

## DESAIN LAYOUT OPEN YARD STORAGE BATUBARA

*Eko Septianto, Maria Krisnawati*  
 Program Studi D3 Teknik Industri Fakultas Sains dan Teknik  
 Universitas Jenderal Soedirman Purwokerto  
 email : *essy\_luv19ef@yahoo.com, mariakrisnawati@gmail.com*

---

**DINAMIKA  
 TEKNIK**  
 Vol. VII, No. 2  
 Juli 2013  
 Hal 39 - 48

---

### Abstrak

*Pada proses produksi semen, batubara digunakan untuk bahan bakar di mesin kiln. Batubara yang dibeli dari vendor oleh PT Holcim Indonesia Tbk, kemudian disimpan di open yard storage dan roofed yard storage. Sistem penumpukan material di open yard storage menggunakan alat berat, yang menjadikan hasil penumpukannya tidak teratur. Sehingga ketika dilakukan pengukuran volume material oleh Production Planning, hasilnya kurang akurat dan membuat selisih yang besar. Pada bulan Juli – Desember 2012 selisih antara stok aktual dan stok buku adalah 19%, dan pada bulan Oktober mencapai 33%, dimana selisih yang diperbolehkan menurut Production Planning Guideline hanya 2 %. Batubara yang disimpan dengan lebih dari satu bulan di storage akan meningkatkan potensi batubara terbakar dengan sendirinya “self heating”. Hal ini akan meningkatkan product loss, resiko alat terbakar, dan bahaya terhadap pekerja. Kondisi seperti ini dapat dikontrol dengan metode pemilihan layout desain storage yang tepat, yang memperhatikan proses Fi-Fo dan menjaga kondisi stokpile agar tetap rapi hingga dilakukan proses pengukuran tiap akhir bulan. Setelah proses reklamasi, selisih inventori rata-rata pada bulan Maret dan April turun menjadi 8.3 %.*

**Kata Kunci :** *storage, inventori, batubara, desain layout, sistem Fi-Fo.*

### 1. PENDAHULUAN

Area proses produksi semen mencakup *raw mill area, kiln area, dan finish mill area*. Bahan material untuk membuat *clinker* adalah batu kapur, pasir besi, tanah liat, dan pasir silika yang nantinya akan digiling di *raw mill* dan disebut *raw meal*. Material tersebut akan dibakar di *kiln* dengan bahan bakar batubara. Terdapat dua cara untuk memperoleh material tersebut yaitu proses pertambangan seperti batu kapur dan tanah liat dan pembelian dari vendor seperti pasir besi, pasir silika dan batubara. Material yang dibeli dari vendor memiliki selisih harga yang ditunjukkan di tabel 1. Dari tabel 1, harga batubara adalah yang tertinggi dari material yang dibeli, sehingga harus dikontrol dengan hati-hati.

Tabel 1 Harga Material yang Dibeli dari Vendor

No	Material	Harga
		IDR/ton
1	Pasir Besi	160,488
2	Pasir Silika	175,006
3	Batubara Adaro	940,935
4	Batubara Arutmin	523,162

5	Batubara BRE	521,041
---	--------------	---------

Sumber : SAP PT Holcim Indonesia Tbk pada 29 Mei 2013

Setelah dibeli dari vendor, batubara disimpan di *open yard storage* dan *roofed yard storage*. Proses penumpukan material di *roofed yard storage* dengan mesin curah dan di *open yard storage* dengan alat berat seperti *wheel loader* dan *excavator*. Sehingga, kondisi tumpukan di *open yard storage* lebih tidak teratur daripada di *roofed yard storage* karena belum ada suatu prosedur yang mengatur proses penumpukannya. Hal tersebut dapat mengakibatkan pengukuran yang dilakukan oleh *production planning* setiap akhir bulan tidak akurat dan menjadikan selisih stok material batubara yang besar antara stok buku dan stok aktual. Pada bulan Juli – Desember 2012, rataan selisih stok 19 %, sedangkan menurut *production planning guideline* adalah 2 % (GL3021 V\_1.5\_PP).

Disamping itu, periode penyimpanan batubara di *open yard storage* lebih dari satu bulan akan membuat *hot spot* di stokpile dan batubara beresiko terbakar, karena proses “*First in-First out*” (Fi-Fo) tidak berjalan dengan baik. Dalam kondisi aktual, proses penerimaan batubara dari tongkang secara langsung diangkut ke *roofed yard* tanpa ke *open yard storage*. Batubara akan disimpan di *open yard storage* ketika kondisi di *roofed yard* penuh. Menurut panduan *stockpiling* dan *storing* PT Adaro Indonesia (1991), proses pemanasan batubara terjadi jika batubara disimpan tanpa *stockpile management* dan periode penyimpanannya lebih dari 30-40 hari dan dengan cuaca yang tidak bersahabat misal angin yang kencang.

Dari pendahuluan diatas, masalah yang akan diselesaikan adalah bagaimana membuat desain layout storage yang memperhatikan sistem Fi-Fo dan membuat *Standard Operational Procedure* untuk pengaturan storage batubara yang tipe *open yard*, yang nantinya akan dapat mengurangi selisih stok antara stok aktual dan stok. Batasan masalah dalam makalah ini adalah fokus pada stok aktual, *open yard storage*, dan batubara BRE dikarenakan ketika tugas akhir ini dikerjakan, PT Holcim Indonesia Tbk, Pabrik Cilacap tidak mengkonsumsi batubara jenis Arutmin dan Adaro.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Storage Material

Tujuan dari penyimpanan material dalam pabrik semen adalah memastikan operasi yang berkelanjutan dari alat-alat utama pembuatan semen yaitu kiln dan mill dan memastikan kualitas terbaik semen berdasarkan material yang diperoleh.

Sehingga untuk memastikan operasi kiln dan mill yang berkelanjutan, harus menjaga volume material di *storage* selalu tersedia selama proses tersebut berlangsung (Fuller, 1996).

## 2.2 Stockpile Management

Berdasarkan guideline *stockpiling* and *storage* batubara oleh PT Adaro Indonesia, 1991 *stockpile management* berisi beberapa hal berikut : a. *Stock Rotation*: Ini akan memberi keuntungan untuk semua tempat penyimpanan batubara yang akan mencoba dan mengaplikasikan “first in – first out” yang nantinya akan mengurangi waktu tunggu material di tempat penyimpanan, b. *Monitoring*: Stockpile seharusnya di cek sekali per hari untuk mengidentifikasi tanda-tanda pemanasan (*hot spot*). Jika terjadi *heating up*, segera proses pemadatan oleh wheel loader dilakukan, c. *Appearance*: Kondisi normal batubara berada di stockpile, warnanya coklat kehitaman (*brownish colour*), ini adalah efek dari permukaan batubara yang kering dengan *surface moisture* yang rendah.

## 2.3 Desain Layout

Layout adalah satu kunci memastikan operasi yang lama dan efisien. Suatu layout yang efektif dapat membantu suatu organisasi mencapai strategi di *warehouse* agar lebih cepat dan akurat. Sehingga, dalam penentuan layout yang bagus memerlukan beberapa hal berikut : 1. *Material handling equipment*, 2. *Capacity and space requirements*, 3. *Environment and aesthetics*, 4. *Flows of information*, 5. *Cost of moving between various work areas* (Heizer and Render, 2001).

## 2.4 Perhitungan Kapasitas

Bentuk dari *open yard storage* di PT Holcim Indonesia Tbk, Pabrik Cilacap terlihat seperti limas terpancung (gambar 1). Jika menghitung kapasitas maksimal, langkahnya sebagai berikut :

### 1) Perhitungan tinggi dari storage (Gouda and Lonita, 1979):

$$H = \tan a * W/2 \dots\dots\dots (1)$$

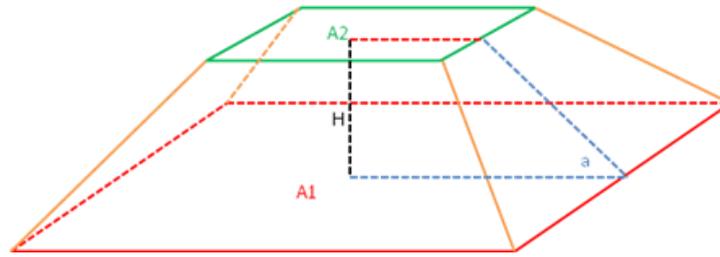
Dimana : H = Tinggi dari storage (m)  
 a = angle of repose (38°, HGRS (Holcim Group) standard)  
 W = Lebar dari pile (m)

### 2) Perhitungan volume (Europa Lehrmitel, 2001a).

$$V = H/3 * (A1 + A2 + \sqrt{(A1.A2)}) \dots\dots\dots (2)$$

Dimana : V = volume (m<sup>3</sup>)

- H = tinggi storage (m)
- A1 = bottom Area (m<sup>2</sup>)
- A2 = top Area (m<sup>2</sup>)



Gambar 1. Limas Terpancung

3) Perhitungan Kapasitas

$$m = V * p \dots \dots \dots (3)$$

- Dimana : m = massa (kg)
- V = volume (m<sup>3</sup>)
- p = density (kg/ m<sup>3</sup>)

4) Aisle

Aisle di pabrik secara umum digunakan untuk: *communication* and *transportation*. Perencanaan yang bagus untuk aisle akan menentukan lebar tempat perpindahan untuk operator, material, atau alat produksi dari satu tempat ke tempat lain. Dibawah dapat dilihat lebar standar untuk aisle yang direkomendasikan berdasarkan jenis kendaraan yang beroperasi (Wingjosoebroto, 2003):

Tabel 2 Lebar aisle yang direkomendasikan

Macam lalu lintas	Lebar beban / bahan yang melintasi (Meter)	Lebar jalan lintasan (Meter)
Hanya orang yang bergerak melintas dalam dua arah	-	1,00
Jalan lintasan antar departemen yang akan dilewati orang dan kereta dorong (2 roda), satu arah dan tidak bisa untuk putar balik	0,75	1,50
Truk pengiriman barang dimana orang harus bergerak mengelilingi truk saat melakukan kegiatan	1,5	2,0
Jalan lintas satu arah yang dilewati forklift trucks	1,5	2,25
Jalan lintas dua arah yang dilewati forklift trucks	3,00	4,5
Jalan lintas dua arah yang dilewati tractor-trailer trains	3,00	4,5
Jalan lintas dua arah yang dilewati mobil crane atau truck besar	-	5,00

Dari standar aisle yang direkomendasikan, dapat ditentukan rumus lebar aisle yaitu

$$\text{Lebar aise aisle} = 150 \% * z \dots \dots \dots (4)$$

Dimana :  $z$  = Lebar dari beban / alat yang melintas

#### 5) *Stok Aktual*

Stok aktual adalah stok berdasarkan hasil pengukuran yang dilakukan pada waktu yang telah ditentukan. Periode pengukurannya terbagi menjadi dua yaitu : a. Setiap hari untuk material yang disimpan di dalam silo di CC2 seperti : *raw meal*, *clinker*, dan semen, b. Setiap akhir bulan untuk material yang tidak disimpan di silo atau disimpan di *storage* material, contoh materialnya adalah batu kapur, tanah liat, pasir besi, batu bara, pasir silika, dan lain-lain

Peralatan yang digunakan adalah *theodolit*, tali dan meteran. Yang diukur disini adalah volume dari material tersebut. Tonase dari material diperoleh dengan mengalikan volume material dengan massa jenis materialnya. Toleransi selisih antara stok aktual dengan stok buku antara -2% to 2% (Production Planning Guideline, 2012).

#### 6) *Bagaimana membuat Standard Operational Procedure (SOP)*

Proses pada suatu pekerjaan harus dirancang dan dikembangkan, kesalahan prosedur dapat terjadi, bila suatu pekerjaan tidak dirancang dengan baik dan dapat menimbulkan kecelakaan atau kerusakan. Untuk itu perlu dibuat suatu prosedur tetap yang bersifat standard, Sehingga siapa saja, kapan saja dan dimana saja dilakukan langkah-langkahnya tidak berubah. Langkah-langkah kerja yang tertib ini disebut SOP (*standard operating procedure*). Suatu SOP memiliki format sebagai berikut : Nama Lembaga, Judul, Halaman, Identifikasi dan Pengendalian, Tujuan, Ruang Lingkup, Tanggung Jawab, Prosedur, Kebutuhan Perhitungan/ Penanganan Data/ Dokumentasi (Wakhinuddin, 2006).

### 3. HASIL DAN ANALISA

#### 3.1 Data Selisih antara Stok Buku dan Stok Aktual

Data diperoleh dari Laporan Bulanan *Production Planning* yang menunjukkan bahwa terjadi penurunan selisih dari 18.4 % (rata-rata sebelum diperbaiki) menjadi 8.3 % (rata-rata setelah diperbaiki). Hasil tersebut juga menunjukkan bahwa dengan kondisi stokpile yang rapi telah berhasil untuk menurunkan selisih dan hasil pengukuran menjadi lebih akurat. Jika dilihat dari segi ekonomi, harga batubara BRE adalah Rp 521.041/ton, apabila rata-rata selisih sebelum

diperbaiki 7902 ton, sehingga jumlah *cost* karena batubara hilang  $7902 \times \text{Rp } 521.041/\text{ton} = \text{Rp } 4,117,232,063.87$

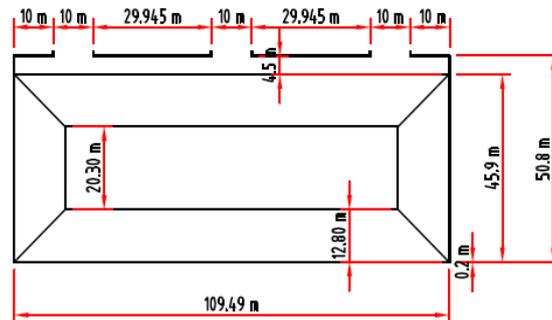
Sedangkan jika rataan selisih setelah diperbaiki adalah 10348 ton, jumlah biaya yang hilang karena batubara terbakar adalah  $5174 \times \text{Rp } 521.041/\text{ton} = \text{Rp } 2,695,949,205.15$ . Sehingga, kita dapat *cost saving* sebesar :  $\text{Rp } 4,117,232,063.87 - \text{Rp } 2,695,949,205.15 = \text{Rp } 1,421,282,858.72$ .

### 3.1 Perhitungan Desain Layout

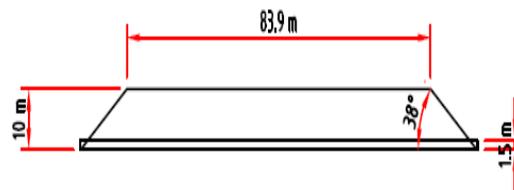
#### *Desain Layout 1*

Gambar 2 and 3 is desain layout 1 yang telah diaplikasikan dengan skala 1: 1000. Ukuran dari storagenya sebagai berikut : panjang = 109.49 m, lebar = 45.9 m, angle of repose =  $38^\circ$ , dan tinggi = 10 m, volumenya adalah

$$\begin{aligned} V &= h/3 * (A1 + A2 + \sqrt{(A1 * A2)}) \\ &= 10 \text{ m} / 3 * (5025.591 \text{ m}^2 + 1703.089 \text{ m}^2 + \sqrt{(5025.591 \text{ m}^2 * 1703.089 \text{ m}^2)}) \\ &= 3.33 \text{ m} * (6728.68 \text{ m}^2 + 2925.581 \text{ m}^2) \\ &= 32180.87 \text{ m}^3 \end{aligned}$$



Gambar 2 Desain Layout 1 (tampak atas)



Gambar 3 Desain Layout 1 (tampak samping)

Massa jenis dari batubara BRE adalah  $0.954 \text{ ton}/\text{m}^3$  (data dari Production Planning pada March, 2013). Kapasitas dari storagenya

$$\begin{aligned} \text{Capacity} &= \text{volume} * \text{density} \\ &= 32,180.87 \text{ m}^3 * 0.954 \text{ ton}/\text{m}^3 \end{aligned}$$

$$= 30,700.55 \text{ ton} \approx 32,000 \text{ ton}$$

### Desain Layout 2

Gambar 4 and 5 adalah desain layout 2 yang akan diusulkan. Desain Layout 2 dibuat dengan memperhatikan FIFO batubara dan *aisle*. Skala dari gambar adalah 1: 1000. Dalam desain ini terbagi menjadi 3 tumpukan dan menggunakan aisle untuk lintasan alat berat. Dalam tabel 3 akan menerangkan tentang lebar setiap alat berat yang digunakan di PT Holcim Indonesia Tbk.

**Tabel 3 Lebar Alat Berat**

Alat Berat	Lebar	Unit
Excavator	2.8	M
wheel loader	2.784	M
Dumtruck	2.5	M

Sumber : Ritchie Spech Equipment pada 28 Mei 2013

Aisle yang diperlukan agar pekerjaan aman adalah 4.5 meters dengan lebar alat berat 2.8 meter (lebar yang tertinggi). Perhitungannya adalah

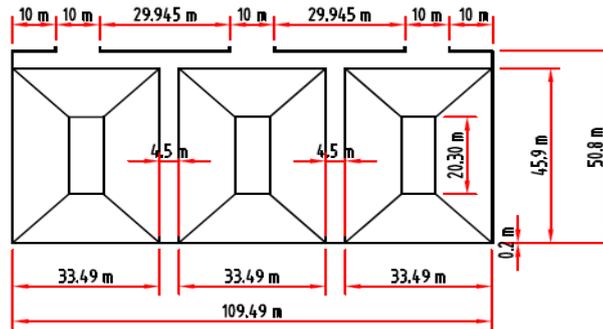
$$\begin{aligned} \text{Aisle} &= 150 \% * z \\ &= 1.5 * 2.8 \text{ m} \\ &= 4.2 \text{ m} \approx 4.5 \text{ m} \end{aligned}$$

Setelah diketahui ukuran dari stokpile dengan panjang= 45.9 m, lebar = 33.49 m, angle of repose = 38°, tinggi = 10 m. Volumennya adalah

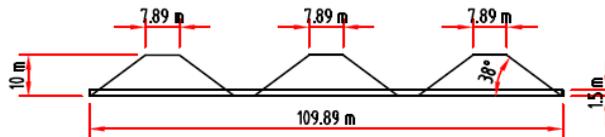
$$\begin{aligned} V &= h/3 *(A1 + A2 + \sqrt{(A1*A2)}) \\ &= 10 \text{ m} /3 *(1537.49 \text{ m}^2 + 160.33 \text{ m}^2 + \sqrt{(1537.49 \text{ m}^2 * 160.33 \text{ m}^2)}) \\ &= 3.33 \text{ m} *(1697.83 \text{ m}^2 + 496.502 \text{ m}^2) \\ &= 7314.45 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Hasil diatas adalah volume untuk satu tumpukan, sehingga volume total dari desain layout 2 adalah 21,943.35 m<sup>3</sup>. Dan kapasitasnya

$$\begin{aligned} \text{Capacity} &= \text{volume} * \text{density} \\ &= 21,943.35 \text{ m}^3 * 0.954 \text{ ton/m}^3 \\ &= 20,933.96 \text{ ton} \approx 21,000 \text{ ton} \end{aligned}$$



Gambar 4 Desain Layout 2 (tampak atas)



Gambar 5 Desain Layout 2 (Tampak samping)

### 3.2 Analisa Proses Penerimaan dan Konsumsi Material Batubara di Storage

Hanya dengan mengkonsumsi batubara BRE, ini menyebabkan *roofed yard storage* di CC2 dengan kapasitas 24,000 ton hanya untuk batubara jenis ini. Jika ditambah dengan dengan kapasitas *open yard storage*, kapasitas total untuk *storage* batubara BRE adalah 45,000 ton. Dengan menggunakan data simulasi yang diambil dari *Production Planning* (Maret – April 2013) yaitu data penerimaan dan konsumsi batubara, desain layout 2 masih dapat menampung batubara. Dengan kondisi penumpukan tertinggi yaitu 36,582 ton terjadi pada 27 April 2013.

### 3.3 Analisa Biaya setiap Desain Layout

Biaya yang dikeluarkan untuk penanganan desain layout 1 adalah total biaya bahan bakar alat berat yang digunakan untuk proses penerimaan batubara dan proses reklamasi ditambah dengan biaya kehilangan batubara karena terbakar. Reklamasi adalah proses merapikan storage sebelum dilakukan pengukuran dengan alat *excavator*. Sehingga biayanya adalah Rp 1,090,107,000.00.

Total biaya yang dikeluarkan ketika menggunakan desain layout 2 adalah total biaya bahan bakar alat berat yang digunakan ketika proses penerimaan. Dalam desain ini tidak ada biaya reklamasi dan biaya kehilangan batubara karena terbakar. Total biayanya adalah Rp 44,625.000.00. Jika dibandingkan biaya antara desain layout 1 dan 2, desain layout 2 yang lebih hemat. Berdasarkan data diatas, kita dapat membandingkan desain layout 1 dan 2 seperti ditunjukkan pada tabel 4 dibawah

**Tabel 4. Perbandingan Biaya Desain Layout 1 dan Desain Layout 2**

Item	Design 1	Design 2
max. Capacity	32000 ton	21000 ton
Aisle	X	√
Fi-Fo system	X	√
Coal risk to burnt	√	X
Update Stock in stockpile	Difficult (need calculation)	Easy (without calculation)
Total cost	Rp 1,090,107,000	Rp 44,625,000

#### 4. KESIMPULAN DAN SARAN

Rataan selisih dari stok batubara sebelum diperbaiki (Juli 2012-Februari 2013) adalah 18.4%. Melalui proses reklamasi, open yard batubara menjadi lebih rapi dan rata, sehingga membuat hasil pengukuran lebih akurat dan mengurangi selisih menjadi 8.3% (rata-rata Maret-April 2013). Disamping itu, dengan pemilihan desain layout yang tepat dan pembuatan SOP untuk pengaturan penumpukannya yaitu yang memperhatikan sistem Fi-Fo dapat mengurangi biaya penanganan batubara. Saran dari tugas akhir ini adalah untuk dapat mengaplikasikan desain layout 2 dan SOP untuk semua *storage open yard*.

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

- Daonil, 2006, Perancangan Tata Letak Material Pada Gudang Pt. Pembangkitan Jawa Bali Unit Pembangkitan Gresik, Jurusan Teknik Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS), Surabaya.
- Europa Lehrmitel, 2001a, Mechanical And Metal Trade Handbook, Germany.
- Fuller, 1996, Preblending for on-site Training at PT Semen Nusantara, Cilacap.
- Gouda, G.R., Lonita, V., 1979, Preblending Cement Raw Material- Why, When, and How, Fuller Company, Pennsylvania.
- Hapsari, M.A., 2008, Perancangan Ulang Tata Letak Dan Standard Operating Procedure Penyimpanan Bahan Baku (Studi Kasus Pada Pt. Kimia Farma Plant Semarang), Universitas Diponegoro, Semarang.
- Heizer, J., Render, B., 2001, Operation Management Sixth Edition, Prentice Hall Inc, New Jersey.
- Paramitha, Y.B., 2013, Sistem Persediaan Batubara di PT Holcim Indonesia Tbk Pabrik Cilacap, skripsi in Program Studi Teknik Industri Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Yogyakarta.
- PT Adaro Indonesia, 1991, A Guide to Stockpiling and Storage, Tanjung.

- PT Holcim Indonesia Tbk, 2012, CC2 Production Planning Guideline GL 3021 ver. 1.5, Cilacap.
- PT Holcim Indonesia Tbk, 2013, price of material in SAP, Cilacap. (access on 29 May 2013)
- Qomariah, S., 2011, Final Project Improving Of Monitoring Of Coal Stock, Paper in Industrial Engineering Diploma (D3) Program Universitas Jendral Soedirman, Purwokerto.
- Salazar, H., 2004, Fuels for Cement Kilns, Cement Manufacturing Course, Switzerland.
- Wingjosoebroto, S., 2003, Tata Letak Pabrik dan Pemindahan Bahan, Guna Widya, Surabaya.
- Wakhinuddin, 2006, Standard Operating Procedures (SOP):Isi, Format, Dan Manajemen, Universitas Negeri Padang, Padang.