu kalorik

$$Tc = \frac{T_1 + T_2}{2} = \frac{266 + 266}{2} = 266 \text{ °F}$$

$$tc = \frac{t_1 + t_2}{2} = \frac{86 + 248}{2} = 167\ ^oF$$

UD = 50

$$A = \frac{Q}{UD \cdot \Delta t}$$

$$= \frac{705804,776}{50 \times 70,356}\ btu/jam$$

$$= 200,639\ ft^2$$

Luas perpindahan panas lebih dari $120ft^2$, maka digunakan shell and tube

Dipilih pipa ukuran (kern tabel 10)

ao = 0,2618 ft^2/ft

L = 16,0000 ft

Menghitung jumlah pipa dan diameter shell

$$Nt = \frac{A}{L \times a}$$

$$= \frac{200,6390}{16 \times 0,2618}$$

$$= 47,8989$$

Dari tabel 9 hal 841 - 842

Shell			Tube			
ID	= 12	in	No of tube, Length	= 48	,	16
B	= 5	in	OD, BWG, pitch	= 1	, 16	, 1 1/4
pass	= 1		pass	= 1		

kern 843

Mengoreksi harga UD

A baru = Nt × L × a

= 48 × 16 × 0,26

= 201,062

$$UD\ baru = \frac{Q}{A \cdot \Delta t}$$

$$= \frac{705804,776}{201,062 \times 70,4}$$

= 49,894699

Evaluasi Perpindahan Panas	
Cold fluid, Shell, Udara	Hot fluid, Tube, Steam
1. Menghitung luas area $as = \frac{ID \times C' \times B}{144 \times PT}$ $= \frac{12 \times 0{,}25 \times 5}{144 \times 1\ 1/4}$ $= 0{,}08$	1. Menghitung luas area $at = \frac{Nt \times a't}{144\ n}$ $= \frac{48 \times 0{,}59}{144 \times 1}$ $= 0{,}2$
2. Menghitung N_{Re} shell $G_s = \frac{m}{a_s}$ $= \frac{17108{,}048 \text{ lb/jam}}{0{,}0833 \text{ ft}^2}$ $= 205296{,}5711 \text{ lb/jamft}^2$ μ udara (tc = 167°F) $= 0{,}021$ cp *(Kern, Fig. 15 hal 825)* $Nre_s = \frac{G_{an} \times de}{\mu \times 2{,}42}$ $= \frac{205296{,}571 \times 0{,}08}{0{,}0210 \times 2{,}42}$ $= 333273{,}6543$	2. Menghitung N_{Re} pipa $G_t = \frac{m}{a_t}$ $= \frac{754{,}798 \text{ lb/jam}}{0{,}1980 \text{ ft}^2}$ $= 3812{,}1091 \text{ lb/jam ft}^2$ μ steam (Tc = 266°F) $= 0{,}014$ $= 0{,}0339$ $Nre_t = \frac{G_p \times di}{\mu \times 2{,}42}$ $= \frac{3812{,}1091 \times 0{,}07}{0{,}0339 \times 2{,}42}$ $= 3370{,}889879$
3. Menghitung faktor panas (J_H) Kern, fig. 28 hal 838, didapatkan: JH = 400	3. Menghitung faktor panas (J_H) JH = - (steam)
4. Menghitung harga kooefisien film perpindahan panas Dari Kern, tabel 5 hal 801, didapatkan: k = 0,0174 Btu/jam.ft^2.^{o}F/ft Kern, fig. 3, hal. 805, didapatkan: Cp = 0,2500 Btu/lb.^{o}F $\left(\frac{Cp\ \mu}{k}\right)^{⅓} = 0{,}6702$	4. Menghitung harga koefisien film perpindahan panas untuk steam didapatkan: h_{io} = 1500 Btu/ft^2 jam °F

$$ho = JH \times \frac{k}{De} \times \left(\frac{Cp.\mu}{k}\right)^{1/3} \times \phi_s$$

$$= 56{,}6705 \quad Btu/jam.ft^2.°F$$

d. Menghitung clean overall coefficient (U_C)

$$U_C = \frac{ho \times hio}{ho + hio}$$

$$= \frac{57 \times 1500}{57 + 1500}$$

$$= 54{,}6074 \quad Btu/jam.ft^2.{}^oF$$

g. Menghitung dirt factor (Rd) yang terpakai

$$Rd = \frac{U_C - U_D}{U_C \times U_D}$$

$$= \frac{54{,}6074 - 49{,}8947}{54{,}6074 \times 49{,}8947}$$

$$= 0{,}00173 \text{ jam ft}^2 \text{ °F/Btu}$$

Evaluasi Δp	
Hot fluid, Shell, Steam	Cold fluid, Tube, Udara
1. Pada NRe_{an} = 333273,6543 Kern, fig. 26, hal. 836 f = 0,00009 s = 0,7860 Ds = 12 = 1	1. Pada NRe_p = 3370,889879 Kern, fig. 29, hal. 839 f = 0,0019 s = 0,0015
2. Cross Section $N + 1 = \frac{12 \quad L}{B}$ $= \frac{12 \times 16}{5}$ = 38,4	2. Menghitung ΔP $\Delta P_t = \frac{f \,.\, Gt^2 \,.\, L \,.\, n}{5{,}22 \times 10^{10} .\, D \,.\, s \,.\, Øt}$ = 0,07807 psi
2. Mencari ΔP $\Delta Ps = \frac{f \,.\, G_s{}^2 \,.\, Ds \,.\, (N+1)}{5{,}22 \times 1010 .\, D \,.\, s \,.\, Øs}$ = 0,0430293 psi	Kern, fig. 27, hal.837 $\Delta P_n = \frac{4.n.V^2}{s.2g'}$ = 0,19337 psi

ΔP_{an} < ΔP_{allow} 0,0430 < 10 Memadai	3. Mencari ΔP total pipa $\Delta P_{an} = \Delta P_1 + \Delta P_n$ = 0,2364 psi ΔP_t < ΔP_{allow} 0,2364 < 10 Memadai

Spesifikasi alat :

Nama alat : Heater udara (E-123)
Fungsi : Memanaskan udara sebelum masuk Rotary Dryer (B-120)
Tipe : *Shell and Tube*
Bahan konstruksi : *Carbon Steel*

Dimensi Shell		Dimensi Tube	
ID = 12 in		No of tube, Length = 48 , 16	
B = 5 in		OD, BWG, pitch = 1 , 16 , 1 1/4	
pass = 1		pass = 1	

Pengaturan : Square pitch
Jumlah : 1 Buah

13. Rotary Dryer (B-120)

Lihat Bab VI perancangan alat utama

14. Cyclone (H-131)

Fungsi : Memisahkan debu atau partikel Ca(OH)2 yang terikut udara dari Rotary Dryer (B-120)
Tipe : *Duclone Collector*

Dasar perhitungan:

- Rate udara = 7760,16 kg/jam = 17108,0476 lb/jam
- ρ udara = 0,05914 lb/ft^3 *(Geankoplis, App. A-3-3, hal. 866)*

Perhitungan:

Rate volumetrik udara $= \frac{\text{rate udara}}{\rho \text{ udara}} = \frac{17108{,}048 \text{ lb/jam}}{0{,}059 \text{ lb/ft}^3}$

$= 289269{,}3611 \text{ ft}^3\text{/jam} = 80{,}353 \text{ ft}^3\text{/detik}$

Kecepatan udara cyclone = 50 - 90 ft/detik *(Perry's 7th ed, hal 17-30)*

Luas aliran (Ac) $= \frac{\text{rate volumetrik udara}}{\text{kecepatan udara}}$

$$= \frac{80{,}353 \quad ft^3/detik}{50 \quad ft/detik} = 1{,}6071 \quad ft^2$$

Dari Perry's 7th ed hal. 17-27 didapatkan:

$$Bc = Jc = \frac{Dc}{4}$$

$$Hc = De = \frac{Dc}{2}$$

$$Ac = Bc \times Hc$$

$$Sc = \frac{Dc}{8}$$

$$Zc = Lc = 2\ Dc$$

Dimana :

Ac = Luas aliran pada cyclone (ft^2)
Bc = Lebar inlet dust (ft)
Hc = Tinggi inlet dust (ft)
Jc = arbitrary (ft)
Dc = diameter keluaran pada cyclone (ft)
Lc = panjang penampungan cyclone pada arah aliran gas (ft)
Zc = panjang penampungan cyclone pada arah aliran debu (ft)

Maka :

$Ac = Bc \times Hc$
$1{,}6071 = Bc \times Dc/2$
$1{,}6071 = Bc \times 4\ Bc/2$
$1{,}6071 = 2\ Bc^2$
$Bc = 0{,}8964$ ft

Sehingga:

$Dc = 4\ Bc = 3{,}5856$ ft
$Jc = Bc = 0{,}8964$ ft
$Hc = De = Dc / 2 = 1{,}7928$ ft
$Zc = Lc = 2\ Dc = 7{,}1712$ ft
$Sc = Dc/8 = 0{,}4482$ ft

Diameter pada cyclone

$$Dpc = \sqrt{\frac{9 \ x \ \mu \ x \ Bc}{2 \ x \ \pi \ x \ Ne \ x \ Vc \ x \ (\rho s - \rho)}}$$

Dimana :

Bc = Lebar inlet (ft)

μ = Viskositas gas (2,179E-05 lb/ft.s) *(Geankoplis, App A.3-3)*

Ne = 3,5

Vc = Kecepatan gas masuk cyclone (50 ft/s)

ρs = Densitas bahan (68,652 lb/ft^3)

ρ = densitas gas (0,0591 lb/ft^3)

Maka :

$$\text{Dp min} = \sqrt{\frac{9 \times 2{,}179E{-}05 \times 2{,}853}{2 \times 3{,}14 \times 3{,}5 \times 50 \times (128{,}932 - 0{,}0591)}}$$

$$= 0{,}0000483 \text{ ft}$$

Diketahui diameter partikel = 150 mesh = 0,11 mm = 0,0003444 ft

Dp min lebih kecil daripada diameter partikel, maka ukuran cyclone memenuhi.

Spesifikasi alat :

Nama Alat	:	Cyclone (H-131)						
Fungsi	:	Memisahkan debu atau partikel Ca(OH)2 yang terikut udara dari Rotary Dryer (B-120)						
Tipe	:	*Duclone Collector*						
Dimensi	:	Dc	=	3,5856 ft	Sc	=	0,4482 ft	
		De	=	1,7928 ft	Zc	=	7,1712 ft	
		Hc	=	1,7928 ft	Jc	=	0,8964 ft	
		Lc	=	7,1712 ft	Bc	=	0,8964 ft	
Bahan konstruksi	:	*Carbon Steel*						

15. Cooling Conveyor (J-132)

Fungsi : Mengangkut dan mendinginkan cake Ca(OH)2 ke bin cake Ca(OH)2

Tipe : *Horizontal cooling conveyor*

Dasar perhitungan:

- Rate bahan : 13032,154 kg/jam = 28730,6878 lb/jam
  = 13,0322 ton/jam
- ρ produk : 2,27 gr/cm^3 = 141,8817 lb/ft^3
- Faktor keamanan : 20 %
- Kapasitas : 120 % × 13032,154 = 15638,5854 kg/jam
  = 34476,8253 lb/jam

$$\text{Rate Volumetrik} = \frac{\text{massa bahan}}{\rho \text{ produk}}$$

$$= \frac{34476{,}8253}{141{,}8817}$$

$$= 242{,}9971 \text{ } ft^3/\text{jam} = 4{,}0500 \text{ } ft^3/\text{menit}$$

Berdasarkan Perry edisi 7, hal 21-8, tabel 21-6, dipilih screw conveyor dengan spesifikasi sebagai berikut:

- Kapasitas = 20 ton/jam
- Diameter Flights = 12 in
- Diameter Pipa = 2,5 in
- Diameter Shaft = 2 in
- Kecepatan putar = 60 rpm
- Diameter feed masuk = 10 in
- Hanger center = 12 ft
- Panjang Screw = 24 ft = 7,315 m
- Diameter Screw = 0,3 m *(ulrich table 4.4 halaman 71)*

Perhitungan :

a. Perhitungan power :

$$Hp = \frac{C \times L \times W \times F}{33000}$$

Dimana :

C = Kapasitas cooling conveyor

L = panjang conveyor

W = densitas bahan

F = material faktor

$$Hp = \frac{4{,}0500 \times 24 \times 141{,}8817 \times 1{,}8}{33000}$$

$$= 0{,}7522 \text{ Hp}$$

b. Effisiensi motor : 80% *(Peter & Timmerhauss fig. 14.38)*

$$= \frac{0{,}7522}{80\%} = 0{,}9403 \text{ Hp} \approx 1 \text{ Hp}$$

Spesifikasi alat :

Nama Alat	:	Cooling conveyor (J-132)
Fungsi	:	Mengangkut dan mendinginkan cake Ca(OH)2 menuju bucket elevator (J-133)
Tipe	:	*Horizontal cooling conveyor*
Bahan	:	*Carbon steel*
Kapasitas	=	15 ton/jam
Diameter Flights	=	10 in
Diameter Pipa	=	2,5 in
Diameter Shaft	=	2 in
Kecepatan putar	=	80 rpm

Diameter feed masuk = 9 in
Hanger center = 10 ft
Panjang Screw = 20 ft = 6,096 m
Diameter Screw = 0,3 m
HP = 1 HP
Jumlah = 1 buah

16. Bin Produk 1 Ca(OH)2 (F-133)

Fungsi : Menampung produk Ca(OH)2 sebelum masuk ke Hammer Mill (C-130)
Tipe : Tangki silinder dengan tutup bawah conical (60°) dan tutup bagian atas flat (dasar)

Dasar perhitungan:

- Suhu : 30 °C
- Rate massa masuk : 13032,154 kg/jam = 28730,6878 lb/jam
- Densitas : 2,28 gr/cm^3 = 142,2683 lb/ft^3
- Waktu tinggal : 1 jam
- Bahan konstruksi : Stainless steel SA 240 Grade M Type 316
- Pengelasan : Double welded butt joint, E = 0,8
- Faktor korosi : 1/16
- Allowable stress : 18750

Perhitungan :

a. Menentukan Volume

Massa bahan masuk = 28730,688 lb/jam × 1 jam
= 28730,688 lb

Volume bahan $= \frac{massa}{\rho} = \frac{28730,688}{142,2683} =$ 201,9472 ft^3

Volume bahan pengisi adalah 80% dari volume tangki, maka:

Volume tangki $= \frac{\text{volume bahan}}{\%\text{ volume isi}} = \frac{201,9472}{80\%} =$ 252,4340 ft^3

b. Menentukan Diameter

Diketahui : Ls = 1,5 di

$V_{tangki} = V_{silinder} + V_{conical}$

$252,4340 = (\frac{\pi}{4} \times di^2 \times Ls) + \frac{\pi\, di^3}{24\ tg\ ½\ \alpha}$

$252,4340 = (\frac{\pi}{4} \times di^2 \times 1,5\ di) + \frac{\pi\, di^3}{24\ tg\ 30}$

$$252{,}4340 = 1{,}1775\ di^3 + 0{,}2266\ di^3$$
$$252{,}4340 = 1{,}4041\ di^3$$
$$di^3 = 179{,}7847$$
$$di = 5{,}6440\ ft$$
$$= 67{,}7276\ in$$

c. Menentukan tinggi tangki yang terisi bahan

$$V_{tangki} = V_{silinder} + V_{conical}$$
$$252{,}4340 = \left(\frac{\pi}{4} \times di^2 \times H\right) + \frac{\pi\, di^3}{24\ tg\ ½\ \alpha}$$
$$252{,}4340 = \left(\frac{\pi}{4} \times 5{,}6440^{\,2} \times H\right) + \frac{\pi\,(5{,}6440)^3}{24\ tg\ 30}$$
$$252{,}4340 = 25{,}0057\ H + 40{,}7375$$
$$25{,}0057\ H = 211{,}6965$$
$$H = 8{,}4659\ ft$$

d. Menghitung tebal silinder

$$P_{hidrostatik} = \frac{\rho\,(H-1)}{144}$$ *(Brownell dan Young pers. 3.17 Hal 46)*
$$= \frac{142{,}2683 \times (8{,}4659 - 1)}{144}$$
$$= 7{,}3762\ psia$$

$$Pi = P_{atm} + P_{hidrostatik}$$
$$= 14{,}6959 + 7{,}3762$$
$$= 22{,}0721\ psia$$
$$= 7{,}3721\ psig$$

tebal silinder (ts)
$$= \frac{Pi.di}{2(f.E - 0{,}6Pi)} + C$$
$$= \frac{7{,}3721 \times 67{,}7276}{2 \times [(18750 \times 0{,}8) - (0{,}6 \times 7{,}3721)]} + \frac{1}{16}$$
$$= 0{,}0166 + \frac{1}{16}$$
$$= \frac{1{,}2664}{16} \approx \frac{3}{16}$$

Standarisasi do

$$do = di + 2\ ts$$
$$= 67{,}7276 + \left(2 \times \frac{3}{16}\right)$$
$$= 68{,}1026\ in$$

Standarisasi dengan Tabel 5.7, Brownell and Young, hal 89

do = 72

icr = 4 3/8

r = 72

ts = 1/4

maka :

di_{baru} = do - ts

$= 72 - (2 \times \frac{1}{4})$

= 71,5000 in

= 5,9583 ft

Cek hubungan Ls dengan di:

Volume tangki = $(\frac{\pi}{4} \times di^2 \times Ls) + \frac{\pi\, di^3}{24 \text{ tg } ½\,\alpha}$

$252,4340 = (\frac{\pi}{4} \times 5,9583^{\,2} \times Ls) + \frac{\pi \times 5,9583^{\,3}}{24 \text{ tg } 30}$

252,4340 = 27,8689 Ls + 47,9309

27,8689 Ls = 204,5031

Ls = 7,3380 ft

$\frac{Ls}{di} = \frac{7,3380}{5,9583} = 1,2316 < 1,5$ (memenuhi)

e. Menghitung tinggi silinder

Tinggi silinder (Ls) = 1,5 di

= 1,5 × 71,5000

= 107,25 in

= 8,9375 ft

f. Menghitung tutup bawah silinder

$thb = \frac{Pi.di}{2 \cos ½\,\alpha\,(fE - 0,6Pi)} + C$

$= \frac{7,3721 \times 71,5000}{2 \times \cos 30 \times [(18750 \times 0,8) - (0,6 \times 7,37)]} + \frac{1}{16}$

$= 0,0203 + \frac{1}{16}$

$= \frac{1,3247}{16} \approx \frac{3}{16}$

Tinggi tutup bawah (hb) $= \frac{½\,di}{\text{tg } ½\,\alpha}$

$$= \frac{\frac{1}{2} \times 71{,}5000}{\text{tg } 30}$$

$$= 61{,}9155 \text{ in}$$

g. Menghitung tinggi storage

Tinggi storage (H) = tinggi silinder + tinggi tutup bawah
= 107,25 + 61,9155
= 169,1655 in
= 14,0971 ft

Spesifikasi alat :

Nama alat	:	Bin cake Ca(OH)2 (F-133)
Fungsi	:	Menampung cake Ca(OH)2 sebelum masuk ke Hammer Mill (C-127)
Type	:	Tangki silinder dengan tutup bawah berbentuk conical (60°) dan tutup bagian atas flat (dasar)
Bahan konstruksi	:	Stainless steel SA 240 Grade M Type 316
Volume tangki	:	252,4340 ft^3
Diameter dalam (di)	:	71,5000 in
Diameter luar (do)	:	72 in
Tebal silinder (ts)	:	1/4 in
Tinggi silinder (Ls)	:	107,2500 in
Tebal tutup bawah (thb)	:	3/16 in
Tinggi tutup bawah (hb)	:	61,9155 in
Tinggi silo (H)	:	169,1655 in

17. Hammer Mill (C-130)

Fungsi : Memecah Ca(OH)2 sampai dengan ukuran 325 mesh
Tipe : *Hammer Mills*

Perhitungan:

Power yang dibutuhkan (P) = $1 \times m^{0.88} \times R$ *(Ulrich, tabel 4-5, hal. 76)*

- Reduction ratio = 10
- Massa masuk = 13290,80 kg/jam = 3,6919 kg/detik

Sehingga: $P = 1 \times m^{0.88} \times R$
$= 1 \times 3{,}6919^{0.8} \times 10$
= 31,5630 kW
= 42,9131 Hp ≈ 43 Hp

Spesifikasi Peralatan:

Nama : Hammer Mill (C-130)
Fungsi : Untuk memecah Ca(OH)2 sampai dengan ukuran 325 mesh
Tipe : *Hammer Mills*

Kapasitas : 13290,80 kg/jam
Daya : 43 Hp
Bahan : *Carbon steel* SA 135 Grade B
Jumlah : 1 buah

18. Screw Conveyor (J-134)

Fungsi : Mengangkut produk Ca(OH)2 dari Hammer Mill (C-130) menuju Bin produk 2 $Ca(OH)_2$(F-135)
Tipe : *Horizontal Screw Conveyor*

Dasar pemilihan alat:

- Rate bahan masuk = 13290,80 kg/jam = 29300,9046 lb/jam
  = 13,29080316 ton/jam
- ρ produk = 2,28 gr/cm^3 = 142,2683 lb/ft^3
- Faktor keamanan = 20%
- Kapasitas = 120% × 13290,80 = 15948,964 kg/jam
  = 35161,086 lb/jam
- Rate volumetrik $= \frac{\text{massa bahan}}{\rho \text{ produk}}$
  $= \frac{35161,086}{142,2683}$
  = 247,1463 ft^3/jam = 4,1191 ft^3/menit

Berdasarkan Perry edisi 7, hal 21-8, tabel 21-6, dipilih screw conveyor dengan spesifikasi sebagai berikut:

- Kapasitas = 20 ton/jam
- Diameter Flights = 12 in
- Diameter Pipa = 2,5 in
- Diameter Shaft = 2 in
- Kecepatan putar = 60 rpm
- Diameter feed masuk = 12 in
- Hanger center = 12 ft
- Panjang Screw = 24 ft = 7,32 m
- Diameter Screw = 0,3 m

Perhitungan :

a. Perhitungan power :

$$Hp = \frac{C \times L \times W \times F}{33000}$$ *(Banchero, pers. 16-6, hal. 711)*

Dimana : C = kapasitas screw conveyor
L = panjang

W = densitas bahan

F = faktor material (termasuk keras, c = 1,8)

$$Hp = \frac{4{,}1191 \times 24 \times 142{,}2683 \times 1{,}8}{33000}$$

$$= 0{,}7672 \text{ Hp}$$

b. Effisiensi motor : 80% *(Peter & Timmerhauss fig. 14.38)*

$$= \frac{0{,}7672}{80\%} = 0{,}9589 \text{ Hp}$$

Diambil power = 1 Hp

Spesifikasi Alat:

Nama	:	Screw Conveyor (J-134)
Fungsi	:	Untuk mengangkut produk Ca(OH)2 dari Hammer Mill (C-130) menuju Bin produk 2 (F-135)
Tipe	:	*Horizontal Screw Conveyor*
Bahan Konstruksi	:	*Carbon steel*
Kapasitas	=	20 ton/jam
Diameter Flights	=	12 in
Diameter Pipa	=	2,5 in
Diameter Shaft	=	2 in
Kecepatan putar	=	60 rpm
Diameter feed masuk	=	12 in
Hanger center	=	12 ft
Panjang Screw	=	24 ft = 7,32 m
Diameter Screw	=	0,3 m
Daya	=	1 HP
Jumlah	=	1 buah

19. Bin Produk 2 Ca(OH)2 (F-135)

Fungsi : Untuk menampung produk Ca(OH)2 sebelum dimasukkan ke dalam Packing Machine (J-136)

Tipe : Tangki silinder dengan tutup bawah conical (60°) dan tutup bagian atas flat (dasar)

Dasar perhitungan:

- Suhu : 30 °C
- Rate massa masuk : 13290,80 kg/jam = 29300,9046 lb/jam
- Densitas : 2,28 gr/cm^3 = 142,2683 lb/ft^3
- Waktu tinggal : 1 jam

- Bahan konstruksi : HAS SA 240 Grade M Type 316
- Pengelasan : Double welded butt joint, E = 0,8
- Faktor korosi : 1/16
- Allowable stress : 18750

Perhitungan :

a. Menentukan Volume

Massa bahan masuk = 29300,905 lb/jam × 1 jam
= 29300,905 lb

Volume bahan $= \frac{\text{massa}}{\rho} = \frac{29300,905}{142,2683} =$ 205,9553 ft^3

Volume bahan pengisi adalah 80% dari volume tangki, maka:

Volume tangki $= \frac{\text{volume bahan}}{\%\text{ volume isi}} = \frac{205,9553}{80\%} =$ 257,4441 ft^3

b. Menentukan Diameter

Diketahui : Ls = 1,5 di

$V_{tangki} = V_{silinder} + V_{conical}$

$257,4441 = (\frac{\pi}{4} \times di^2 \times Ls) + \frac{\pi\, di^3}{24 \text{ tg } ½\,\alpha}$

$257,4441 = (\frac{\pi}{4} \times di^2 \times 1,5\ di) + \frac{\pi\, di^3}{24 \text{ tg } 30}$

$257,4441 = 1,1775\ di^3 + 0,2266\ di^3$

$257,4441 = 1,4041\ di^3$

$di^3 = 183,3529$

$di = 5,6811$ ft

$= 68,1727$ in

c. Menentukan tinggi tangki yang terisi bahan

$V_{tangki} = V_{silinder} + V_{conical}$

$257,4441 = (\frac{\pi}{4} \times di^2 \times H) + \frac{\pi\, di^3}{24 \text{ tg } ½\,\alpha}$

$257,4441 = (\frac{\pi}{4} \times 5,6811^{\,2} \times H) + \frac{\pi\,(5,6811)^3}{24 \text{ tg } 30}$

$257,4441 = 25,3354\ H + 41,5460$

$25,3354\ H = 215,8980$

$H = 8,5216$ ft

d. Menghitung tebal silinder

$P_{hidrostatik} = \frac{\rho\,(H-1)}{144}$ *(Brownell dan Young pers. 3.17 Hal 46)*

$$= \frac{142,2683 \times (\ 8,5216\ - 1\ )}{144}$$

$$= 7,4311 \text{ psia}$$

Pi $= P_{atm} + P_{hidrostatik}$

$= 14,6959 + 7,4311$

$= 22,1270$ psia

$= 7,4270$ psig

tebal silinder (ts) $= \frac{Pi.di}{2(f.E - 0,6Pi)} + C$

$$= \frac{7,4270 \times 68,1727}{2 \times [(\ 18750\ \times\ 0,8\ )-(\ 0,6\ \times\ 7,4270\ )]} + \frac{1}{16}$$

$$= 0,0169 + \frac{1}{16}$$

$$= \frac{1,2701}{16} \approx \frac{3}{16}$$

Standarisasi do

do $= di + 2\ ts$

$$= 68,1727 + (\ 2\ \times \frac{3}{16}\ )$$

$= 68,5477$ in

Standarisasi dengan Tabel 5.7, Brownell and Young, hal 89

do $= 72$

icr $= 4\ 3/8$

r $= 72$

ts $= 1/4$

maka :

$di_{baru} = do - ts$

$$= 72\ - (\ 2\ \times \frac{1}{4}\ )$$

$= 71,5000$ in

$= 5,9583$ ft

Cek hubungan Ls dengan di:

Volume tangki $= (\frac{\pi}{4} \times di^2 \times Ls) + \frac{\pi\ di^3}{24\ tg\ ½\ \alpha}$

$$257,4441 = (\frac{\pi}{4} \times\ 5,9583^{\ 2}\ \times Ls) + \frac{\pi\ \times\ 5,9583^{\ 3}}{24\ tg\ 30}$$

$257,4441 = 27,8689\ Ls + 47,9309$

27,8689 Ls = 209,5131

Ls = 7,5178 ft

$$\frac{Ls}{di} = \frac{7,5178}{5,9583} = 1,2617 < 1,5 \quad \text{(memenuhi)}$$

e. Menghitung tinggi silinder

Tinggi silinder (Ls) = 1,5 di

= 1,5 × 71,5000

= 107,25 in

= 8,9375 ft

f. Menghitung tutup bawah silinder

$$thb = \frac{Pi.di}{2 \cos ½ \alpha (fE - 0,6Pi)} + C$$

$$= \frac{7,4270 \times 71,5000}{2 \times \cos 30 \times [(18750 \times 0,8)-(0,6 \times 7,4270)]} + \frac{1}{16}$$

$$= 0,0204 + \frac{1}{16}$$

$$= \frac{1,3271}{16} \approx \frac{3}{16}$$

Tinggi tutup bawah (hb) $= \frac{½ \, di}{tg ½ \alpha}$

$= \frac{½ \times 71,5000}{tg 30}$

= 61,9155 in

g. Menghitung tinggi storage

Tinggi storage (H) = tinggi silinder + tinggi tutup bawah

= 107,25 + 61,9155

= 169,1655 in

= 14,0971 ft

Spesifikasi alat :

Nama alat	:	Bin produk Ca(OH)2 (F-135)
Fungsi	:	Menampung produk Ca(OH)2 sebelum masuk ke Packing Machine (J-136)
Type	:	Tangki silinder dengan tutup bawah berbentuk conical (60°) dan tutup bagian atas flat (dasar)
Bahan konstruksi	:	Stainless steel
Volume tangki	:	257,4441 ft^3
Diameter dalam (di)	:	71,5000 in

Diameter luar (do)	:	72	in
Tebal silinder (ts)	:	1/4	in
Tinggi silinder (Ls)	:	107,2500	in
Tebal tutup bawah (thb)	:	3/16	in
Tinggi tutup bawah (hb)	:	61,9155	in
Tinggi silo (H)	:	169,1655	in

20. Packing Machine (J-136)

Fungsi : Pengemas produk Ca(OH)2 dari Bin produk 2 (F-135) menjadi bentuk *paper bag* ukuran 25 kg

Dasar perhitungan:

Kapasitas bahan = 13290,803 kg/jam = 29300,9046 lb/jam

Kapasitas mesin = 29300,9046 lb/jam × 1 jam

= 29300,9046 lb

Densitas (ρ) = 2,28 gr/cm^3 = 142,2683 lb/ft^3

Perhitungan:

$$\text{Volume mesin} = \frac{\text{Kapasitas mesin}}{\text{Densitas bahan}}$$

$$= \frac{29300,9046 \text{ lb}}{142,3 \text{ lb/ft}^3}$$

$$= 205,9553 \text{ ft}^3$$

Spesifikasi Alat:

Nama	:	Mesin pengemasan produk (J-136)
Fungsi	:	Untuk mengemas produk Ca(OH)2 dari bin produk (F-124C) menjadi bentuk *paper bag* ukuran 25 kg
Bahan konstruksi	:	*Carbon steel*
Kapasitas mesin	:	29300,905 lb
Volume mesin	:	205,9553 ft^3
Jumlah	:	1 buah

21. Gudang Produk (F-137)

Fungsi : Menyimpan $Ca(OH)_2$ selama 14 hari

Tipe : Bangunan Gudang

Bahan : Beton

Dasar Perhitungan :

- Suhu : 30 C

- Tekanan : 1 atm
- Waktu tinggal : 14 hari
- Rate massa : 13290,803 kg/jam = 29306,221 lb /jam
  = 703349,30 lb/hari

  massa dalam 14 hari = 9846890,2 lb
- Seluruh bahan baku diperoleh dari supplier dalam kemasan karung @25 Kg
  25 kg = 55,125 lb
  - Dimensi karung 25 Kg
    - panjang (p) : 52 cm
    - lebar (l) : 45 cm
    - tinggi (t) : 15 cm
  - 1 pallet kayu dapat menampung 50 karung
  - Dimensi pallet plastik
    - panjang (p) : 130 cm
    - lebar (l) : 120 cm
    - tinggi (t) : 15 cm
- Jumlah karung dalam 14 hari = 178628 karung
- Jumlah palet dalam 14 hari = 3573 palet
- dimensi forkilift

  panjang : 3445 mm
  lebar : 1100 mm
  radius putar : 2140 mm
  panjang garpu : 1070 mm
  jarak aman : 500 mm

maka lebar gang : 3710 mm

- penyusunan bahan

  1 pallet menampung 50 karung
  1 layer pallet diisi 5 karung
  ketinggian bahan yang ditumpuk : 4×(tinggi pallet + tinggi 10 karung)
  : 4 × (15 + 10 × 15)
  : 720,00 cm
  1 baris bahan terdapat 5 kolom pallet
  1 kolom palet terdapat 4 tumpuk pallet dan bahan
  jika panjang 1 baris terdapat 22 pallet, maka terdapat :

  $$= \frac{3573}{4 \times 4 \times 22}$$

  = 10,1 baris ≈ 11 baris
  dimensi 1 baris bahan
  panjang bahan = 22 × (panjang pallet + jarak antar pallet)
  = 22 × (130 cm + 5 cm)
  = 2970 cm = 29,7 m

lebar bahan = 4 × (lebar pallet + jarak antar palle)
= 4 × (120 cm + 5 cm)
= 500 cm
= 5 m

dimensi kantor
panjang = 3 meter
lebar = 2,5 meter

dimensi gudang
lebar = 1 × panjang 1 baris bahan + lebar gang + lebar kantor
= 1 × 29,7 + 3,71 + 3
= 35,910 meter

panjang = 11 × (lebar 1 baris bahan + lebar gang)
= 11 × (5 + 3,71)
= 95,810 meter

tinggi = 120% × tinggi bahan ditumpuk
= 864,000 cm
= 8,6 meter

dikarenakan panjang gudang terlalu besar, maka gudang yang dibutuhkan 2 buah

Spesifikasi Alat

Nama Alat	:	Gudang Produk (F-137)
Fungsi	:	Menyimpan Ca(OH)2 selama 14 hari
Tipe	:	Bangunan Gudang
Bahan	:	Beton
Kapasitas	:	9846890,24 lb
Panjang	:	47,905 m
Lebar	:	35,910 m
Tinggi	:	8,640 m
Jumlah	:	2 buah