

A 110

No, DP/ BPPI / BI SB / 0

A.110

NO: 79 / 2 / BALAI RISET  
DAN STANDARISASI INDUSTRI

**"PERENCANAAN PEMBUATAN SERBUK  
KALSIUM KARBONAT  
DARI BATU BINTANG"**

DISPERPUSIP KAJIM



DEPARTEMEN PERINDUSTRIAN  
BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN INDUSTRI  
BALAI PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN INDUSTRI  
JL. JAGIR WONOKROMO 360 SURABAYA

**"PERENCANAAN PEMBUATAN SERBUK  
KALSIMUM KARBONAT  
DARI BATU BINTANG"**

DISPERPUSIPATIM



DEPARTEMEN PERINDUSTRIAN  
BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN INDUSTRI  
BALAI PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN INDUSTRI  
JL. JAGIR WONOKROMO 360 SURABAYA

## K A T A   P E N G A N T A R .

Perencanaan pembuatan Powder Kalsium Karbonat ini dimaksudkan untuk membuka kemungkinan kesempatan bagi para pengusaha terutama yang tergolong pengusaha lemah untuk dapat mengelola Lime Stone (batu kapur) dari jenis batu Bintang menjadi serbuk Kalsium Karbonat, dengan mempergunakan alat alat pemecah dan penghalus seperti berikut ini, dan pula perkiraan kebutuhan modal yang diperlukan.

Semoga tulisan ini dapat membantu dan memberi petunjuk dalam pelaksanaannya.

DISPERPUSIP JATIM

" INTI SARI."

Serbuk (powder) Kalsium Karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) dibuat dari batu kapur dari jenis Batu Bintang, karena Batu Bintang yang berasal dari Jawa Timur rata-rata mengandung  $\text{CaCO}_3$  95 % dan  $\text{MgCO}_3$  5 %. Proses hanya terjadi secara phisis yaitu dengan pemecahan mekanis dengan menggunakan alat alat seperti :

- Primair Crusher.
- Secundair Crusher.
- Grinder.
- Ball Mills.
- Air Classifier.

Kapasitas produksi = 2 ton/hari, dengan kehalusan 300 mesh.  
Proses berjalan secara Batch.  
Harga produk (serbuk  $\text{CaCO}_3$ ) = Rp.50,-/Kg.  
Harga bahan baku Rp.10,-/Kg.  
Modal tetap = Rp. 9.350.000,-  
Modal kerja = Rp. 19.000.000,-  
Biaya produksi = Rp. 13.200.000,-  
Keuntungan bersih = Rp. 11.040.000,-/tahun.  
Waktu pengembalian modal = 1,6 tahun.  
Perhitungan batas laba rugi = 22,758 %.

D A F T A R I S I.

KATA PENGANTAR .....	i
INTI SARI .....	ii
DAFTAR ISI .....	iii
P E N D A H U L U A N .....	iv.
BAB: I. TINJAUAN PUSTAKA .....	1
II. PEMILIHAN PROSES PEMBUATAN POWDER KALSIUM KARBONAT .....	11
III. PERENCANAAN PEMBUATAN POWDER KALSIUM KARBONAT .....	13
IV. PERKIRAAN KEBUTUHAN MODAL DAN UNTUNG RUGI .....	16
V. PERENCANAAN GRINDER .....	19
- DAFTAR PUSTAKA .....	37.

\*\*\*\*

## P E N D A H U L U A N .

Kalsium Karbonat adalah salah satu bahan yang tertua yang di kenal oleh manusia. Pemakaian dari kalsium karbonat oleh manusia sudah lama dan sejalan dengan perkembangan kebudayaan umat manusia.

Sejalan pula dengan perkembangan teknologi modern di jaman sekarang ini, pemakaian kalsium karbonat telah mengalami kemajuan-kemajuan yang sangat pesat, terutama dibidang-bidang pembangunan dan bidang-bidang industri, baik bahan tersebut sebagai bahan bantuan maupun sebagai bahan pokok atau bahan baku.

Dalam pasaran beredar dua jenis bubuk kalsium karbonat yang telah di kenal. Pertama jenis bubuk kalsium karbonat yang murni atau di kenal dengan sebutan jenis kalsium karbonat P.A ( Pro analysis ). Yang kedua jenis bubuk kalsium karbonat yang tidak murni artinya ada campuran dari unsur lain. Di pasaran di kenal jenis kalsium karbonat teknik.

Dalam perencanaan pembuatan bubuk kalsium karbonat ini hanya dikhususkan pembuatan bubuk kalsium karbonat teknik.

Alasan untuk ini antara lain adalah :

- Sangat mendorong bagi pengusaha atau calon pengusaha yang dapat di golongankan ekonomi lemah.

Sebagai pelengkap dalam perencanaan ini di sertakan pula perhitungan-perhitungan mengenai perkiraan kebutuhan modal, perkiraan untung rugi dari salah satu unit peralatan yang di perlukan.

## B A B I.

TINJAUAN PUSTAKA.II. 1. Batu kapur (  $\text{CaCO}_3$  ).

Batu kapur banyak terdapat secara luas di dalam kulit bumi, yang umumnya terdiri dari campuran senyawaan karbonat dari kalsium dan magnesium dalam berbagai variasi.

Meskipun secara luas batu kapur itu memang terdapat dimana-mana tetapi tak jarang pula batu kapur itu terletak dilapisan bumi yang dalam.

Batu kapur inipun juga terdapat dalam berbagai bentuk seperti ; dalam bentuk : pegunungan kapur.

dalam bentuk pegunungan karang

dalam bentuk batu kapur yang sudah lapuk.

Komposisi kimia yang utama adalah kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ), magnesium karbonat ( $\text{MgCO}_3$ ) yang mengandung beberapa persen zat-zat lain sebagai kotoran.

Meskipun karbonat-karbonat itu selalu ada di setiap batuan, bahan tambang dan tanah, tetapi untuk batuan yang berkadar kurang lebih 50 % karbonat akan lebih terbatas pemakaiannya dibandingkan dengan batu batuan yang berkadar 75 - 90 % karbonat.

Batu kapur mempunyai sifat kimia yang penting yaitu bila dipanasi pada temperatur tinggi akan terurai menjadi kapur tohor ( $\text{CaO}$ ) dan gas  $\text{CO}_2$ .

Bila kapur tohor tersebut ditambah air, akan terhidrasi menjadi kalsium hidroksida.

II.2. Klasifikasi type dari batu kapur.

1. High kalsium limestone dengan nama lain batu bintang mengandung kalsium karbonat lebih dari 95 % dan magnesium karbonat yang tak lebih dari 5 %.

2. Magnesium: mengandung kedua komponen karbonat, kandungan dari magnesium karbonat 5 - 20 %
3. Dolomit :  $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ .  
Batuan ini mengandung  $\text{MgCO}_3$  20 - 45,6 %.  
Adapun jumlah yang tepat menurut kenyataan, magnesium karbonat adalah ekimolekular dengan kalsium karbonat.
4. Argillaceous limestone :  
Pada batuan ini tercampur dengan kotoran-kotoran seperti lempung, batu karang dan campurannya, dan juga mengandung silika dan alumina yang relatif tinggi.
5. Brecciated limestone :  
Merupakan campuran pecahan dari batu kapur yang keras dengan kalsium karbonat.
6. Karbonaceous limestone :  
Batuan ini mengandung bermacam-macam type dan bahan organik seperti : peat (sejenis turf yang dapat terbakar setelah kering, asphalt alam minyak dari batu karang dan berbagai kotoran.  
Batuan tersebut umumnya berwarna agak hitam dan sering pula berbau busuk/kurang sedap.
7. Cemenstone:  
Merupakan suatu limestone yang tidak murni yang tercampur dengan silica, alumina dan kalsium karbonat yang banyak dipergunakan untuk pabrik portland cement.
8. Chalk :  
Merupakan batuan yang lunak, butiran-butirannya sangat bagus dan merupakan pelapukan-pelapukan dari kalsium karbonat, terdapat didalam bermacam-macam warna, kekerasan dan kemurnian.
9. Chemical grade limestone :  
Merupakan suatu type yang lebih murni dan high kalsium atau dolomit yang banyak dipergunakan dalam proses industri kimia dan mengandung sedikitnya 95 % total karbonat.

10. Compact limestone :  
Merupakan suatu jenis batuan yang keras, padat berbutir indah dan homogen.
11. Cogina :  
Merupakan bentuk dari  $\text{CaCO}_3$  yang murni, tetapi relatif lunak.
12. Dolomit limestone :  
Mengandung banyak  $\text{MgCO}_3$ .  
Dolomit yang murni mengandung  $\text{MgCO}_3$  40 - 44 % dan  $\text{CaCO}_3$  54 - 58 %.
13. Ferruginous limestone:  
Mengandung banyak besi sebagai kotoran dan batuan ini berwarna kuning atau merah coklat.
14. Flux stone:  
Merupakan bentuk murni dari limestone dipergunakan sebagai flux atau pemurni dalam dapur tinggi, yang mengandung high limestone, magnesium, dolomit, dengan kandungan tidak kurang dari 95 % karbonat.
15. Fossiliferous limestone:  
Merupakan batuan yang banyak mengandung unsur-unsur karbonat, dimana bentuk fosil disini dapat dilihat.
16. Hydraulic limestone:  
Merupakan batuan yang tak murni, yang berupa lempung-karbonat, kadang-kadang seperti batuan semen; umumnya mengandung banyak  $\text{MgCO}_3$ .
17. Iceland spar :  
Adalah merupakan bentuk batuan yang paling murni, yang mengandung  $\text{CaCO}_3$  sebesar 99,8 % yang bisa disebut optical kalsite, jarang didapat.
18. Magnesium limestone :  
Yaitu bentuk batuan antara high kalsium dan dolomit dengan kadar  $\text{MgCO}_3$  5 - 20 %.
19. Marmer:  
Adalah batuan hasil metamorfosa dari batu kapur, merupakan batuan kristal gunung yang keras, mengandung high-

kalsium atau dolomit dalam berbagai variasi dan mempunyai bentuk yang indah.

Batu ini sangat keras, dapat dipotong serta dipoles sehingga mempunyai pemurnian yang rasa dan halus.

20. Marl:

Merupakan suatu batuan campuran, lunak seperti tanah, karang karbonat yang berasal dari laut yang banyak mengandung lumpur dan pasir yang tercampur kedalam rangkaian struktur kristal.

21. Oolitic limestone:

Komposisinya mengandung sedikit  $\text{CaCO}_3$ , yang berupa endapan tipis, meliputi inti dari  $\text{CaCO}_3$  atau silika. Sering kali sangat murni sekali, tetapi kadang-kadang mungkin kotor.

22. Oyster shell:

Adalah bentuk lain dari fosil batu kapur dan pula merupakan salah satu sumber  $\text{CaCO}_3$ .

23. Batuan fosfat.

Type biasa dari batuan high kalsium yang mengandung lebih dari pada 5% fosfat, yang terdiri dari binatang laut.

24. Stalactite dan stalagmite:

Berbentuk kerucut, yang terjadi karena tetesan air yang mengandung  $\text{CaCO}_3$  yang membantu, dapat terbentuk di lantai maupun atap. Kebanyakan terdapat dalam gua-gua di pegunungan kapur.

25. Travertine:

Adalah batuan kalsium karbonat yang terjadi karena proses pengendapan secara kimia pada sumber-sumber air panas karena air-nya penguap, batuan ini banyak mengandung bahan - bahan mineral.

26. Turf:

Hampir sama dengan travertine hanya saja lebih lunak dan porous.

I.3. Tempat diketemukannya di Indonesia:

Batuan kapur ini hampir terdapat diseluruh kepulauan Indonesia.

Di Jawa: Daerah Banten seperti, Serang, Citayam, Cibadana, Daerah Tabik Malaya, didekat Cirebon dan prupug, Pematang Selatan, Kendal, Gunung Menwau, Klaten, Wonogiri, dekat Tawang Mangu, Banyumudal, Daerah Tuban, dekat Paciran, dekat Babad, Kedung Burus, Alas Curing, dekat Gresik, dekat Kepanjen. Pugar, Grajagan dan sebelah Selatan Bangkalan.

Di Sumatra: Sebelah Barat Kotaraja, pedalaman Aceh Selatan dan Timur, Danau Toba, P. Nias, Kep. Riau, Jambi, pantai Bengkulu, Enggano, Palembang, Lampung.

Di Kalimantan:

Kalimantan Barat, Barat Sungai Barito, sungai Kota Waringin. Kalimantan tengah dan Selatan Kutai. Mangkaliat, Timur laut Kalimantan.

Di Nusa Tenggara:

Pulau Sumba, Pulau Timor.

Di Maluku:

Selatan P. Buru, dekat Kawa, P. Kaitan. P. Ewab, P. Anu, P. Misool.

Di Irian Barat:

Pegunungan Tohkiri. Peg. Onni sampai P. Modowi air Tiba, Romphus, Kota baru.

I.4. Sifat-sifat batu kapur:

Sifat-sifat fisik dari batu kapur:

Warna:

Batu kapur berwarna putih karena mengandung kalsium dengan kadar yang tinggi, tetapi tak jarang pula batuan tersebut berwarna kabur, sehingga nampak agak ke-labu. Tetapi bila pada batuan tersebut banyak tercampur mineral-mineral atau zat-zat lain seperti:

Karbonat batuan tersebut akan berwarna abu-abu - tua sampai hitam!

Besi - Batuan tersebut akan berwarna coklat merah muda, kuning pucat.

Untuk jenis batuan seperti :

Pyrites, marcasite, siderite, keadaan batuan tersebut nampak basah:

Marmer, travertine, batuan tersebut akan mengkilat.

B a u :

Pada umumnya batu kapur tidak berbau, walaupun berbau baumitupun sangat lemah sehingga sukar dikenali.

S t r u k t u r :

Batu kapur berstruktur kristalin dengan bermacam-macam ukuran, untuk kalsium karbonat, kristalnya hexagonal.

Kekerasan :

Batu kapur mempunyai kekerasan antara 3 - 4

Compressive strength :

Compressive strength dari batu kapur ada bermacam-macam harga antara 1200 - 28400 psi, tergantung komposisi dari batuan tersebut.

Pemancaran cahaya :

Batu kapur hanya mempunyai kemampuan yang sangat terbatas dalam hal pemancaran cahaya, dan itupun sangat lemah. Meskipun oksidanya ( CaO ) dapat memancarkan cahaya pada suhu kalsinasi, sehingga CaO diberi nama "lime light".

Titik leleh :

Hampir semua batu kapur akan berubah menjadi oksida sebelum melebur, sehingga titik lelehnya mempergunakan titik leleh dari CaO yaitu 2570°C; MgO yaitu 2800°C.

Titik didih:

Titik didih dari batu kapur dihitung sebagai titik didih dari CaO yaitu 2850°C, MgO 3600°C.

Spesific heat :

High kalsium limesno	0,205
Dolomitic limestone	0,215
High kalsium quiclime	0,185
Dolomit quiclime	0,202
Magnesium oxide	0,213
Kalsium oxide	0,188.

Panas hydrasi:

Panas yang timbul pada proses hydrasi dari CaO untuk membentuk  $\text{Ca(OH)}_2 = 15,300 \text{ cal/g.mol.}$  atau 488 BTU/lb.

D e n s i t y :

Density dari  $\text{CaCO}_3 = 169 \text{ lb/ cu ft} = 2,7 \text{ gr/cc.}$

Panas pelarutan :

Panas pelarutan  $\text{Ca(OH)}_2 = 2,790 \text{ cal/g mol.}$

Spesific gravity :

Kalsite	: 2,7112
Aragonite	: 2,929
High kalsium limestone	: 2,65 - 2,75
Dolomit limestone	: 2,75 - 2,9
C h a l k	: 1,4 - 2
Pure kalsium oxide	: 3,34
High kalsium quicklimas	: 3,2 - 3,4
Dolomitic quicklimes	: 3,4 - 3,6
High kalsium hidratet lime	: 2,3 - 2,4
Dolomitic hydrated lime	: 2,4 - 2,9

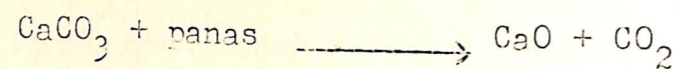
I.5. Sifat-sifat kimia batu kapur:

pH dari  $\text{CaCO}_3$  antara 8 - 9

pH dari dolomit antara 8,5 - 9,2

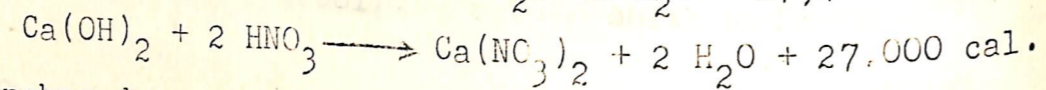
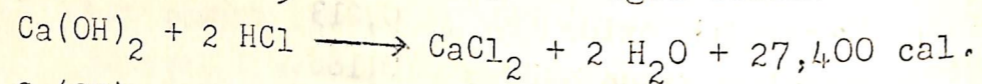
Stability:

Batu kapur cukup stabil, hanya akan berubah komposisinya pada pemanasan 898°C dengan tekanan 1 atm. menjadi CaO dan  $\text{CO}_2$

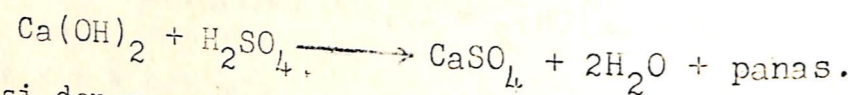


#### Netralisasi :

Basa kuat dari batu kapur  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  pada proses ionisasi akan menghasilkan ion  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $2 \text{OH}^-$  dari  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  disebut berbasas dua, bila dinetralisasi dengan asam berbasas satu - seperti  $\text{HCl}$  dan  $\text{HNO}_3$  - reaksinya sebagai berikut :

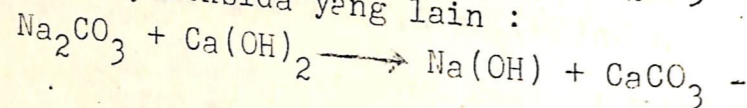


Sedangkan dengan asam berbasas 2 seperti  $\text{H}_2\text{SO}_4$  reaksinya menjadi berikut :



Reaksi dengan soda :

Basa kuat dari batu kapur  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  dapat bereaksi dengan persenyawaan karbonat seperti  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  dan  $\text{LiCO}_3$  dan membentuk hidroksida yang lain :



#### I.6. Cara pengambilan :

Pada garis besarnya cara pengambilan batu kapur ada 2 cara yaitu :

1. Cara tradisional (kecil-kecilan) yaitu dengan menggunakan alat penggali seperti ganco dan pengangkutan dilakukan oleh orang-orang setempat dengan menggunakan pikulan.
2. Secara besar-besaran, yaitu pemecahan dengan dynamit, yang kemudian dimuat dengan mesin cangkul (power shovel) ke truk-truk atau traktor set.

#### I.7. Cara pengolahan:

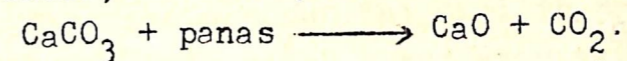
Pengolahan batu bintang tergantung pada penggunaannya. Bila dipergunakan sebagai bahan mentah (pemakaian secara langsung) batuan ini hanya mengalami proses mekanis saja yaitu dengan :

Memecah batuan tersebut menjadi ukuran yang lebih kecil dengan crusher, atau bila menghendaki dalam bentuk serbuk

dapat pula diserbukkan dengan mills.

Bila untuk membuat bahan-bahan kimia seperti untuk membuat  $\text{CaCO}_2$ ,  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ,  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{CO}_2$  batuan tersebut perlu diproses dahulu, yaitu dengan :

Pembakaran (calcining) pada suhu  $900 - 1000^\circ\text{C}$  dalam dapur vertikal, karena pada suhu tersebut kapur akan berdisosiasi, menurut persamaan reaksi :



$\text{CO}_2$  yang terjadi dapat ditampung dan  $\text{CaO}$  yang terbentuk diproses lebih lanjut sesuai dengan tujuan.

#### I.8. Penggunaan dari batu kapur :

Untuk bahan konstruksi/bangunan.

Sebagai bahan bangunan batu kapur dapat langsung dipakai sebagai misal untuk :

- Pengeras jalan, untuk ini ukuran yang baik adalah 0,25 - 0,5 in.
- Sebagai bantalan/landasan jalan kereta api. Untuk ini ukuran yang baik adalah 0,75 - 2,5 in.
- Untuk bangunan dam, galangan kapal jembatan, dapat pula dipakai sebagai bahan pengisi dari lantai maupun jalan
- Dapat pula dipakai sebagai bahan campuran mineral;

Pada proses industri kimia:

Dari batu kapur dapat dibuat berbagai bahan kimia yang lain seperti, untuk membuat gas  $\text{CO}_2$ , kalsium karbida,  $\text{CaO}$ ,  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ,  $\text{CaCl}_2$ .

Pada industri keramik:

Serbuk batu kapur dapat dipergunakan sebagai bahan pembuat gelas, untuk alat-alat dari gelas, email dan sebagainya.

Bidang kedokteran/obat-obatan dan pertanian:

Untuk membuat pasta, sebagai obat pencegah penyakit tanaman, juga dalam pembuatan pupuk kosmetik.

Pada industri logam:

Dapat dipergunakan sebagai flux (sebagai bahan untuk me-

merendahkan titik lebur logam-logam) sebagai bahan yang tahan api.

Dibidang seni budaya :

Untuk seni budaya dapat dipergunakan sebagai bahan pembuatan patung, juga untuk lithograh.

Penggunaan batu kapur untuk proses industri kimia, kedokteran dan pertanian :

Dipilih batu kapur dari jenis batu bintang, karena batu bintang mengandung Kalsium Karbonat + 95% dan Magnesium Karbonat yang tak lebih dari 5%.

B A B II.

PEMILIHAN PROSES PEMBUATAN POWDER CALSIUM CARBONAT.

Sebagaimana telah diterangkan pada Bab I, bahwa proses pembuatan powder Kalsium Karbonat pada garis besarnya ada dua macam, tergantung dari produk yang dikehendaki. Yaitu produk yang disebut Kalsium Karbonat murni dan yang tidak murni.

Untuk perencanaan ini dipilih proses pembuatan Kalsium Karbonat yang tidak murni atau teknik. Adapun alasan-alasan yang dapat dikemukakan adalah sebagai berikut :

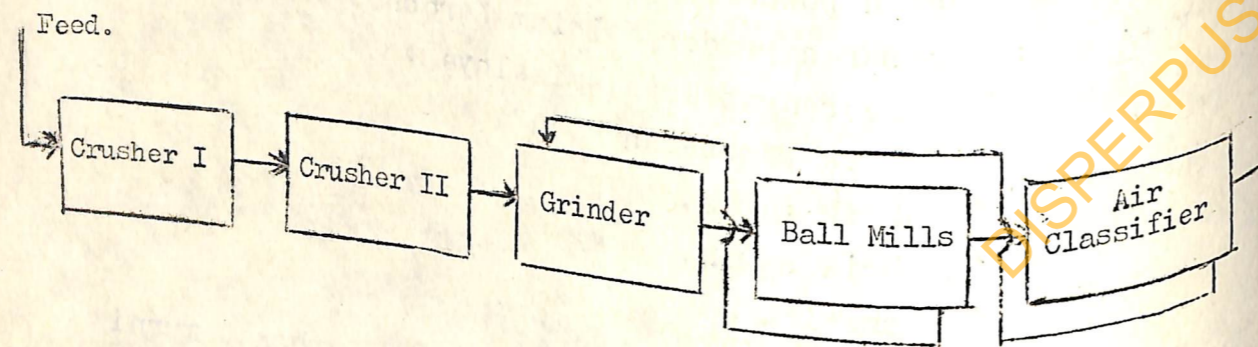
- Pertama : Tentang hal pemasaran powder Kalsium Karbonat murni lebih sempit dibanding dengan powder Kalsium Karbonat yang tidak murni (teknik).
- Kedua : Unit peralatan untuk pembuatan powder Kalsium Karbonat murni lebih rumit dibanding dengan pembuatan powder Kalsium Karbonat yang tidak murni
- Ketiga : Pemasaran powder Kalsium Karbonat teknik (tidak murni) sangat luas, misalnya :
- \* Pabrik pembuatan "Ban".
  - \* Pabrik gelas.
  - \* Pabrik semen.
  - \* Kosmetik.
  - \* Dan lain-lain.
- Sedang pemasaran powder Kalsium Karbonat murni antara lain :
- \* Kosmetik.
  - \* Laboratorium.
- Keempat : Deposit batu batuan yang mengandung Kalsium Karbonat yang kadar Kalsium Karbonatnya tinggi banyak terdapat di pegunungan pegunungan seperti : Malang Selatan (daerah Lodoyo ), Tulungagung, Bojonegoro dan lain-lain.
- Kelima : Unit peralatan untuk pembuatan powder Kalsium Karbonat tidak terlalu sulit untuk dibuat. Dan

hal ini memungkinkan bagi calon pengusaha yang ekonominya lemah dapat melaksanakannya.

Atas dasar tersebut diatas, maka dalam pemilihan proses pembuatan Kalsium Karbonat dipilih jenis batuan yang disebut batu bintang.

Batuan jenis batu bintang ini pada umumnya mempunyai kadar Kalsium Karbonat lebih tinggi dibanding dengan Kalsit, Kapur dan lain-lain.

Sedang bagan proses pembuatan powder Kalsium Karbonat dapat dilihat dalam flow diagram dibawah ini :



FLOW DIAGRAM PEMBUATAN POWDER  
" KALSIMUM KARBONAT ".

### PERENCANAAN PEMBUATAN POWDER KALSIMUM KARBONAT.

Perencanaan unit peralatan pembuatan powder Kalsium Karbonat telah disebutkan dalam Flow diagram pada bab. II. Adapun urutan pembuatan powder Kalsium Karbonat adalah sebagai berikut :

- Pencucian
- Pemecahan tingkat pertama dengan menggunakan peralatan yang disebut Primair Crusher.
- Pemecahan tingkat kedua dengan menggunakan peralatan yang disebut Secundair Chrusher.
- Penghalusan tingkat pertama dengan mempergunakan Grinder, dari alat ini telah dihasilkan serbuk  $\text{CaCO}_3$ .
- Penghalusan lanjut untuk menghasilkan serbuk halus dari  $\text{CaCO}_3$  yang sesuai dengan mesh yang dikehendaki, adapun alat yang dipergunakan untuk ini adalah Ball-Mills.
- Sebagai pemisah hasil penghalusan dari-Ball-Mills dipergunakan Air-Classifair dan bagian yang belum lolos akan kembali lagi ke dalam Ball-Mills tersebut.

Perhitungan Material Balance, setelah pencucian:

- Feed masuk Primair Crusher:  
Jenis Crusher yang dipergunakan adalah Dodge Jaw Crusher.  
Feed masuk berukuran rata-rata 6 in =  $\pm$  15 cm.  
Reduction ratio = 4 : 1.  
Hasil keluar rata-rata = 1,5 in.  
H P yang dipergunakan = 3 HP.  
Capasitas yang dicapai = 1 Ton/jam.  
Hasil pemecahan 85% berukuran 1,5 in, sedang bagian yang kasar kembali ke Crusher tersebut.
- Feed masuk Secundair Crusher:  
Jenis Crusher yang dipergunakan = Universal Jaw Crusher  
Feed masuk berukuran rata-rata = 1,5 in.



B A B IV.

PERKIRAAN KEBUTUHAN MODAL DAN UNTUNG RUGI.

Perkiraan ini diperhitungkan atas dasar :

- Kapasitas produk 2 Ton/hari.
- Harga produk Rp.50,-/Kg.

Kebutuhan akan modal:

Modal tetap:

Tanah ± 500 m <sup>2</sup> @ Rp.2.000,-	Rp. 1.000.000,-
Bangunan ± 300 m <sup>2</sup> @ Rp.12.500,-	" 3.750.000,-
<u>Peralatan:</u>	
Primair Crusher	" 800.000,-
Secundair Crusher	" 800.000,-
G r i n d e r	" 750.000,-
Ball Mills.	" 1.000.000,-
Air Classifier	" 500.000,-
Kereta dorong	" 250.000,-
Timbangan	" 500.000,-

Jumlah : Rp. 9.350.000,-

Modal tidak tetap (kerja).

Modal ini diperhitungkan untuk + 3 bulan

- Bahan baku untuk 25 hari kerja (1 bulan). Harga bahan baku ± Rp.10,-/kg.	
- Harga bahan baku untuk 3 bulan = 10 x 2.000 x 75	Rp. 1.500.000,-
- Peralatan seperti karung dan lain-lain harga Rp.100,-/buah. Jumlah 3000 buah..	" 300.000,-
- Gaji karyawan bebas sebanyak 6 orang dengan Rp.1.000,-/orang/hari	" 450.000,-
- Tenaga listrik dan air	" 100.000,-

Rp. 2.350.000,-

Jumlah modal tidak tetap untuk 1 tahun  
= 4 x Rp.2.350.000,-

Sehingga jumlah modal yang diperlukan:	
Modal tetap	Rp. 9.350.000,-
Modal tidak tetap	" 9.400.000,-
Jumlah modal ...	Rp. 18.750.000,-
Dibulatkan jadi	Rp. 19.000.000,-

PERHITUNGAN BIAYA PRODUKSI:

Biaya tetap.

- Gaji pimpinan : 1 x 12 x Rp.50.000,-	... .	Rp. 600.000,-
Gaji Staff : 2 x 12 x Rp.60.000,-	....	" 1.200.000,-
- Pemeliharaan : 4/100 x Rp.9.350.000,-	...	" 374.000,-
Penyusutan bangunan : 10/100 x Rp.3.750.000,-	"	375.000,-
Penyusutan peralatan: 10/100 x Rp.4.600.000,-	"	460.000,-
- Pengawasan mutu	"	100.000,-
- Bila modal pinjam Bank :		
15/100 x Rp.9.350.000,-	.....	" 1.402.500,-
18/100 x Rp.2.350.000,-	.. . . .	" 423.000,-
		Rp.4.934.500,-
	Dibulatkan jadi	..... Rp.4.950.000,-

- Biaya tidak tetap.

- Bahan baku: 300 x 2000 x Rp.10,- = 1 th.		
300 hari	.....	Rp.6.000.000,-
- Peralatan: kranjang dsb.		" 50.000,-
- Karyawan 6 orang		" 1.800.000,-
- Tenaga listrik dan air		" 400.000,-
	Jumlah :	Rp.8.250.000,-

\* PERHITUNGAN KEUNTUNGAN.

Produk 1 th. = 300 x 2000 x 600.000 kg.		
Penjualan = Rp.50,- x 600.000,	.....	Rp.30.000.000,-
Biaya produksi (tetap dan tidak tetap)		
Rp.4.950.000 + Rp.8.250.000,-	.....	" 13.200.000,-
Pajak penjualan 10%.		
Pajak 10% = 10/100 x Rp.30.000.000,-		" 3.000.000,-
	Profir kotor	Rp.13.800.000,-
Pajak keuntungan 20 % =		
20/100 x Rp.13.800.000,-		Rp. 2.760.000,-
	Profit bersih	<u>Rp.11.040.000,-</u>

PENGEMBALIAN MODAL:

$$\begin{aligned} & - \frac{\text{Keuntungan bersih} + \text{penyusutan} \times 100 \%}{\text{Jumlah modal}} = \\ & = \frac{11.040.000,- + 835.000,-}{19.000.000,-} \times 100 \% = 62,5 \% \end{aligned}$$

Waktu pengembalian modal.

$$\frac{100}{62,5} \times 1 \text{ tahun} = 1,6 \text{ tahun.}$$

Perhitungan batas laba rugi :

$$\begin{aligned} & \frac{\text{beaya tetap}}{\text{hasil penjualan} - \text{beaya tidak tetap}} \times 100 \% = \\ & = \frac{4.950.000,-}{30.000.000,- - 8.250.000,-} \times 100 \% = 22,758 \% \end{aligned}$$

Nilai batas laba rugi.

$$0,22758 \times \text{Rp. } 30.000.000,- = \text{Rp. } 6.827.400,-$$

Kapasitas pada batas laba rugi:

$$0,22758 \times 2000 \text{ kg.} = 455,16 \text{ kg.}$$

B A B V  
PERENCANAAN CRINDER.

## I. Grinder bagian atas ( dua roda penggilas ).

$$V = \frac{\pi}{4} D^2 L.$$

$$D = \text{Diameter grinder} = 300 \text{ mm.}$$

$$L = \text{Tabel Grinder} = 100 \text{ mm.}$$

$$V = \text{Volume grinder.}$$

Grinder tersebut terbuat dari besi tuang, berarti mempunyai berat jenis = 7,03 gr/cm<sup>3</sup>.

$$V = 0,785 \times 300 \times 100 = 7065000 \text{ mm}^3 = 7065 \text{ cm}^3$$

$$S = \text{BJ besi tuang} = \text{berat/volume.}$$

$$\text{Berat Grinder bagian atas} = \text{Volume} \times s. =$$

$$7065 \times 7,03 = 49666,95 \text{ Gr.}$$

$$\text{Jadi berat satu Grinder} = 49,67 \text{ Kg} = 50 \text{ kg.}$$

$$\text{Berat untuk 2 Grinder (roda penggilas bag.atas)} = 100 \text{ kg.}$$

## II. Grinder bagian bawah (meja penggilas).

Data yang ada.

$$D = \text{diameter grinder} = 450 \text{ mm.}$$

$$L = \text{tebal} = 15 \text{ mm.}$$

$$G = V S.$$

$$V = \frac{\pi}{4} D^2 L.$$

$$= 0,785 \cdot 450^2 \cdot 15 = 2384437,5 \text{ mm}^3 = 2384,5 \text{ cm}^3$$

$$G_1 = 2384,5 \times 7,03 = 16763 \text{ Gr.}$$

Lubang yang berada ditengah (lubang poros) = ± 60 mm.

$$\text{Luas lingkaran} = \pi \cdot r^2.$$

$$= 3,14 \times 30^2 = 2826 \text{ mm}^2 = 28,26 \text{ cm}^2.$$

$$\text{Tebal / tinggi} = 15 \text{ mm.}$$

$$V = 28,26 \times 1,5 = 42,39 \text{ cm}^3.$$

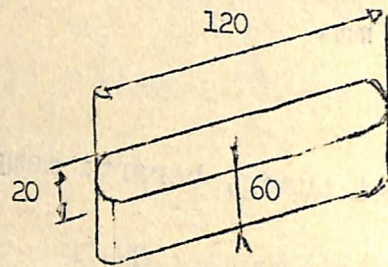
$$\begin{aligned} \text{Maka berat bagian yang berlubang} &= G_2 = 42,39 \times 7,03 \\ &= 298 \text{ gr.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jadi berat bagian bawah} &= G = G_1 - G_2 \\ &= 16763 - 298 = 16465 \text{ gr.} \end{aligned}$$

$$\text{Maka } G = 16,5 \text{ kg.}$$

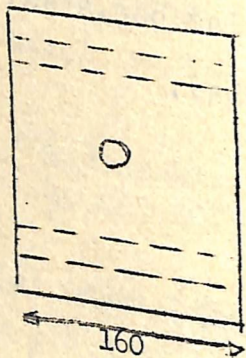
### III. Bagian-bagian yang lain dan berada diatas.

#### a. Pipi engkol.



$$\begin{aligned} \text{Volume bagian pipi engkol} &= 120 \times 20 \times 60 \\ V_1 &= 144000 \text{ mm}^3 = 144 \text{ cm}^3 \\ \text{Berat satu pipi engkol} &= V \times S. \\ G_1 &= 144 \times 7,03 = 1012,32 \text{ gr.} \\ \text{Berat untuk dua pipi engkol} &= 2 \times 1012,32 = 2024,64 \text{ Gr.} \end{aligned}$$

#### b. Dudukan engkol.



$$\begin{aligned} \text{Diketahui :} \\ \text{panjang} &= 220 \text{ mm} \\ \text{lebar} &= 160 \text{ mm} \\ \text{tinggi/tebal} &= 60 \text{ mm} \\ \text{Volume} &= 220 \times 160 \times 60 = 2112000 \text{ mm}^3 = 2112 \text{ cm}^3 \\ \text{Berat dudukan engkol} &= V \times S_{bt} \end{aligned}$$

$$\text{Jadi } G_2 = 14,84 \text{ Kg} \approx 15 \text{ Kg.}$$

#### Berat bagian yang berlubang.

$$D = \pm 60 \text{ mm.}$$

$$\begin{aligned} \text{Luas lingkaran} &= \pi r^2 \\ &= 3,14 \times 30^2 = 2826 \text{ mm}^2 = 28,26 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Tebal / tinggi} = 60 \text{ mm.}$$

$$V = 28,26 \times 6 \text{ cm} = 169,56 \text{ cm}^3$$

$$G_3 = S_{bt} \times V.$$

$$= 7,03 \times 169,56 = 1192 \text{ gr} = 1,2 \text{ kg.}$$

$$\begin{aligned} G \text{ (berat sesungguhnya)} &= G_2 - G_3 \\ &= 15 \text{ kg} - 1,2 \text{ kg} = 13,8 \text{ kg.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Maka berat bagian-bagian grinder} \\ &= 2 \text{ kg} + 13,8 \text{ kg} = 15,8 \text{ kg.} \end{aligned}$$

### IV. Volume Grinder.

$$\text{Diameter untuk isi} = 340 \text{ mm.}$$

$$\text{Tinggi / tebal dinding} = 300 \text{ mm.}$$

$$\text{Volume Grinder} = \pi r^2 t.$$

$$\begin{aligned} &= 3,14 \times 170^2 \times 300 = 27223800 \text{ mm}^3 \\ &= 27223,8 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Setengah volume Grinder} &= \frac{1}{2} \times \pi \times 170^2 \times 300 = \\ &= 13611900 \text{ mm}^3 \end{aligned}$$

Isi grinder diambil  $\frac{2}{3}$  dari  $\frac{1}{2}$  tinggi ruang penghalus.

$$\text{Maka} = \frac{2}{3} \times 13611900 = 9074599,9 \text{ mm}^3$$

$$V = 9074,6 \text{ cm}^3$$

$$\begin{aligned} \text{Berat } \text{CaCO}_3 \text{ yang diperlukan} &= 9074,6 \times 7,2 = \\ &= 65337,12 \text{ gr.} \end{aligned}$$

$$G = 65,34 \text{ Kg.}$$

Maka berat beban seluruhnya = berat Grinder atas + berat Grinder bawah + berat bagian-bagian Grinder + berat dari  $\text{CaCO}_3$ .

$$\text{Berat} = 100 + 16,5 + 15,8 + 65,34 = 197,64 \text{ Kg.}$$

### PERENCANAAN CRUSHER.

Menurut data yang ada untuk motor 2 PK, putarannya = 950 rpm. Maka  $n = n_1 = 900 \text{ rpm.}$

$$i_1 = n_1/n_2 = D_2/D_1 = 5.$$

$$i_2 = n_2/n_3 = 2.$$

$$n_2 = 950/5 = 190 \text{ rpm.}$$

$$n_3 = 190/2 = 95 \text{ rpm.}$$

Diminta besarnya diameter V belt ( $D_2$ ) = 400 mm.

$$i_1 = D_2/D_1 = 5$$

$$D_1 = 400/5 = 80 \text{ mm.}$$

Dimisalkan/ditentukan  $M = \text{modul} = 10.$

Jumlah gigi-gigi untuk roda-roda gigi kerucut adalah sebagai berikut :

$z_1 = 18$  dan  $z_2 = 24$ .

Sedang lebar gigi = 8 x m.

$D_1 = z_1 \quad M = 18 \times 10 = 180 \text{ mm.}$

$D_2 = z_2 \quad M = 24 \times 10 = 240 \text{ mm.}$

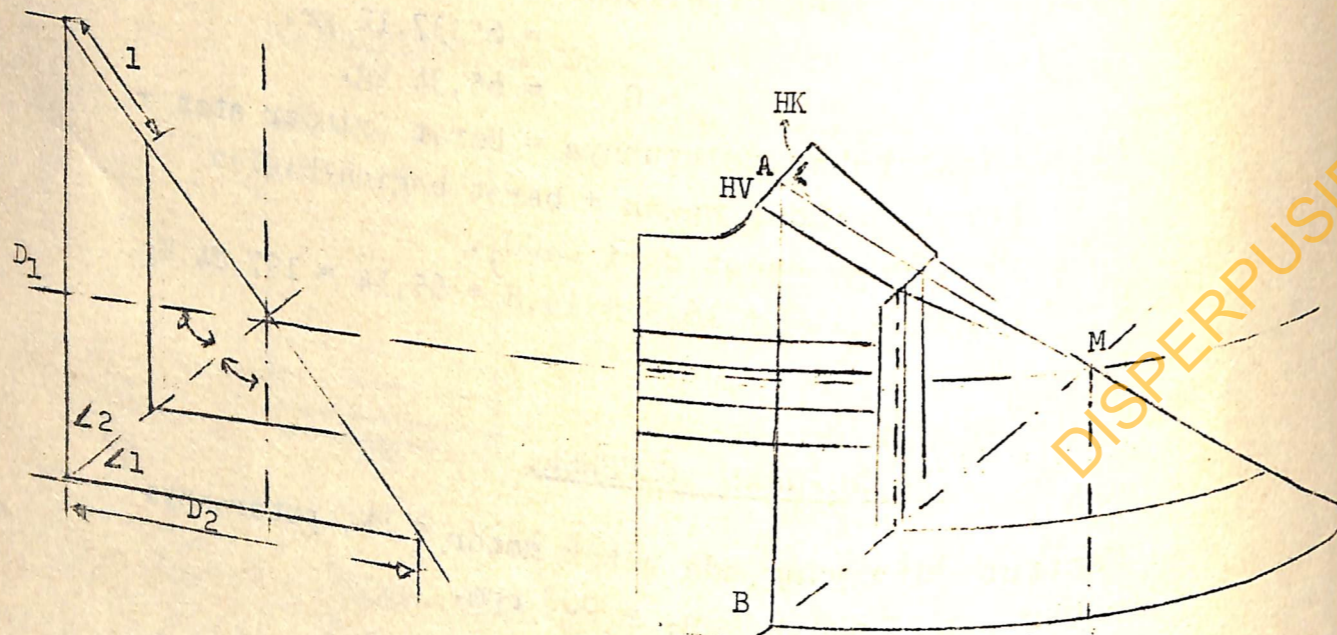
(L) = lebar gigi = 8 x n = 8 x 10 = 80 mm.

$\text{tg } \alpha_1 = \frac{1}{2} D_2 / \frac{1}{2} D_1 = 120 / 90 = 4/3.$

$\text{tg } \alpha_2 = \frac{1}{2} D_1 / \frac{1}{2} D_2 = 90 / 120 = 3/4$

$\alpha_1 + \alpha_2 = 90^\circ.$

$\alpha_1 = 53^\circ 7' 48''.$   
 $\alpha_2 = 36^\circ 52' 12''.$



$HK = 0,8 \text{ m}$   
 $HK = 0,8 \times 10 = 8 \text{ mm.}$   
 $HV = m = 10 \text{ mm}$

Garis AM = 120/cos

$\text{tg } \beta_1 = \frac{HK}{AM} = \frac{8 \cos \alpha_2}{120} = \frac{\cos \alpha_2}{15} = \frac{\cos 36^\circ 52' 12''}{15}$

$\beta_1 = 3^\circ 4'$   
 $\beta_2 = 2^\circ + 1'$

dimana:

$\text{tg } \beta_2 = HV/AM = 10 \cos \alpha_2 / 120 = \cos 36^\circ 56' 12'' / 12 =$

$\beta_2 = 3^\circ 49'.$

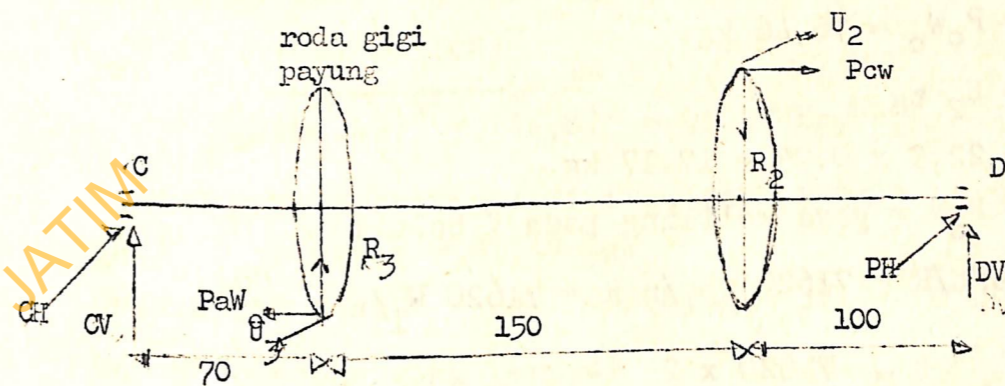
$\beta_2 = \alpha_2 + \beta_1$

$= 36^\circ 52' 12'' + 3^\circ 4' = 39^\circ 56' 12''$

$\beta_1 = \alpha_2 + \beta_2$

$\beta_1 = 36^\circ 52' 12'' - 3^\circ 49' = 35^\circ 3' 12''.$

PERHITUNGAN POROS.



Gaya keliling  $U_3 = \frac{1,95 \times 10^6 \times N_3}{n \text{ do.}}$

$N = N_1 = 2 \text{ PK.}$

$1 \text{ PK} = 0,746 \text{ KW.}$

$N_1 = 2 \times 0,746 = 1,492 \text{ KW.}$

$N_2 = N_1.$

$\epsilon$  = efisiensi dari pada motor, direndanakan = 0,6.

$N_2 = 0,6 \times 1,49 = 0,894 \text{ KW, dimana } N_2 = N_3$

$N_3 = \frac{1,95 \times 10^6 \times N_3}{n_2 \text{ do}_3}$

$= \frac{1,95 \times 10^6 \times 0,894}{190} =$  dimana  $n_2 = 190$   
 $\text{do}_3 = 180 \text{ mm.}$

$$U_3 = 50,97 \text{ Kg.}$$

$$R = R_1 = R_2 = U_2 \text{ tg.}$$

$$\angle = 37^\circ$$

$$\text{tg } \angle = 0,75.$$

$$U_2 = \frac{1,95 \times 10^6 N_4}{n_2 d_{o2}} = \frac{1,95 \times 10^6 \times 0,894}{190 \times 400} = 22,9 \text{ kg.}$$

$$U_4 = \frac{1,95 \times 10^6 \times 0,894}{n_3 d_{o4}} = \frac{1,95 \times 10^6 \times 0,894}{95 \times 240} = 76,46 \text{ Kg.}$$

$$U_4 = P_o W_o = 76,46 \text{ kg.}$$

$$R_1 = U_2 \text{ tg.}$$

$$R_1 = 22,9 \times 0,75 = 17,17 \text{ kg.}$$

$U_1 = P_o W =$  gaya keliling pada V belt 1.

$$U_1 = M_t/R = 71620 \frac{N_1}{n R} = 71620 \frac{N_1}{n} \times 0,5 D.$$

$$= \frac{71620 \times 2}{950 \times 0,5 \times 8} = 37,69 \text{ kg.}$$

$$U_3 = 50,97 \text{ kg.}$$

$$R_3 = U_4 \text{ tg.}$$

$$= 76,46 \times 0,75 = 57,34 \text{ kg.}$$

$$- R_3 \times 70 + R_2 \times 220 + P_o W_o \times 0,5 \times d_{o3} = DV \times 320 +$$

$$P_o W_o \times 0,5 \times d_{o2} = 0.$$

Maka :

$$DV = 1/320 (76,46 \times 0,5 \times 100 + 37,69 \times 0,5 \times 400 - 57,34 \times 70 + 17,17 \times 220).$$

$$DV = 44,32 \text{ kg.}$$

$$DV \times 70 - U_2 \times 220 - DH \times 320 = 0.$$

$$\text{Maka } DH = (U_3 \times 70 - U_2 \times 320) / 320 =$$

$$(50,97 \times 70 - 22,9 \times 320) / 320 = - 11,75 \text{ kg.}$$

$$D_{res} = \sqrt{(DV)^2 + (DH)^2} = \sqrt{(44,32)^2 + (-11,75)^2} = 45,85 \text{ kg.}$$

$$P_a W_o \times 0,5 \times d_{o2} + R_3 \times 250 - R_2 \times 100 + P_a W_o \times 0,5 \times d_{o3} - CV \times 320 = 0.$$

Maka :

$$CV = 1/320 (37,69 \times 0,5 \times 400 + 57,34 \times 250 - 17,17 \times 100 + 76,46 \times 0,5 \times 180) = 84,49 \text{ Kg.}$$

$$CH = 320 - U_3 \times 250 + U_2 \times 70 = 0.$$

$$CH = 1/320 (50,97 \times 250 - 22,9 \times 70) = 34,8 \text{ Kg.}$$

$$C_{res} = \sqrt{(CV)^2 + (CH)^2} = \sqrt{(84,49)^2 + (34,8)^2} = 91,37 \text{ Kg.}$$

Dari 2 gaya resultante diatas, gaya yang terbesar adalah gaya  $C_{res}$  yaitu = 91,37 Kg.

$$\text{Gaya axial } (P_a W_o - P_a W) = (76,46 - 37,69) = 38,77 \text{ kg.}$$

Moment banding yang terjadi :

$$M_b = 91,37 \times 7 = 639,59 \text{ Kg cm.}$$

Moment puntir yang terjadi :  $M_t = 71620 \text{ M/n}_2$

$$M_t = 71620 \times 2/190 = 753,89 \text{ Kg cm.}$$

$$n_2 = 190 \text{ rpm.}$$

$$M_{res} = \sqrt{(M_b)^2 + (M_t)^2} = \sqrt{(639,6)^2 + (1/1,7 \times 753)^2} = 778 \text{ Kg cm.}$$

Dari Hutts II A, rumus.

$$d \text{ poros} = 2,17 \sqrt{M_{res} / \sigma_b \text{ zul.}}$$

Direncanakan bahan poros St 70, dengan faktor pengaman = 5.

$$\text{Maka } \sigma_b \text{ zul} = \sigma_t \text{ zul} = 7000/5 = 1400 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Maka } d \text{ poros} = 2,17 \sqrt{778/1400} = 1,61 \text{ cm.}$$

Maka diameter poros direncanakan  $d = 3 \text{ cm} = 30 \text{ mm.}$

\*  $P_1$  = gaya keliling Grinder pada Grinder bagian atas.  
 $P_1 = Mt/R$  -----  $P_1 = 71620 \text{ N}/n_3 R$  -----  $n = 95 \text{ rpm}$ .  
 $P_1 = 71620 \text{ N}/n \times 0,5 D$ .

$$N_{N_4} = \eta N_2 \quad N_2 = N_3 = 0,6 \times 2 = 1,2 \text{ PK.}$$

$\eta$  = efisiensi, dipakai = 0,6.

$$\text{Maka } N_4 = 0,6 \times 172 = 0,72 \text{ PK.}$$

$$P_1 = \frac{71620 \times 0,72}{95 \times 30 \times 0,5} = 36,186 \text{ Kg.}$$

\*  $P_2$  = Gaya keliling Grinder bagian bawah.

$$P_2 = Mt/R \text{ ----- } P_2 = 71620 \text{ N}/n_3 R = 71620 \text{ N}/n_3 \times 0,5 \times D.$$

dimana  $D = 450 \text{ mm}$ .

$$P_2 = \frac{71620 \times 0,72}{95 \times 0,5 \times 450} = 24,12 \text{ kg.}$$

$$P_2 = U_5 = 24,12 \text{ Kg.}$$

$U_4$  = gaya keliling roda gigi payung 2.

$$U_4 = 76,46 \text{ Kg.}$$

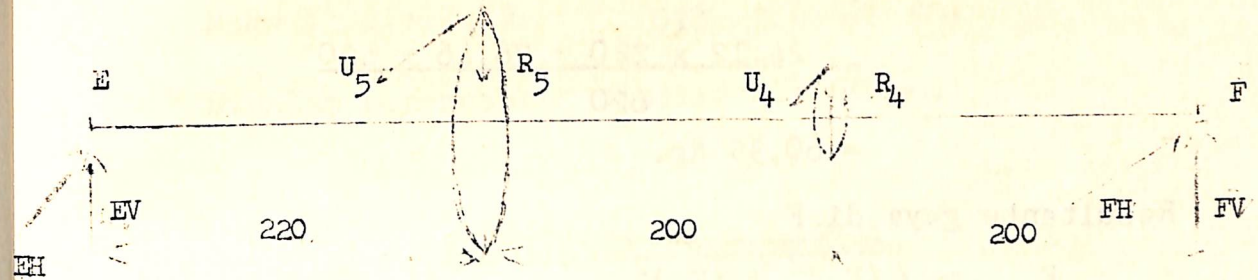
$R_4$  = gaya radial

$$= U_4 \text{ Tg}$$

$$= 53^\circ$$

$$R_4 = 76,46 \times 1,32 = 100,92 \text{ kg.}$$

$$53^\circ = 1,32.$$



$R_5$  = Gaya radial dari grinder,

$$R_5 = 943 \text{ Kg.}$$

Gaya pada bantalan E ;  $M_a \times F = 0$ .

$$\text{Vertikal : } E_v \times 620 - R_5 \times 400 + R_4 \times 200 = 0.$$

$$E_v = \frac{R_5 \times 400 - R_4 \times 200}{620}$$

$$= \frac{943 \times 400 - 100,92 \times 200}{620} = 575,8 \text{ Kg.}$$

Horizontal :

$$E_H = \frac{U_5 \times 400 + U_4 \times 200}{620}$$

$$E_H = \frac{42,12 \times 400 + 76,46 \times 200}{620} = 40,225 \text{ Kg.}$$

Resultante gaya di E.

$$E_{res} = \sqrt{(E_v)^2 + (E_h)^2} = \sqrt{(575,8)^2 + (40,225)^2}$$

$$= 577,2 \text{ Kg.}$$

Gaya pada bantalan H :  $M_a E = 0$

$$\text{Vertikal : } F_v = \frac{R_4 \times 420 + R_5 \times 220}{620}$$

$$= \frac{100,92 \times 420 + 943 \times 220}{620}$$

$$= 402,97 \text{ Kg.}$$

$$\begin{aligned} \text{Horizontal : } F_h &= \frac{U_5 \times 220 + U_4 \times 420}{620} \\ &= \frac{24,12 \times 220 + 76,46 \times 420}{620} \\ &= 60,35 \text{ Kg.} \end{aligned}$$

Resultante gaya di F :

$$\begin{aligned} F_{res} &= \sqrt{(F_v)^2 + (F_h)^2} \\ &= \sqrt{(402,97)^2 + (60,35)^2} = 407,464 \text{ kg.} \end{aligned}$$

Moment bending yang timbul :

Pada bantalan E :  $M_b = E_{res} \times 22$   
 $= 577,2 \times 22 = 12698,4 \text{ Kg cm.}$

Pada bantalan F :  $M_b = F_{res} \times 20$   
 $= 407,46 \times 20 = 8149,2 \text{ Kg cm.}$

Ternyata moment bending yang terbesar pada bantalan E = 12698,4 Kg cm.

Moment puntir yang timbul :

$$\begin{aligned} M_t &= 71620 \text{ M/n}_3 \\ &= 71620 \times \frac{2}{95} = 1507,78 \text{ kg cm.} \end{aligned}$$

Moment resultante :

$$\begin{aligned} M_{res} &= \sqrt{(M_b)^2 + (M_t)^2} \\ M_{res} &= \sqrt{(12698,4)^2 + (1/1,7 \times 1507,78)^2} \\ &= 12729,3 \text{ Kg cm.} \end{aligned}$$

Dari Hutte II A , rumus :

$$d \text{ poros} = 2,17 \sqrt[3]{\frac{M_{res}}{b \text{ zul.}}}$$

Bahan poros dipilih : St 70, maka  $b \text{ zul} = 1500 \text{ Kg/cm}^2$

$$\text{Maka : } d = 2,17 \sqrt[3]{\frac{12729,3}{1500}} = 4,426 \text{ cm.}$$

Didalam perencanaan dipilih  $d = 60 \text{ mm.}$

PERHITUNGAN GAYA RADIAL.

F = gaya radial.

$$F = MV^2/R.$$

$$V = R \cdot \omega$$

Dimana : M = massa benda.

V = kecepatan keliling.

$\omega$  = kecepatan sudut.

R = hari-jari.

$$F = \frac{M \omega^2 R^2}{R} = M \omega^2 R.$$

$\omega = \text{rad/det}$  dimana  $n = 95 \text{ rpm.}$   
 $95/60 \text{ putaran/det}$  ----- tiap detik 1,58 put.

Berarti 1 det. =  $1,58 \times 360^\circ = 568,8^\circ.$   
 $1^\circ = \pi / 180^\circ \text{ rad/det.}$

$$180^\circ = \pi \text{ radian}$$

$$\omega = 568,8 \times \pi / 180^\circ \text{ rad/dt.}$$

$$\omega = 9,92 \text{ rad/det.}$$

$$\rho = \text{masa jenis } CaCO_3 = 2,7 \text{ gr/cm}^3$$

D Grinder sebelah bawah = 450 mm.

$$R = 225 \text{ mm.}$$

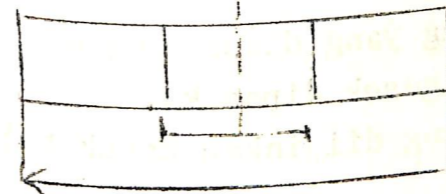
$$I_1 = \text{Volume.}$$

$$= R^2 \times t.$$

$$= 3,14 \times (225)^2 \times 100$$

$$= 15904312,8 \text{ mm}^3$$

$$I_2 = R^2 \times t.$$



Maka  $P/A = 753,89/3,2 = 235,59 \text{ Kg/cm}^2$   
 Ternyata  $P/A = 235,6 < 960 \text{ kg/cm}^2$ , maka pasak aman.

## 2. Koreksi terhadap beban tekan.

Syarat  $P \leq t/2 \cdot c \cdot \text{zul}$ .

$c \cdot \text{zul}$  = tegangan kompresi yang diijinkan.

maka :  $t/2 \cdot c \cdot \text{zul} = 0,7/2 \times 4 \times 1800 \text{ kg/cm}^2$   
 $= 2520 \text{ kg}$ .

$$P = 753,89 \text{ kg}$$

maka  $753,89 < 2520$  c zul.

Maka pasak aman dan memenuhi syarat.

$$I_2 = 3,14 \times 20^2 \times 100 = 125663,7 \text{ mm}^3$$

$$I = I_1 - I_2$$

$$= 15904312,8 - 125663,7 = 15778649,1 \text{ mm}^3$$

$$V/I = 15778,6 \text{ cm}^3$$

$$CaCO_3 = M/V$$

$$M = 2,7 \times 15778,6 = 42602,22 \text{ gr} = 42,6 \text{ Kg}$$

$$= M \times 10^{-2} \text{ R}$$

$$M = 42,6 \times 9,92^2 \times 0,225 = 943$$

## PERHITUNGAN PASAK.

Pasak untuk Poros II.

Untuk roda gigi payung I, putaran  $n = 190 \text{ rpm}$ .

Diameter poros II = 30 mm.

Dari N 161 dan N 162, untuk  $d = 30 \text{ mm}$ , didapat :

Lebar pasak  $l = 8 \text{ mm}$

Tinggi pasak  $t = 7 \text{ mm}$ .

Panjang pasak  $p = 40 \text{ mm}$ .

Bahan pasak dipilih St 60.

Maka  $b = 6,000 \text{ kg/cm}$ .

$$c \cdot \text{zul} = t \cdot \text{zul} = b/fk = 6000/5 = 1200 \text{ kg/cm}^2$$

$$fk = 5$$

$$s \cdot \text{zul} = 0,8 \cdot t \cdot \text{zul}$$

$$= 0,8 \times 1200 = 960 \text{ kg/cm}^2$$

$$c \cdot \text{zul} = 1,5 \times 1200 = 1800 \text{ kg/cm}$$

## 1. Koreksi terhadap beban geser.

Syarat  $P/A$

dimana :  $P = c \cdot \text{zul}$ .

$A =$  gaya keliling yang diterima pasak.

$A =$  luas bidang gesek dipasak.

$c \cdot \text{zul} =$  teg geser yang diijinkan untuk bahan pasak.

Gaya keliling:

$$P = 2 \cdot Mt/d$$

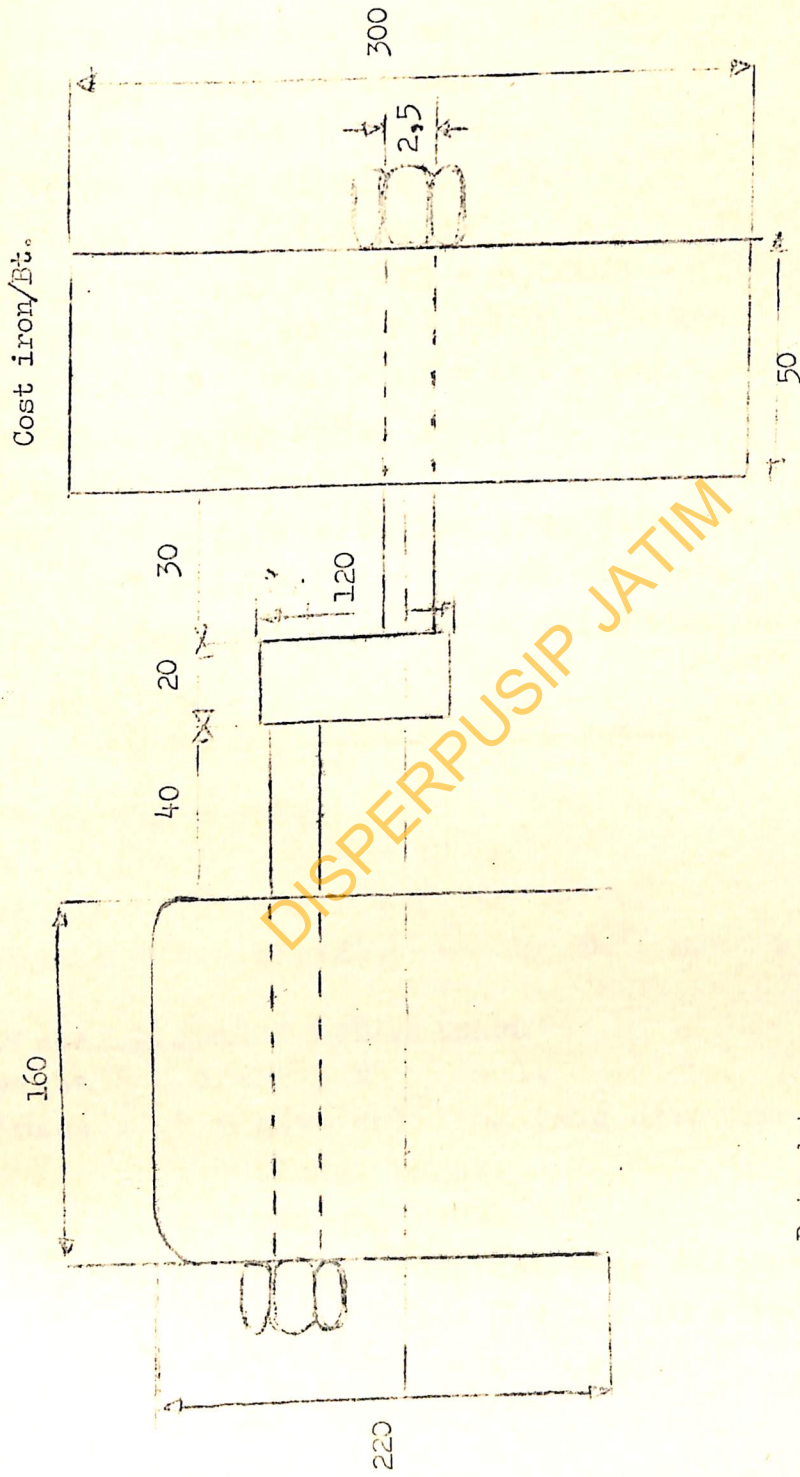
$$= 2 \times 71620 \times 2/190 \times 1,5 \times 1/3$$

$$= 753,89 \text{ kg}$$

Luas bidang gesek:

$$A = PL = 4 \times 0,8 = 3,2 \text{ cm}^2$$

DISPERPUSIP JATIM



Data-data:

$N = 1 \rightarrow 2$  Pr

Menakai Double B belt.

D pulley = 400 mm.

PASAK UNTUK RODA GIGI PAYUNG 2. (Poros).

Untuk roda gigi payung II putarannya  $n = 95$  rpm.

Diameter poros III = 60 mm.

Dari N 161 dan N 162, untuk  $d = 60$  mm, didapat :

Lebar pasak  $L = 18$  mm.

Tinggi pasak  $t = 11$  mm.

Panjang pasak  $p = 100$  mm.

Bahan pasak dipilih St 60.

Maka  $f_b = 6.000 \text{ Kg/cm}^2$ .  $f_k = 5$ .

$$f_s \text{ zul} = \sqrt{t} \text{ zul} = \sqrt{b/f_k} = 6.000/5 = 1200 \text{ Kg/cm}^2$$

$$f_s \text{ zul} = 0,8 \quad t \text{ zul} = 0,8 \times 1200 = 960 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_c \text{ zul} = 1,5 \quad t \text{ zul} = 1,5 \times 1200 = 1800 \text{ kg/cm}^2$$

Koreksi terhadap beban geser.

syarat  $P/A \leq f_s \text{ zul}$ .

Dimana :  $P$  = gaya keliling yang diterima pasak.

$A$  = luas bidang gesek dipasak.

$f_s \text{ zul}$  = tegangan geser yang diijinkan untuk bahan pasak.

Gaya keliling:

$$P = \frac{2 M_t d}{d} = \frac{2 \times 71620 \times 2/95 \times 1,5}{6} = 753,89 \text{ kg.}$$

Luas bidang gesek.

$$A = P \times l = 10 \times 1,8 = 18 \text{ cm}^2$$

$$\text{Maka } P/A = 753,89/18 = 41,88 \text{ kg/cm}^2$$

Ternyata  $P/A = 41,88 < 960 \text{ kg/cm}^2$ , maka pasak aman.

2. Koreksi terhadap beban tekan:

Syarat  $P < t/2 \times p \times f_c \text{ zul}$ .

Dimana :  $P$  = gaya keliling yang diterima pasak.

$t$  = tinggi pasak.

$p$  = panjang pasak.

$f_c \text{ zul}$  = tegangan kompresi yang diijinkan.

$$\text{Maka : } t/2 \times p \times f_c \text{ zul} = 0,7/2 \times 10 \times 1800 \text{ kg/cm}^2$$

$$= 6300 \text{ kg.}$$

$$P = 753,89 \text{ kg.}$$

Maka  $753,89 \text{ kg} \cdot t/2 \times p \times c \cdot z_{ul} = 6300 \text{ kg}$ .  
 Maka pasak aman dan memenuhi syarat.

PERENCANAAN BEARING UNTUK POROS II.

Rumus dari S K F.

$$P = x \cdot Fr + y \cdot Fa.$$

Dimana : P = equivalent bearing load (lb).

Fr = radial load (lb).

Fa = axial load (lb).

x dan y faktor gaya.

Dalam perencanaan ini terdapat gaya radial dan gaya axial, yang besarnya

$$Fr = 91 \text{ kg}.$$

$$Fa = 22,9 \text{ kg}.$$

$$n = 190 \text{ rpm}.$$

$$d = 30 \text{ mm}.$$

Direncanakan lh = umur bearing = 5000 jam.

$$\text{Maka } Fa/Fr = 22,9/91 = 0,25 \text{ e}$$

dimana harga e = 0,32.

Dan menurut tabel untuk  $Fa/Fr \leq e$ , sehingga didapatkan

$$x = 1 \text{ dan } y = 0.$$

$$\text{Jadi } P = x \cdot Fr + y \cdot Fa$$

$$= 1 \times 91 + 0 \times 22,9 = 91 \text{ kg}.$$

$$1 \text{ kg} = 2,199 \text{ lb, maka } P = 91 \times 2,199 \text{ lb} = 200,109 \text{ lb}.$$

Sesuai dengan rumus pada katalog S K F maka :

$$Lh = \frac{10^6}{60 n} (C/P)^3$$

$$5000 = \frac{10^6}{60 n 190} (C/P)^3$$

$$(C/P)^3 = \frac{5000 \times 60 \times 190}{10^6} = 57.$$

$$(C/P)^3 = 57.$$

$$P = 200,109 \text{ lb}$$

$$C/P = 3,848.$$

maka harga C = 770 lb.

Dari tabel pada katalog S K F (dipilih jenis loger taper roller bearing atau axial bearing) lihat gambar :

Dengan serie : 30306.

$$\text{Data-data : } d = 30 \text{ mm} \quad T_{10} = 20,75 \text{ mm}$$

$$D = 72 \text{ mm} \quad C \quad \text{mm}$$

$$B = 19 \text{ mm} \quad a = 16 \text{ mm}.$$

$$d_1 = \text{mm}$$

BEARING UNTUK POROS III.

Rumus dari S K F.

$$P = x \cdot Fr + y \cdot Fa.$$

Dimana : P = equivalent bearing load.

Fr = radial load.

Fa = axial load.

x dan y = faktor gaya.

Dalam perencanaan ini gaya axial dan gaya radial yang besarnya adalah :

$$Fr = 943 \text{ kg} \quad n = 95 \text{ rpm}.$$

$$Fa = 42,6 \text{ kg} \quad d = 60 \text{ mm}.$$

Direncanakan lh = umur bearing = 5000 jam.

$$\text{maka : } Fa/Fr = 42,6/943 = 0,045 \text{ e, dimana harga e} = 0,35$$

$$\text{maka } x = 1 \quad \text{dan } y = 0.$$

$$\text{Jadi } P = x \cdot Fr + y \cdot Fa$$

$$= 1 \times 943 + 0 \times 42,6 = 943 \text{ kg}.$$

$$P = 943 \text{ kg} = 2073,657 \text{ lb}.$$

Sesuai dengan rumus pada buku katalog S K F, maka :

$$Lh = \frac{10^6}{60 n} (C/P)^3.$$

$$5000 = \frac{10^6}{60 \times 95} (C/P)^3.$$

$$(C/P)^3 = \frac{5000 \times 60 \times 95}{10^6} = 28,5.$$

$$(C/P)^3 = 28,5 \quad C/P = 3,03.$$

Sedang harga P = 943 kg, maka c = 3,03 x 943 = 2857,29 kg.

$$c = 3,03$$

Dari tabel pada katalog S K F, dipilih jenis loger taper roller bearing atau axial bearing, dengan seri 30312.

Data-data :

$$d = 60 \text{ mm}$$

$$D = 130 \text{ mm.}$$

$$B = 31 \text{ mm}$$

$$d_1 =$$

$$T = 33,5 \text{ mm}$$

$$C =$$

$$a = 26 \text{ mm.}$$

DAFTAR PUSTAKA.

1. Doblo Volsky.,  
" Machine Element ".
2. J. La Hay,  
" Ilmu Menggambar Mesin ".
3. Kirk and Othmer,  
" Encyclopedia of Chemical Technologic"  
page : 414 - 430.
4. Perry J.H.,  
"Chemical Engineers Hand Book "  
Third Edition. Page :1107 - 1161.
5. Soewardjo Adikusuma Ir.Bsc,  
"Diktat Mineralogie".
6. Sularso Ir.Ms.Me.  
" Element Mesin ".  
Kiyoo Katsu Suga.
7. The Late Edward Salisbury Dana,  
"Mineral and how to a Study Them".  
Page : 187 - 193.

\*\*\*\*