



INFOMATEK

Volume 21 Nomor 1 Juni 2019

STRATEGIC PLANNING EKSPANSI KAPASITAS PRODUKSI SEMEN DARI 4 JUTA TPY MENJADI 7 JUTA TPY DI DEPARTEMEN PENAMBANGAN PADA PABRIK SEMEN PT."X"

Tjutju T. Dimiyati¹⁾, Dedy Setyo Oetomo

Program Pasca Sarjana Magister Teknik Industri
Fakultas Teknik – Universitas Pasundan

Abstrak: Keputusan Top Manajemen untuk meningkatkan kapasitas produksi dari 4 juta TPY menjadi 7 Juta TPY menyebabkan perubahan volume bahan baku dan peralatan yang di perlukan untuk mencapai target produksi yang baru. Dukungan ketersediaan bahan baku utama baik dari segi jumlah maupun kualitas merupakan hal yang sangat penting agar aktivitas produksi semen berlangsung sesuai rencana. Selain bahan baku, penyediaan peralatan produksi di departemen penambangan juga harus direncanakan agar mampu mengejar target produksi secara efektif dan efisien. Hal ini disebabkan adanya perbedaan antara waktu produksi pada *departement raw material preparation*, *departement clinker burning* dan *departement finished product* dengan waktu produksi di departemen penambangan. Kajian ini dilakukan untuk mendapatkan bahan baku yang diperlukan dengan peningkatan kapasitas produksi tersebut. Selain itu, dilakukan juga perhitungan untuk memperkirakan kebutuhan peralatan tambahan serta biaya yang perlu disediakan. Metode yang digunakan adalah simulasi perhitungan kebutuhan bahan baku dan peralatan dari masing masing proses yang ada di skematik proses pembuatan semen PCC di PT."X". Hasil perhitungan memperlihatkan bahwa selisih penambahan *limestone* adalah 2,960 ton, *claystone* 2,000 ton, *silica* 88 ton, dan *iron ore* adalah 62 ton. Kebutuhan alat penambangan bertambah menjadi hampir dua kali lipat, sedangkan biaya yang diperlukan adalah USD 24,776,786.

Kata kunci: Ekspansi Kapasitas, Volume Produksi, Spesifikasi Peralatan, Utilitas Peralatan

I. PENDAHULUAN

Semen merupakan salah satu komoditi strategis sebagai penunjang perekonomian nasional melalui pembangunan infrastruktur dan perumahan, gedung serta fasilitas umum lainnya. Sebaran industri semen tahun 2018 masih cenderung di Kawasan Indonesia Barat terutama di pulau Jawa dan Sumatera, dan

sebagian besar merupakan industri semen yang sudah terintegrasi. Dari perkiraan kapasitas tahun 2018 sebesar 108,6 juta ton, sebanyak 94,3 juta ton merupakan kapasitas pabrik semen terintegrasi sedangkan sisanya sebanyak 14,3 juta ton merupakan kapasitas *grinding mill*. Untuk Kawasan Indonesia Timur kapasitas produksi baru mencapai 1,6 juta ton dan semuanya sudah terintegrasi.

¹⁾ tjutjutarliah@unpas.ac.id

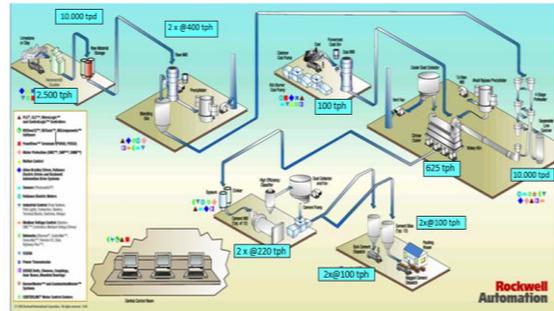
Mengantisipasi pertumbuhan pembangunan infrastruktur yang begitu pesat dalam 3 tahun terakhir dan tahun-tahun ke depan, PT. "X", suatu perusahaan semen di daerah Bayah Banten, mengambil keputusan strategis untuk menambah kapasitas produksi menjadi 7 juta TPY dari semula 4 juta TPY, untuk memenuhi pasar semen di Jawa Barat dan Banten.

Keputusan Top Management akan berdampak sangat besar pada produksi bahan baku utama industri semen, yaitu *Limestone* (CaCO_3), *Claystone* (Al_2O_3), *Iron Sand* (Fe_2O_3), dan *Silica Sand* (Si_2O_3). Selain itu juga berdampak pada jumlah peralatan yang di perlukan serta dimensi *stockpile* dari masing masing bahan baku utama industri semen. Optimasi jumlah produksi pada departemen penambangan merupakan harapan dari manajemen sehingga nantinya investasi dari peralatan akan bisa diminimumkan.

II. METODOLOGI

Metode yang di gunakan untuk menyelesaikan permasalahan *strategic capacity planning* ini adalah dengan melakukan simulasi perhitungan kebutuhan bahan baku dan peralatan dari masing masing proses yang ada di skematik proses pembuatan semen PCC di PT. "X". Pada perencanaan kapasitas ini tipe semen yang diproduksi adalah *Portland Composite Cement* yang dibuat melalui proses kering (*dry process*), dimana

perbedaan utamanya terletak dalam persiapan/preparasi bahan baku.



Gambar 1.
Kemampuan Peralatan Utama Pada Produksi semen di PT. "X"

Tabel 1. Jenis Peralatan Produksi Semen di PT X

Proses	Metoda
<i>Mining & Material Handling</i>	<i>Conventional (blasting), Loading & Hauling</i>
<i>Crushing</i>	<i>Two stage (primary and secondary) di lokasi quarry</i>
<i>Conveying of Limestone</i>	<i>Belt conveyors (8 km dari quarry ke plant)</i>
<i>Grinding</i>	<i>Ball Mills with / without conventional classifier</i>
<i>Pyro Processing</i>	<i>Dry (4 stage preheater, Conventional cooler, Single channel burner)</i>
<i>Blending & Storage</i>	<i>Batch/continuous-Blending Silos</i>
<i>Packing & Despatch</i>	<i>Bag and Bulk</i>
<i>Process Control</i>	<i>Relay Logic / Hard Wired / PLC</i>

Proses kering untuk pembuatan semen dipilih sesuai bahan *calcareous* seperti batu gamping/kapur (*limestone*) dan bahan *argillaceous* seperti tanah liat (*clay*) atau serpih (*shale*) ditambah silica dari pasir (*sand*)

dan oksida besi dari biji/pasir besi (*iron-ore/sand*) dihancurkan dengan menggunakan crusher, dikeringkan dan dicampur dengan perbandingan tertentu, kemudian campuran bahan baku ini digiling sampai menjadi bahan baku bubuk (*pulverized raw*) dengan kehalusan sekurang-kurang 90% lolos saring 100 *mesh* sehingga siap diumpankan melalui ujung bagian atas *kiln* untuk dibakar. Campuran bahan baku yang digiling halus tersebut diumpankan pada atas *rotary kiln* yang mempunyai kemiringan sekitar 15°C sehingga bahan baku dapat bergerak ke bagian bawah *rotary kiln* sambil dibakar dengan bubuk batu bara pada suhu 1.450°C untuk menghasilkan *clinker*. Jadi panas dari pembakaran batu bara merubah bahan baku semen menjadi *clinker* yang akan digiling bersama penambahan 4-5% *gypsum* ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) dengan *ball mill* sampai kehalusan 78% *mesh*, 200 *mesh* menjadi semen portland (Alsop [1]).

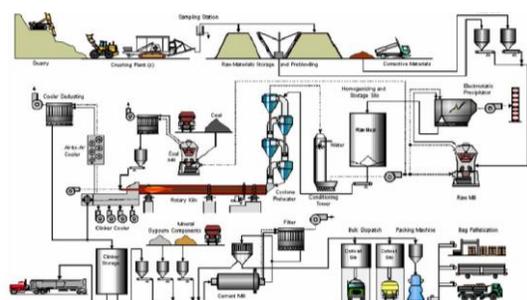
2.1 Desain Penelitian

Di dalam melakukan perencanaan ini maka digunakan skema proses desain perencanaan perhitungan kebutuhan bahan baku dan perhitungan kebutuhan peralatan yang di persyaratkan untuk memenuhi target produksi yang di inginkan.

1. Pengumpulan Data

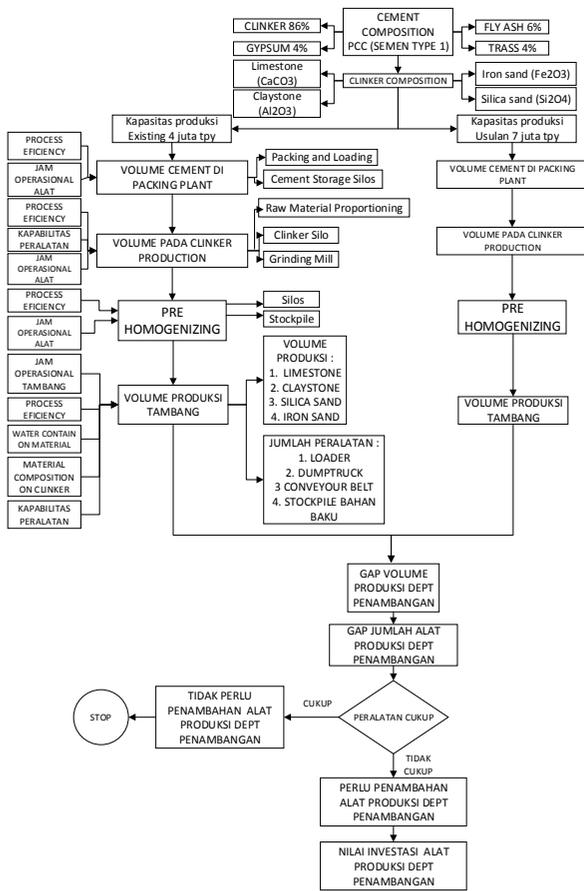
Pada Tahap ini yang dilakukan adalah mengumpulkan data sebagai berikut.

- Kapasitas terpasang produksi eksisting
- Data proses produksi *clinker* dan semen, yang didasarkan pada model yang dikembangkan oleh Baby-Jean Robert Mungyeko Bisulandu and Frederic Marias (Bisulandu dkk. [2]), Tianming Gao, et al. [3], dan Xianhong Li dkk. [4]. Dalam hal ini penyesuaian perlu dilakukan terhadap kandungan material pembentuk pcc, kandungan elemen material pembentuk klinker, data peralatan industri semen, data spesifikasi dan kemampuan proses peralatan penambangan, jumlah peralatan penambangan, jumlah peralatan *handling*, volume dan dimensi *stockpile* bahan baku utama semen, *quarry work time*, *plant work time*, *loading losses on quarry*, *hauling losses on quarry*, *water contain on material*, *water contain on each process*, serta data koefisien pada proses penambangan.



Gambar 2.

Skematik Proses Pembuatan Semen



Gambar 3.

Alur Penyelesaian Penelitian

2.2 Formulasi Matematika pada Unit Penambangan Limestone

1. Raw-Materials (Cao)

$$\text{Process item capacity (ton/year)} = PIs$$

$$\text{Plant time Works} =$$

$$PTWIs$$

$$\text{Process item Quarry capacity (ton/day)} =$$

$$QDI_s = PIs / QDW$$

$$\text{Process item Quarry capacity (ton/Hour)}$$

$$= QTIs = QDI_s / QTW$$

2. Limestone Mining

$$\text{Process item capacity (ton/year)}$$

$$= PLC(Is) = P(Is) / CQ(Is)$$

$$\text{Plant time Works} =$$

$$PTWplc(Is) = PLC(s)/12/PDW$$

$$\text{Process item Quarry capacity (ton/day)} =$$

$$QDplc(Is) = PLC(Is)/12/QDW$$

$$\text{Process item Quarry capacity (ton/Hour)}$$

$$= QTpls = (QDplc(Is)*QDW) / QTW$$

3. Quarrying

a) Screening

$$\text{Process item capacity (ton/year)} =$$

$$PQsc(Is) = PLC(Is) / Esc$$

$$\text{Plant time Works}$$

$$PTWsc(Is) = PQs(Is) / 12 / PDW$$

$$\text{Process item Quarry capacity (ton/day)}$$

$$QDsc(Is) = (PTWsc(Is)*PTW) / QDW$$

$$\text{Process item Quarry capacity (ton/Hour)}$$

$$QTsc(Is) = (QDsc(Is)*QDW) / QTW$$

b) Secondary Crushing

$$\text{Process item capacity (ton/year)} =$$

$$PQscr(Is) = PQsc(Is) / Escr$$

$$\text{Plant time Works}$$

$$PTWscr(Is) = PQscr(Is) / 12 / PDW$$

$$\text{Process item Quarry capacity (ton/day)}$$

$$QDscr(Is) = (PTWscr(Is)*PTW) / QDW$$

$$\text{Process item Quarry capacity (ton/Hour)}$$

$$QTscr(Is) = (QDscr(Is)*QDW) / QTW$$

c) Primary Crushing

$$\text{Process item capacity (ton/year)} = \text{PQpc(Is)} = \text{PQscr(Is)}/\text{Escr}$$

Plant time Works

$$\text{PTWpc(Is)} = \text{PQpc(Is)}/12/\text{PDW}$$

Process item Quarry capacity (ton/day)

$$\text{QDpc(Is)} = (\text{PTWpc(Is)} * \text{PTW})/\text{QDW}$$

Process item Quarry capacity (ton/Hour)

$$\text{QTpc(Is)} = (\text{QDpc(Is)} * \text{QDW})/\text{QTW}$$

d) Production included Water Contains on limestone

Process item capacity (ton/year) =

$$\text{Pwc(Is)} = \text{PQpc(Is)} / (1 - \text{CWIs})$$

Plant time Works

$$\text{PTWpc(Is)} = \text{Pwc(Is)}/12/\text{PDW}$$

Process item Quarry capacity (ton/day)

$$\text{QDwc(Is)} = (\text{PTWpc(Is)} * \text{PTW})/\text{QDW}$$

Process item Quarry capacity (ton/Hour)

$$\text{QTwc(Is)} = (\text{QDwc(Is)} * \text{QDW})/\text{QTW}$$

e) Production included Hauling

Losses on quarry

Process item capacity (ton/year) =

$$\text{PHq(Is)} = \text{Pwc(Is)} / (1 - \text{Lhq})$$

Plant time Works

$$\text{PTWhq(Is)} = \text{PHq(Is)}/12/\text{PDW}$$

Process item Quarry capacity (ton/day)

$$\text{QDhq(Is)} = (\text{PTWhq(Is)} * \text{PTW})/\text{QDW}$$

Process item Quarry capacity (ton/Hour)

$$\text{QThq(Is)} = (\text{QDhq(Is)} * \text{QDW})/\text{QTW}$$

f) Production included Loading Losses on quarry

Process item capacity (ton/year) =

$$\text{Plq(Is)} = \text{PHq(Is)} / (1 - \text{Llq})$$

Plant time Works

$$\text{PTWlq(Is)} = \text{Plq(Is)}/12/\text{PDW}$$

Process item Quarry capacity (ton/day)

$$\text{QDlq(Is)} = (\text{PTWlq(Is)} * \text{PTW})/\text{QDW}$$

Process item Quarry capacity (ton/Hour)

$$\text{QTlq(Is)} = (\text{QDlq(Is)} * \text{QDW})/\text{QTW}$$

Tabel 2. Formulasi Matematika pada Unit Penambangan Limestone

No	Process item	Plant time Works	Process item capacity (ton/day)	Process item cap (ton/hou)
			Quarry time Works	Quarry time Works
Raw-Materials				
A				
1	CaO	PTW _{Is}	QD _{Is}	QT _{Is}
Limestone Mining				
B				
2	CaO average contains limestone			
3	Limestone Consumption of Plant	PTWplc _(Is)	QDplc _(Is)	QTpls

No	Process item	Plant time Works	Process item capacity (ton/day)	Process item cap (ton/hou)
			Quarry time Works	Quarry time Works
C Quarrying				
4	Screening	PTWsc _(ls)	QDsc _(ls)	QTsc _(ls)
5	Secondary Crushing	PTWscr _(ls)	QDscr _(ls)	QTscr _(ls)
	Primary Crushing	PTWpc _(ls)	QDpc _(ls)	QTpc _(ls)
7	Production included Water Contains on limestone	PTWwc _(ls)	QDwc _(ls)	QTwc _(ls)
	Production included Hauling Losses on quarry	PTWhq _(ls)	QDhq _(ls)	QThq _(ls)
9	Production included Loading Losses on quarry	PTWlq _(ls)	QDlq _(ls)	QTLq _(ls)
	Limestone Total Consume	30 day	24 day	8
		Plant time Works	QDW	QTW

Dengan cara yang sama dilakukan perhitungan kebutuhan material pada unit penambangan Silika, unit penambangan Iron Ore, dan unit penambangan Claystone seperti ditunjukkan pada Tabel 3 hingga Tabel 5.

Tabel 3. Formulasi Matematika pada Unit Penambangan Silika

No	Process item	Process item capacity (ton/day)	Process item capacity (ton/hour)	
		Plant time Works	Quarry time Works	
Raw-Materials				
1	Si ₂ O ₄	PTWio	QD _{si}	QT _{si} =
Claystone				
B Mining				
SiO average contains				
2	Claystone			
Silica Consumption of Plant				
3		PTWpc _(io)	QDpc _(si)	QT _{si}
C Quarrying				
4	Screening	PTWsc _(io)	QDsc _(si)	QTsc _(si)
Water Contains on				
7	Silica Sand	PTWwc _(io)	QDwc _(si)	QTwc _(si)
Hauling Losses on quarry				
8		PTWhq _(io)	QDhq _(si)	QThq _(si)
Loading Losses on quarry				
9		PTWlq _(si)	QDlq _(si)	QTLq _(si)
Silica Total Consume				
10				0.0
		30day	30 day	8.0
		Plant time Works	Quarry time Works	Quarry time Works

Tabel 4. Formulasi Matematika pada Unit Penambangan Iron Ore

No	Process item	Process item	Process item
		capacity (ton/day)	capacity (ton/hour)
		Plant time Works	Quarry time Works
A	Raw-Materials		
1	Fe ₂ O ₃	PTW _{io}	QT _{io}
B	Claystone Supply		
FeO average on Raw			
2	Material		
Iron Ore Consumption of Plant			
3		PTW _{pc(io)}	QT _{io}
C	Quarrying		
4	Screening	PTW _{sc(io)}	QT _{sc(io)}
Water Contains on Iron Ore			
7		PTW _{wc(io)}	QT _{wc(io)}
Hauling Losses on quarry			
8		PTW _{hq(io)}	QT _{hq(io)}
Loading Losses on quarry			
9		PTW _{lq(io)}	QT _{lq(io)}
Iron Sand Total Consumption			
10		30 day	8
		Plant time Works	Quarry time Works

Tabel 5. Formulasi Matematika pada Unit Penambangan Claystone

No	Process item	Process item	Process item
		capacity (ton/day)	capacity (ton/hour)
		Plant time Works	Quarry time Works
A	Raw-Materials		
1	Al ₂ O ₃	PTW _{Al}	QT _{Al}
B	Claystone Mining		
AlO ₂ average contains			
2	Claystone		
Claystone Consumption of Plant			
3		PTW _{pc(Al)}	QT _{Al}
C	Quarrying		
4	Screening	PTW _{sc(Al)}	QT _{sc(Al)}
Scondary Crushing			
5		PTW _{scr(Al)}	QT _{ss(Al)}
Water Contains on Claystone			
7		PTW _{wc(Al)}	QT _{wc(Al)}
Hauling Losses on quarry			
8		PTW _{hq(Al)}	QT _{hq(Al)}
Loading Losses on quarry			
9		PTW _{lq(Al)}	QT _{lq(Al)}
Claystone Total Consumption			
10		30 day	8 hour
		Plant time Works	Quarry time Works

Langkah selanjutnya adalah melakukan perhitungan kebutuhan peralatan dan utilitas peralatan penambangan, dengan mengacu pada *Cement Formula Handbook* [5], Deolalkar, S.P., [6], dan Sinoma Technology &

Equipment Group CO., LTD. [7]. Perhitungan dilakukan dengan simulasi seperti pada Gambar 3.

Limestone Mining and Crushing Equipment

Mining Equipment

Loading device equipment

Wheel Loader CATERPILLAR MODEL 988 F

Bucket Capacity	H_load	6	m ³
Cycle time	Ct_load	1.5	minutes
Efficiency	E_load	75%	
Fill Factor	FF_load	80%	
Productions Device	P_load	m ³ /hour	

$$P = H_{Load} \times \frac{60}{Ct_{Load}} \times FF \times E_{Load}$$

Limestone loose density: 2.8 ton/m³
Tonase Device: 403,20 ton/hour



Hauling device equipment

Dump Truck Type 769C

Bucket Capacity	H_haul	17	m ³
Cycle time	Ct_haul	10	minutes
Efficiency	E_haul	80%	
Loading Activity	N	3	
Bucket Factor	BF_haul		

$$BF = \frac{N \times H_{Load} \times FF_{Load}}{Volume_{Equipment}} \times 100\%$$

$$P = H_{Haul} \times \frac{60}{Ct_{Haul}} \times BF \times E_{Haul}$$

Limestone loose density: 1.3 ton/m³



Loading and Hauling Compatibility

N_haul	unit
N_load	unit
Ct_haul	10 minutes
Ct_load	1.5 minutes

Match Factor: MF minutes

$$MF = \frac{N_{load} \times Ct_{load}}{N_{haul} \times Ct_{haul}}$$

Lay Time Transport: Lt = Ct_haul (MF - 1) minutes

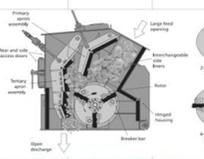
Crushing and Handling Equipment

Limestone Consumption: 932,06 ton/hour

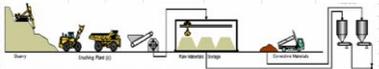
Primary Crushing (at Quarry)

Impact Crusher
Type: FLS GS 6410

Device Production Capacity	
Minimum Capacity	300 ton/hour
Maximum Capacity	500 ton/hour
Requirement of device	unit
Power Consumption 1.7 - 1.8	kW/TPH
Drive Motor Power	710 kW
Number Drive Motor	unit
Total Drive Power Installation	kW

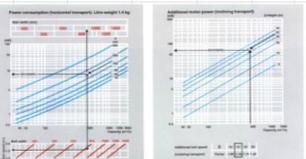



Material Handling from Quarry to Plant



Belt Conveyor

Handling Distance	3,600.00	m
Number of Device	unit	
Belt width	1.40	m
Length Conveyor	L	m
Center Distance	C	m
Angle	15	degree
Inclining transport factor	1.1	
Limestone loose density	1.3	ton/m ³
Desired Capacity	ton/hour	



From diagram

Belt speed	1.50	m/s
	1.65	m/s
Theoretical power consumption	100	kW
Minimum motor size	119	kW
Drive Motor Power	150	kW
Number Drive Motor	0.67	unit
Drive Power Installation	kW	
Total Drive Power Installation	kW	



Secondary Crushing (at stockpile)

Hammer Crusher
Type: DUI
Size: 200x200 cm

Output Productions Capacity	932,06	ton/hour
Device Production Capacity	525,00	ton/hour
Requirement of device	unit	
Power Consumption	unit	
Drive Motor Power	710	kW
Number Drive Motor	unit	
Total Drive Power Installation	kW	



Crusher	Model	Capacity (tph)	Power (kW)	Motor (kW)	Motor (HP)	Motor (CV)
Secondary	200x200	525	710	710	960	1000
Primary	1000x1000	1000	1500	1500	2000	2100

Output figures are for guidance only, depending on nature of material.
Primary crushing: For output 932.06 t/h, 200 mm, based calculation on 1.4 m wide output for 1000 mm width.
For output 932.06 t/h, 150 mm, based calculation on 1.4 m wide output for 1000 mm width.
For output 932.06 t/h, 100 mm, based calculation on 1.4 m wide output for 1000 mm width.
For secondary crushing output 932.06 t/h, 3 mm, based calculation on 1.4 m wide output for 1000 mm width.

Gambar 3. Modul Simulasi Perhitungan Kebutuhan Peralatan dan Utilitas Peralatan Penambangan

III. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

3.1 Volume Bahan Baku yang dibutuhkan

Dari model, skema proses dan perhitungan kebutuhan, maka di harapkan dari model ini akan diperoleh:

1. Volume Kebutuhan Bahan baku *Limestone* (CaCO_3) untuk KPT 4 Juta TPY adalah 3.133 tph dan KPT 7 Juta TPY adalah 6.093 tph
2. Volume Kebutuhan Bahan baku Claystone (Al_2O_3) untuk KPT 4 Juta TPY adalah 2118 tph dan KPT 7 Juta TPY. 4118 tph
3. Volume Kebutuhan Bahan baku Silica (Si_2O_4) untuk KPT 4 Juta TPY adalah 92.9 tph dan KPT 7 Juta TPY adalah 180.7 tph
4. Volume Kebutuhan Bahan baku Iron Sand (Fe_2O_3) untuk KPT 4 Juta TPY adalah 66 tph dan KPT 7 Juta TPY adalah 128 tph
5. Kebutuhan Bahan baku Penunjang produksi
Untuk Kpt 4 juta TPY membutuhkan gypsum 18.46 tph, Fly Ash 27.68 tph dan Trass sebanyak 18.46 tph
Untuk Kpt 7 juta TPY membutuhkan gypsum 35.89 ph, Fly Ash 53.83 tph dan Trass 35.89 tph

3.2 Kemampuan Alat yang dipergunakan Untuk Kpt 4 Juta Tpy

- a. *Circular Stacker & Reclaimer for Limestone*
Circular Stacker & Reclaimer for Limestone yang dipergunakan pabrik semen adalah berbentuk dome dengan volume stacker adalah 100.000 ton dan kemampuan reclaimer adalah 3000 tph. Volume sebanyak ini dipergunakan untuk mendukung operasional pabrik selama 10 hari produksi dengan utilitas reclaimer 43%.
- b. *Conveyour Belt*
Conveyour belt yang dioperasikan saat ini adalah *double deck Insulated Coveyour belt* dengan kemampuan angkut 3000 tph dan beroperasi selama 8 jam perhari. Tingkat Utilitas dari alat ini adalah 84%.
- c. *Quarry Loading and Hauling*
 1. *Limestone*
Jumlah alat yang ada saat ini untuk aktivitas loading adalah sejumlah 4 unit dengan jenis wheel loader adalah Komatsu WA 350. Dengan jumlah alat tersebut maka utilitas dari alat loader ini adalah 80%.
 2. *Claystone*
Jumlah alat untuk aktivitas loading yang ada saat ini adalah 5 unit dengan jenis wheel loader Komatsu WA 350. Dengan jumlah alat tersebut maka utilitas dari alat *loader* ini adalah 89%.

3. *Silica*

Jumlah alat untuk aktivitas *loading* yang ada saat ini adalah 1 unit dengan jenis *wheel loader* Komatsu WA 350. Dengan jumlah alat tersebut maka utilitas dari alat *loader* ini adalah 47%.

4. *Iron Ore* (Saat ini Tidak melakukan penambangan sendiri)

Jumlah alat untuk aktivitas *loading* yang ada saat ini adalah 1 unit dengan jenis *wheel loader* Komatsu WA 350. Dengan jumlah alat tersebut maka utilitas dari alat *loader* ini adalah 34%.

d. *Quarry Hauling*

1. *Limestone*

Untuk bahan tambang *limestone*, aktivitas *hauling* menggunakan conveyor belt dengan kapasitas 3000 tph, Tingkat Utilitas dari alat *Hauling* ini adalah 84%.

2. *Claystone*

Jumlah alat untuk aktivitas *hauling* yang ada saat ini adalah 20 unit dengan jenis *hauling device Dump Truck Type Hino fm 260 Ti*. Dengan jumlah alat tersebut maka utilitas dari alat *loader* ini adalah 70%.

3. *Silica*

Jumlah alat untuk aktivitas *hauling* yang ada saat ini adalah 3 unit dengan jenis *hauling device Dump Truck Type Hino fm 260 Ti*. Dengan jumlah alat

tersebut maka utilitas dari alat *loader* ini adalah 93%.

4. *Iron Ore* (Saat ini Tidak melakukan penambangan sendiri)

Jumlah alat untuk aktivitas *hauling* yang ada saat ini adalah 3 unit dengan jenis *hauling device Dump Truck Type Hino fm 260 Ti*. Dengan jumlah alat tersebut maka utilitas dari alat *loader* ini adalah 53%.

e. *Quarry Crushing*

Hazemag & EPR GmbH telah memasok alat penghancur besar untuk Sinoma International Engineering Co., Ltd. Di pasangkan pada PT Cemindo Gemilang. Alat penghancur yang akan dikirim oleh Hazemag terdiri dari *apron feeder* yang besar, pengumpan *wobbler* untuk pra-penyaringan dan penghancur dampak, yaitu dengan diameter rotor 2,5 m dan lebar rotor 3,0 m, *impact crusher* terbesar keluar dari berbagai produk Hazemag. *Apron feeder* yang lebih kecil lainnya memastikan bahwa dua bahan baku yang berbeda dapat diproses secara bersamaan.

3.3 Kemampuan Alat Yang Di Pergunakan Untuk Kpt 7 Juta TPY

a. *Circular Stacker & Reclaimer for Limestone*

Circular Stacker & Reclaimer for Limestone yang di pergunakan pabrik

semen adalah berbentuk dome dengan volume stacker 100.000 ton sebanyak 2 *limestone stockpile* dengan kemampuan *reclaimer 2x3000* tph. Ini dipergunakan untuk mendukung operasional pabrik selama 10 hari produksi dengan utilitas *reclaimer 60%*.

b. *Conveyour Belt*

Conveyour belt yang dioperasikan saat ini adalah *double deck Insulated Coveyour belt* dengan kemampuan angkut 3000 tph. Perlu di tambah 1 line lagi dengan kapasitas yang sama dan beroperasi selama 8 jam perhari. Tingkat Utilitas alat ini adalah 82%.

c. *Quarry Loading and Hauling*

1. *Limestone*

Jumlah alat yang ada saat ini untuk aktivitas loading adalah sejumlah 7 unit dengan jenis wheel loader adalah Komatsu WA 350. Dengan jumlah alat tersebut maka utilitas dari alat loader ini adalah 89%.

2. *Claystone*

Jumlah alat yang ada saat ini untuk aktivitas loading adalah sejumlah 9 unit dengan jenis wheel loader adalah Komatsu WA 350. Dengan jumlah alat tersebut maka utilitas dari alat loader ini adalah 97%.

3. *Silica*

Jumlah alat yang ada saat ini untuk aktivitas loading adalah sejumlah 1

unit dengan jenis wheel loader adalah Komatsu WA 350. Dengan jumlah alat tersebut maka utilitas dari alat loader ini adalah 93%.

4. *Iron Ore* (Saat ini Tidak melakukan penambangan sendiri)

Jumlah alat yang ada saat ini untuk aktivitas loading adalah sejumlah 1 unit dengan jenis wheel loader adalah Komatsu WA 350. Dengan jumlah alat tersebut maka utilitas dari alat loader ini adalah 66%.

d. *Quarry Hauling*

1. *Limestone*

Untuk bahan tambang limestone , aktivitas hauling menggunakan conveyor belt dengan kapasitas 2 x 3000 tph, Tingkat Utilitas dari alat Hauling ini adalah 82%.

2. *Claystone*

Jumlah alat yang ada saat ini untuk aktivitas hauling adalah sejumlah 36 unit dengan jenis hauling device adalah Dump Truck Type Hino fm 260 Ti. Dengan jumlah alat tersebut maka utilitas dari alat loader ini adalah 78%.

3. *Silica*

Jumlah alat yang ada saat ini untuk aktivitas hauling adalah sebanyak 4 unit dengan jenis *hauling device Dump Truck* Type Hino fm 260 Ti. Dengan jumlah alat tersebut maka utilitas dari alat loader ini adalah 99%.

4. *Iron Ore* (Saat ini Tidak melakukan penambangan sendiri)
 Jumlah alat yang ada saat ini untuk aktivitas hauling adalah sebanyak 3 unit dengan jenis *hauling device Dump Truck* Type Hino fm 260 Ti. Dengan jumlah alat tersebut maka utilitas dari alat loader ini adalah 57%.

e. *Quarry Crushing*

Hazemag & EPR GmbH telah memasok alat penghancur besar untuk Sinoma International Engineering Co., Ltd. Di pasang pada PT Cemindo Gemilang, yang akan membangun pabrik untuk kapasitas 10.000 t/d di Bayah. Total kapasitas *crusher* adalah 2 x 2.500 tph. Alat ini beroperasi dengan kapasitas penuh untuk memenuhi kebutuhan hasil crushing bagi operasional pabrik.

3.4 Disparitas Kebutuhan Bahan Baku

Tabel 6 memperlihatkan resume disparitas kebutuhan bahan baku utama produksi semen.

Tabel 6. Resume Disparitas Kebutuhan Bahan baku

Bahan Baku	KPT 4 Juta TPY	KPT 7 Juta TPY	Selisih
	Ton per hour	Ton per hour	
<i>Limestone</i>	3,134	6,094	2,960
<i>Claystone</i>	2,118	4,119	2,000
<i>Silica</i>	93	181	88
<i>Iron Ore</i>	66	128	62

3.5 Disparitas Kebutuhan Alat

Kebutuhan tambahan alat penambangan pada ekspansi kapasitas produksi dari 4 juta tpy menjadi 7 juta TPY adalah seperti ditunjukkan pada Tabel 7.

Tabel 7. Disparitas Kebutuhan Alat Penambangan

No	Peralatan Produksi Semen	Jumlah Alat		Tambah Alat
		4 juta Tpy	7 juta Tpy	
1	Loading device equipment	11	18	7
2	Hauling device equipment	26	44	18
3	Primary Crushing (at Quarry)	1	2	1
4	Secondary Crushing (at stockpile)	3	5	2
5	Material Handling from Quarry to Plant	30	60	30
6	Vibrating feeder (at stockpile)	15	26	11

3.6 Estimasi Tambahan Investasi

Perhitungan estimasi biaya investasi dilakukan dengan mengacu pada Olayinka S. Ohunakin, dkk. [8]. Pengadaan alat di unit penambangan bahan baku semen dilakukan dengan mengasumsikan konversi nilai USD = Rp. 14.000. Estimasi biaya pengadaan alat di unit penambangan bahan baku semen adalah seperti ditunjukkan pada Tabel 8.

Tabel 8. Estimasi Tambahan Investasi Peralatan Penambangan

No	Peralatan Produksi Semen	Jml Alat	Spek	Est Harga Satuan (USD)	Total Harga (USD)
1	Loading device equipment	7	Wheel Loader KOMATSU WA 350	60,714	425,000
2	Hauling device equipment	18	Dump Truck Type Hino fm 260 Ti	66,429	1,195,714
3	Primary Crushing (at Quarry)	1	Impact crusher HPI 2230	6,071,429	6,071,429
4	Secondary Crushing (at stockpile)	2	FLS DUI	1,964,286	3,928,571
5	Material Handling from Quarry to Plant	8,000	Conveyour Sinomac	1,464	11,714,286
6	Vibrating feeder (at stockpile)	11	GZD-1300x4900	131,071	1,441,786
					24,776,786

V. KESIMPULAN

1. Peralatan di unit penambangan masih mampu untuk mendukung produksi dengan kapasitas 4 juta tpy.
2. Disparitas kebutuhan bahan baku utama untuk *limestone* adalah 2,960 ton, *claystone* 2,000 ton, *silica* 88 ton, dan *iron ore* 62 ton
3. Jumlah kebutuhan tambahan alat penambangan pada ekspansi kapasitas produksi dari 4 juta tpy menjadi 7 juta TPY berkisar antara 63-100%.

4. Estimasi total biaya pengadaan alat di unit penambangan bahan baku semen adalah USD 24,776,786.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Alsop, P.A. The Cement Plant Operation Handbook, 6th Edition. Cemex Industry Publisher, 2014.
- [2] Bisulandu, B.J.R.M., Marias, F. Modeling of cement clinker chemistry and engineering of cement manufacturing process: State of the art. *International Journal of Innovation and Applied Studies*, Vol. 25 No. 2, pp. 528-551, 2019.
- [3] Gao, T., Shen, L., Shen, M., Liu, T., Chen, F. Analysis of material flow and consumption in cement production process, *Journal of Cleaner Production*, Vol. 112, part 1, pp. 553-565, 2016.
- [4] Li, X., Yu, H., Yuan, M. Modeling and Optimization of Cement Raw Materials Blending Process. *Mathematical Problems in Engineering*, Vol. 2012, article ID 392197, 30 p., 2012.
- [5] Cement Formula Handbook. R R District, Hyderabad: Published by Confederation of Indian Industry, 2009.
- [6] Deolalkar, S.P. Handbook for Designing Cement Plants. New Delhi: BS Publications, 2009.
- [7] Sinoma Technology & Equipment Group CO., LT. Tianjin Cement Industry Design &

Research Institute Co., 2015.

- [8] Ohunakin, O.S., Leramo, O., Abidakun, O.A., Odunfa, M.K., Bafuwa, O.B. Energy and Cost Analysis of Cement Production Using the Wet and Dry Processes in

Nigeria. *Energy and Power Engineering*, Vol. 05, No. 02, p. 537-550, 2013.