

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Gambaran Umum Perusahaan

Gambaran umum ini akan membahas mengenai sejarah singkat dan perkembangan PT. Indocement Tunggul Prakarsa, Tbk., visi dan misi, lokasi, struktur organisasi, sistem manajemen, produk yang dihasilkan, anak perusahaan, bahan baku produk, proses produksi, kepegawaian atau tenaga kerja di PT. Indocement Tunggul Prakarsa, Tbk.

2.1.1 Sejarah Perusahaan

PT. Indocement Tunggul Prakarsa, Tbk. merupakan salah satu produsen semen terbesar di Indonesia dengan *merk* produknya adalah semen “Tiga Roda”. Saat ini industri pembuatan semen PT. Indocement Tunggul Prakarsa, Tbk. tersebar di 3 kawasan di Indonesia yang pertama berada di Citeureup, Bogor dengan 10 *Plant* yaitu *Plant* 1, *Plant* 2, *Plant* 3, *Plant* 4, *Plant* 5, *Plant* 6, *Plant* 7, *Plant* 8, *Plant* 11, dan *Plant* 14 yang saat ini sedang dalam proses pembangunan. Kawasan industri PT Indocement Tunggul Prakarsa, Tbk. yang kedua berada di Palimanan, Cirebon yang memiliki 2 *Plant*, yaitu *Plant* 9 dan *Plant* 10. Kawasan industri yang ketiga terletak di Tarjun, Kalimantan Selatan yang hanya memiliki satu *Plant*, yaitu *Plant* 12.

Indocement Group mulai beroperasi pada tahun 1975 dengan nama PT *District Indonesia Cement Enterprise* (DICE) dan berada di Citeureup, Bogor yang saat ini dikenal dengan *Plant* 1 dan *Plant* 2. Perusahaan ini diresmikan pada tanggal 4 Agustus 1975 dengan kapasitas sebesar 500.000 ton/tahun. Seiring dengan pembangunan infrastruktur nasional, permintaan konsumen akan semen semakin meningkat. Hal ini mendorong perusahaan untuk menambah jumlah kapasitas produksi perusahaan dengan didirikannya pabrik-pabrik baru, diantaranya:

1. PT. Distinct Indonesia Cement Enterprise (DICE). Perusahaan ini memiliki *Plant* 1 dan *Plant* 2 dengan kapasitas produksi dari masing-masing *plant* sebesar 500.000 ton/tahun. Perusahaan ini memproduksi

semen jenis *Ordinary Portland Cement* (OPC) tipe 1. *Plant* 1 mulai beroperasi pada tanggal 18 Juli 1975 sedangkan *Plant* 2 beroperasi pada tanggal 14 Juli 1976. Peralatan yang digunakan dibuat oleh Kawasaki Heavy Industries Lts, Jepang.

2. PT. Perkasa Indonesia Cement Enterprise (PICE). Perusahaan ini memiliki 2 *Plant*, yaitu *Plant* 3 dan *Plant* 4 dengan kapasitas produksi masing-masing *plant* sebesar 1.000.000 ton per tahun. Produk yang dihasilkan adalah *Ordinary Portland Cement* (OPC) Tipe 1. *Plant* 3 mulai beroperasi pada tanggal 26 Oktober 1978 sedangkan *Plant* 4 mulai beroperasi pada tanggal 17 November 1980. Peralatan yang digunakan dibuat oleh KHD Humboldt Wedag AG, Jerman Barat.
3. PT. Perkasa Indah Indonesia Cement Enterprise (PIICE). Perusahaan ini menjadi *Plant* 5 dengan kapasitas produksi sebesar 200.000 ton/tahun. Produk yang dihasilkan adalah *White Cement* (WC) dan *Oil Well Cement* (OWC). *Plant* 5 mulai beroperasi pada tanggal 16 Maret 1981. Peralatan yang digunakan dibuat oleh Kawasaki Heavy Industries Lts, Jepang dan Nihon Cement Co.,Ltd.
4. PT. Perkasa Agung Utama Indonesia Cement Enterprise (PT. PAUICE). Perusahaan ini menjadi *Plant* 6 dan mulai beroperasi sejak September 1983. *Plant* 6 mempunyai kapasitas produksi 1.500.000 ton per tahun. Peralatan yang digunakan dibuat oleh KHD Humboldt Wedag AG, Jerman Barat.
5. PT. Perkasa Inti Abadi Indonesia Cement Enterprise (PT. PIAICE) beroperasi pada tanggal 16 Desember 1984. Perusahaan ini merupakan *Plant* 7 dan memiliki kapasitas produksi sebesar 1.500.000 ton per tahun. Peralatan yang digunakan dibuat oleh Polysus Heavy Industries, Perancis.
6. PT. Perkasa Abadi Mulia Indonesia (PT. PAMICE) menjadi PT. Indocement Tunggal Prakarsa, Tbk. *Plant* 8 dengan kapasitas produksi 1.500.000 ton/tahun. *Plant* 8 beroperasi pada tanggal 16 Juli 1985. Peralatan yang digunakan dibuat oleh Polysus Heavy Industries, Perancis. Tepat pada tanggal 16 Januari 1985 enam perusahaan tersebut melakukan *merger*, kemudian perusahaan ini resmi berbentuk badan hukum pada

tanggal 17 Mei 1985 dengan nama PT. Indocement Tunggal Prakarsa, Tbk. Akta Pendiannya disahkan pada tanggal 15 Juni 1985 oleh Departemen Kehakiman Republik Indonesia dengan surat keputusan No. C2-3641.HT.01.01.th.85 yang ditanda tangani oleh Menteri Kehakiman. Tujuan dari *merger* ini adalah untuk merapikan biaya operasional perusahaan.

Berdasarkan peraturan pemerintah No 32, pada tanggal 25 Juni Pemerintah Indonesia memutuskan untuk turut berperan serta dalam penyerahan modal pada PT Indocement Tunggal Prakarsa Tbk sebesar 35% dari total saham yang berjumlah Rp 364.333.840,00 dan selebihnya dimiliki oleh pihak swasta.

PT. Indocement Tunggal Prakarsa, Tbk. terus berusaha meningkatkan kapasitas produksinya. Hal ini ditunjukkan dengan pembelian sebuah pabrik semen yang dikelola oleh PT. Tridaya Manunggal Prakarsa Cement yang berlokasi di Palimanan, Cirebon pada tanggal 27 November 1991. Kemudian pabrik ini dijadikan *plant* 9 dan mulai beroperasi pada tahun 1997 dengan kapasitas produksi sebesar 1.200.000 ton per tahun. Kemudian pada tahun 1997 tepat bersebelahan dengan *plant* 9 dibangun pabrik baru yaitu *plant* 10 yang memiliki kapasitas produksi sama yaitu 1.200.000 ton per tahun. PT. Indocement Tunggal Prakarsa, Tbk. juga menjalin kerja sama dengan pihak asing untuk mendirikan pabrik semen baru dengan kapasitas produksi 2.400.000 ton per tahun yang berlokasi di Tarjun, Kalimantan Selatan dibawah PT. Indo Kodeco Cement dengan sistem *joint venture* dimana 51% saham dimiliki oleh PT. Indocement Tunggal Prakarsa, Tbk., 46% saham dimiliki oleh Korea Devt. Co., dan 3% saham dimiliki oleh Marubeni Corp.

Berdasarkan RUPS Luar Biasa pada tanggal 20 Oktober 2000 diputuskan bahwa anak perusahaan PT. Indo Kodeco Cement langsung berada dibawah operasional PT. Indocement Tunggal Prakarsa, Tbk. dan menjadi *plant* 12. Usaha PT. Indocement Tunggal Prakarsa, Tbk. selanjutnya untuk meningkatkan kapasitas produksinya adalah dengan adanya pembangunan *plant* 11 yang berlokasi di Citeureup, Bogor pada tahun 1997 dengan kapasitas produksi 2.400.000 ton per tahun dan mulai beroperasi sejak maret 1999. Dengan beroperasinya *plant* 11, maka PT. Indocement Tunggal Prakarsa, Tbk. memiliki

jumlah total kapasitas produksi sebesar 15.420.000 ton per tahun. Hal ini menjadikan PT. Indocement Tunggul Prakarsa, Tbk sebagai produsen semen terbesar di Indonesia.

Pada tahun 2001, Kimmeridge Enterprise Pte, Ltd. sebagai anak perusahaan Heidelberger Cement Group yang merupakan salah satu pemimpin pasar global dalam bidang agregat dan produsen terkemuka di dunia yang berpusat di Jerman Barat membeli saham perseroan milik Badan Penyehatan Perbankan Nasional (BPPN) dan milik PT. Holkido Perkasa sehingga dengan demikian Kimmeridge Enterprise Pte, Ltd. Menjadi pemegang saham pengendali perseroan dengan total 1.674133.233 saham atau setara dengan 45,48% dari modal yang ditempatkan di perseroan. Dengan adanya permasalahan tersebut, Perseroan bertekad untuk memulihkan kembali kondisi keuangan yang normal seperti semula sebelum terjadinya krisis keuangan di Asia. Dengan dukungan Heidelberger Cement Group, PT. Indocement Tunggul Prakarsa, Tbk. Mampu memulihkan kondisi keuangannya. Hal ini dibuktikan dengan total penjualan perseroan yang mencapai lebih dari Rp 5.592.000.000.

2.1.2 Visi, Misi, Motto, dan Logo Perusahaan PT. Indocement Tunggul Prakarsa, Tbk.

PT. Indocement Tunggul Prakarsa, Tbk. mempunyai misi, visi, motto dan logo perusahaan sebagai berikut:

- Visi PT. Indocement Tunggul Prakarsa, Tbk. adalah menjadi pemain utama dalam bisnis semen domestik dan pemimpin pasar di bidang usaha beton siap pakai, agregat dan pasir di Jawa. (*Premium domestic player in cement business and market leader in ready-mix concrete, aggregates and sand businesses in Jawa*)
- Misi PT. Indocement Tunggul Prakarsa, Tbk. adalah kami berkecimpung dalam bisnis penyediaan semen dan bahan bangunan berkualitas dengan harga kompetitif dan tetap memperhatikan pembangunan berkelanjutan. (*We are in the business of providing quality cement and building materials at competitive prices, in a way that promotes sustainable development*)

commit to user

- Motto dan logo dari PT. Indocement Tunggal Prakarsa, Tbk. adalah Turut membangun kehidupan bermutu (*Better shelter for a better life*). Logo perusahaan adalah sebagai berikut:



Gambar 2.1 Logo perusahaan



Gambar 2.2 Logo Produk

2.1.3 Lokasi PT. Indocement Tunggal Prakarsa, Tbk.

Saat ini PT. Indocement Tunggal Prakarsa, Tbk. memiliki 13 *plant* dimana *plant* 14 sedang dalam proses pembangunan. *Plant-plant* ini tersebar di tiga lokasi di Indonesia yaitu:

1. Citeureup, Bogor yang memiliki 10 *plant* dengan luas area sebesar 200 Ha.
2. Palimanan, Cirebon yang memiliki 2 *plant* dan luas area sebesar 37 Ha.
3. Tarjun, Kalimantan Selatan yang memiliki 1 *plant* dan luas area 71 Ha.

Lokasi tersebut dipilih dengan adanya faktor-faktor yang dapat memberi keuntungan bagi perusahaan seperti:

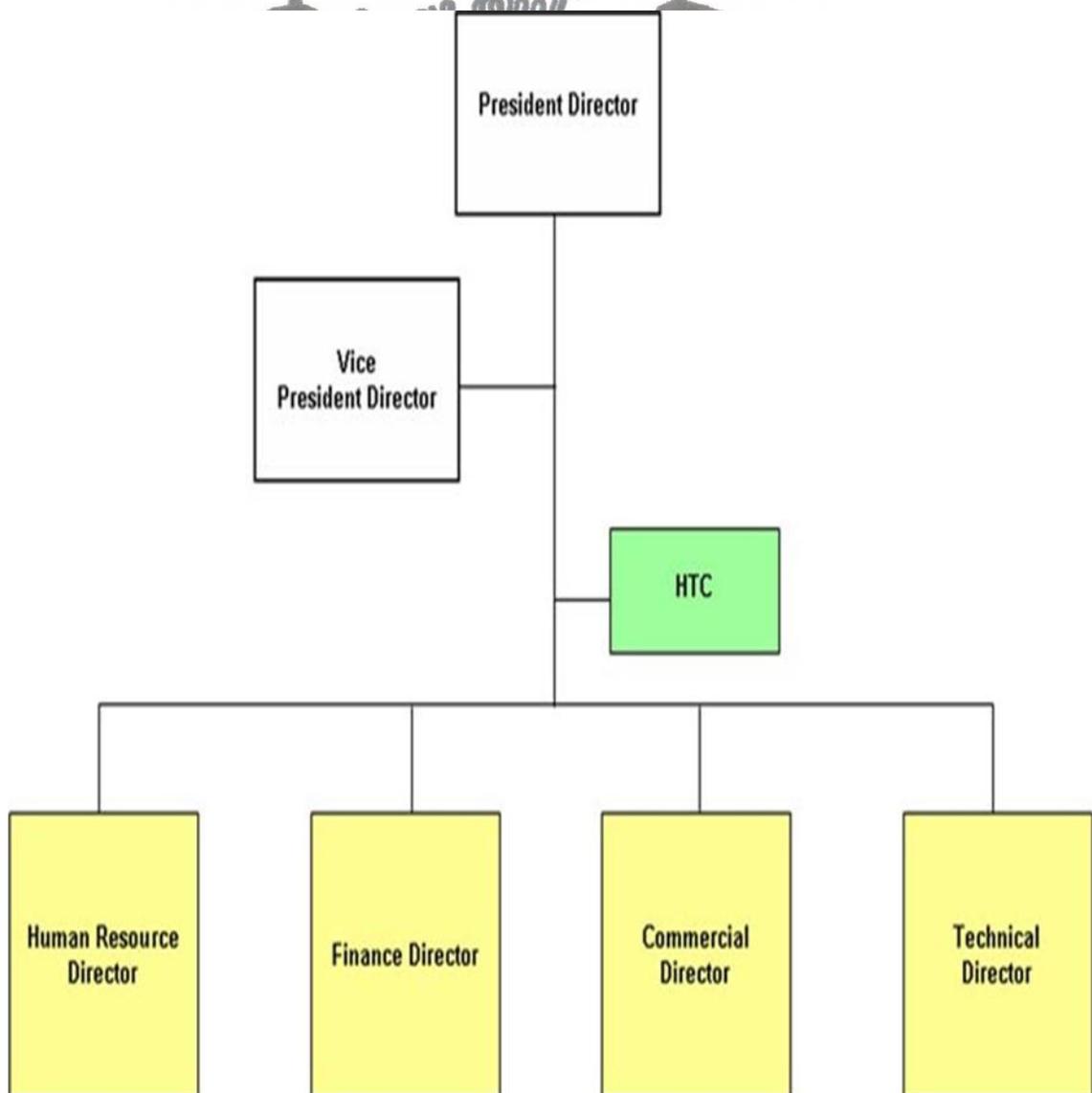
- Faktor bahan baku
- Pemasaran
- Tenaga kerja
- Transportasi
- Kompetitor

commit to user

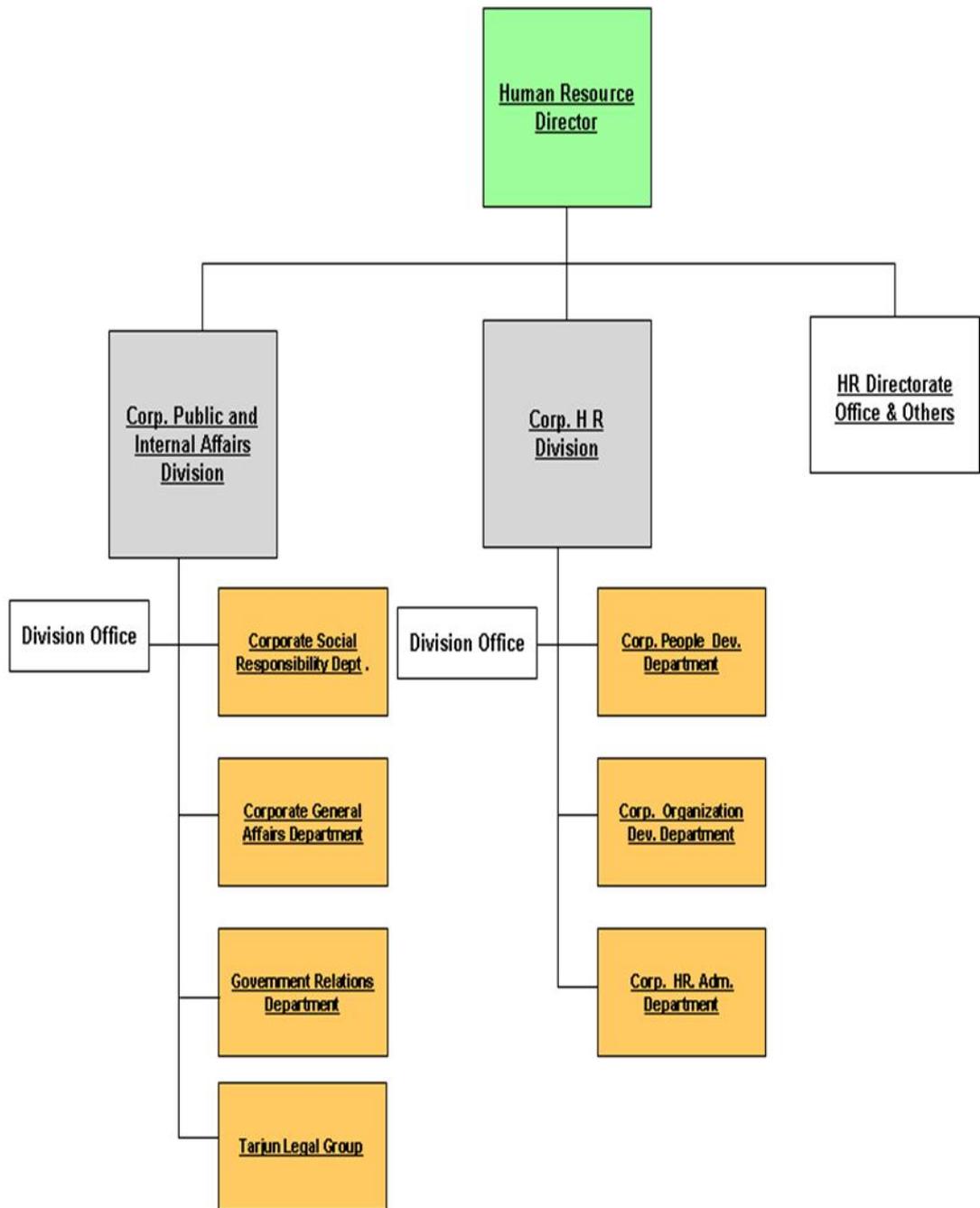
Sedangkan Dewan Direksi PT. Indocement Tungal Prakarsa, Tbk. terdapat di Jakarta tepatnya di Wisma Indocement Lt. 8, Jalan Jendral Sudirman Kav 7-71, Jakarta, Indonesia.

2.1.4 Struktur Organisasi

Kelancaran dan kontinuitas dari suatu badan usaha pada dasarnya ditentukan oleh struktur organisasi dari badan usaha tersebut. Struktur organisasi ini berfungsi untuk menentukan wewenang kepada setiap bagian perusahaan untuk melaksanakan tugas yang dibebankan kepadanya dan bagaimana suatu perusahaan bertanggung jawab secara langsung. Struktur organisasi dari PT. Indocement Tungal Prakarsa, Tbk. ditunjukkan pada gambar berikut ini:

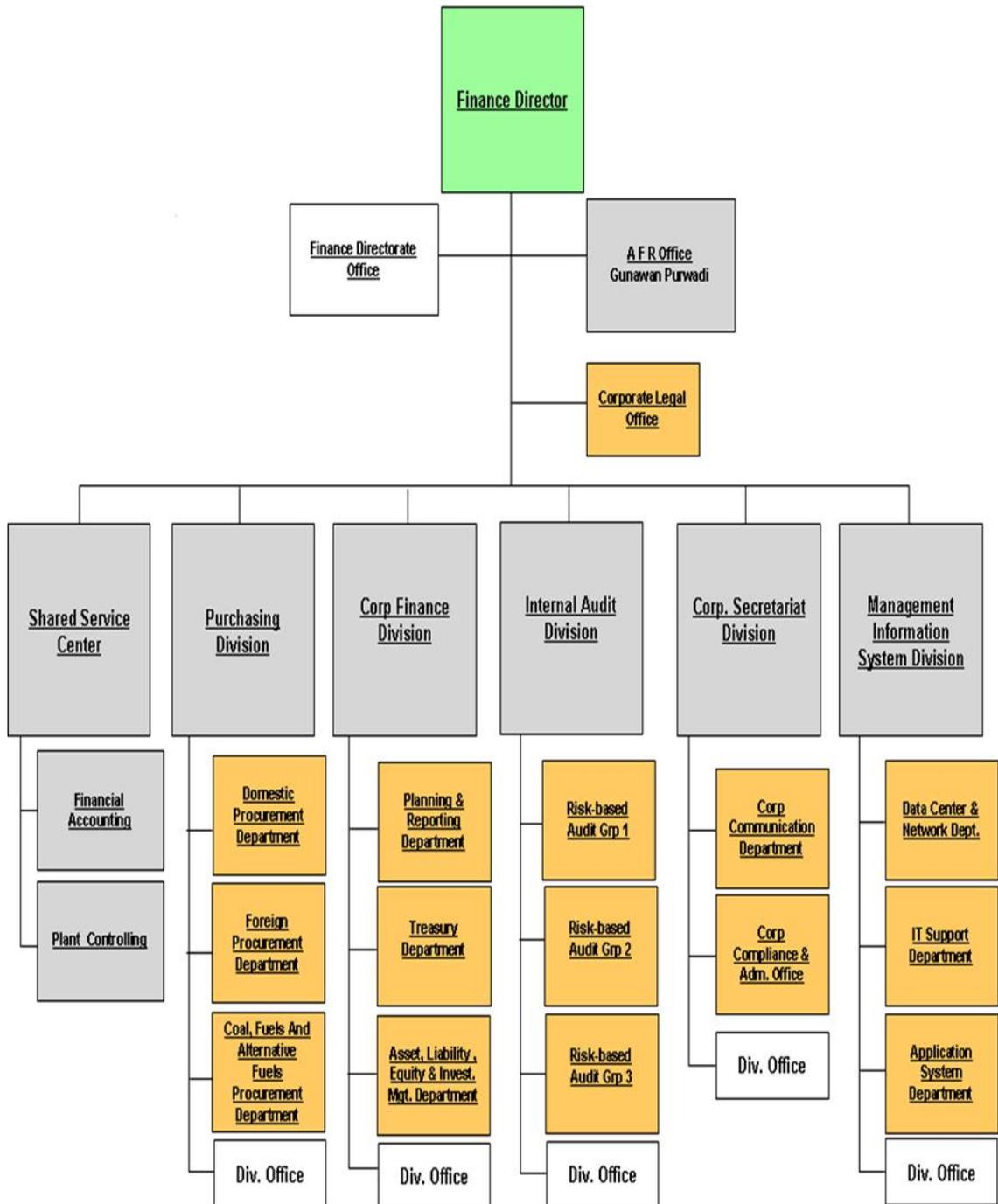


Gambar 2.3 Struktur Organisasi Perseroan



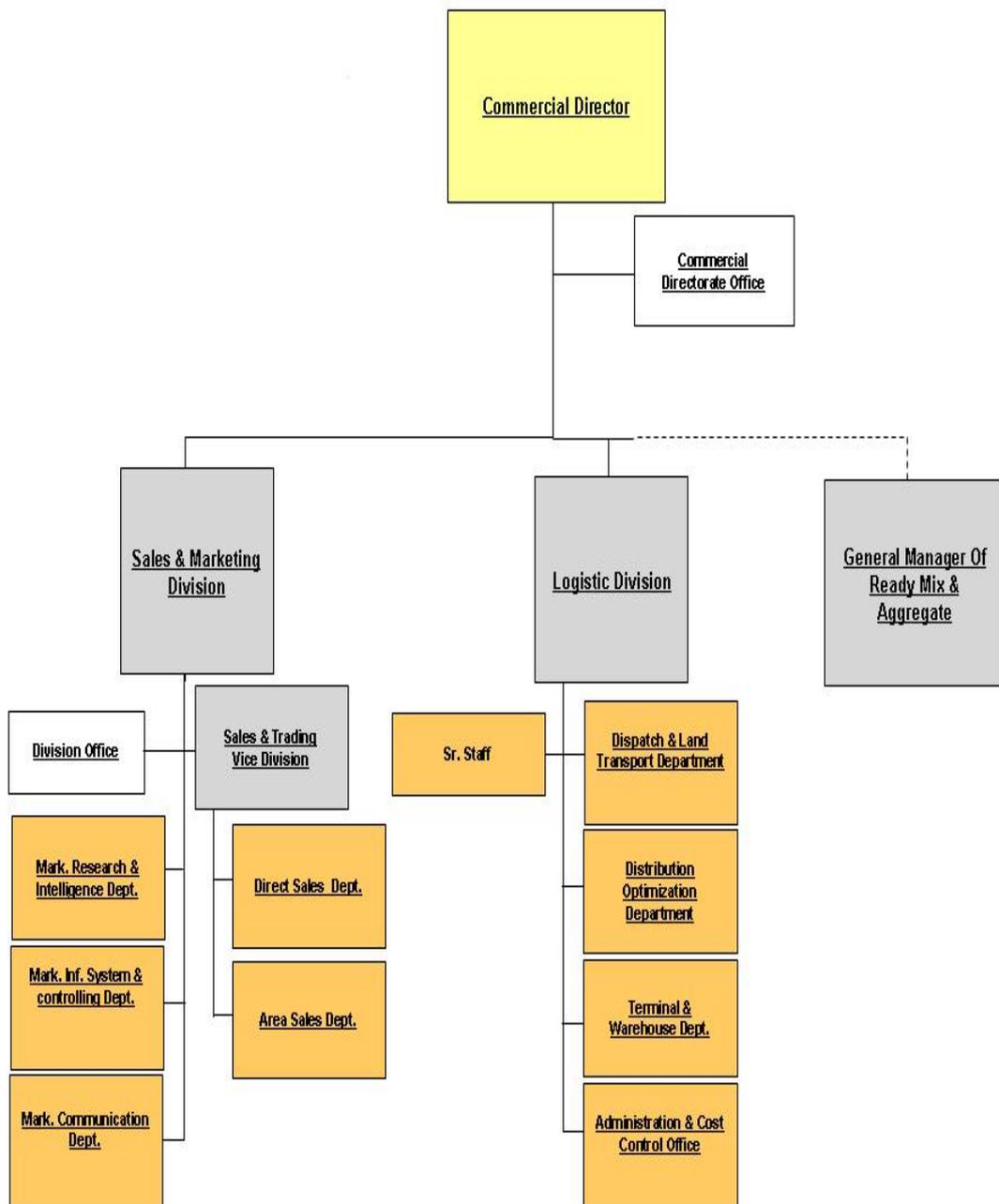
Gambar 2.4 Struktur Organisasi *Human Resource Director*

commit to user



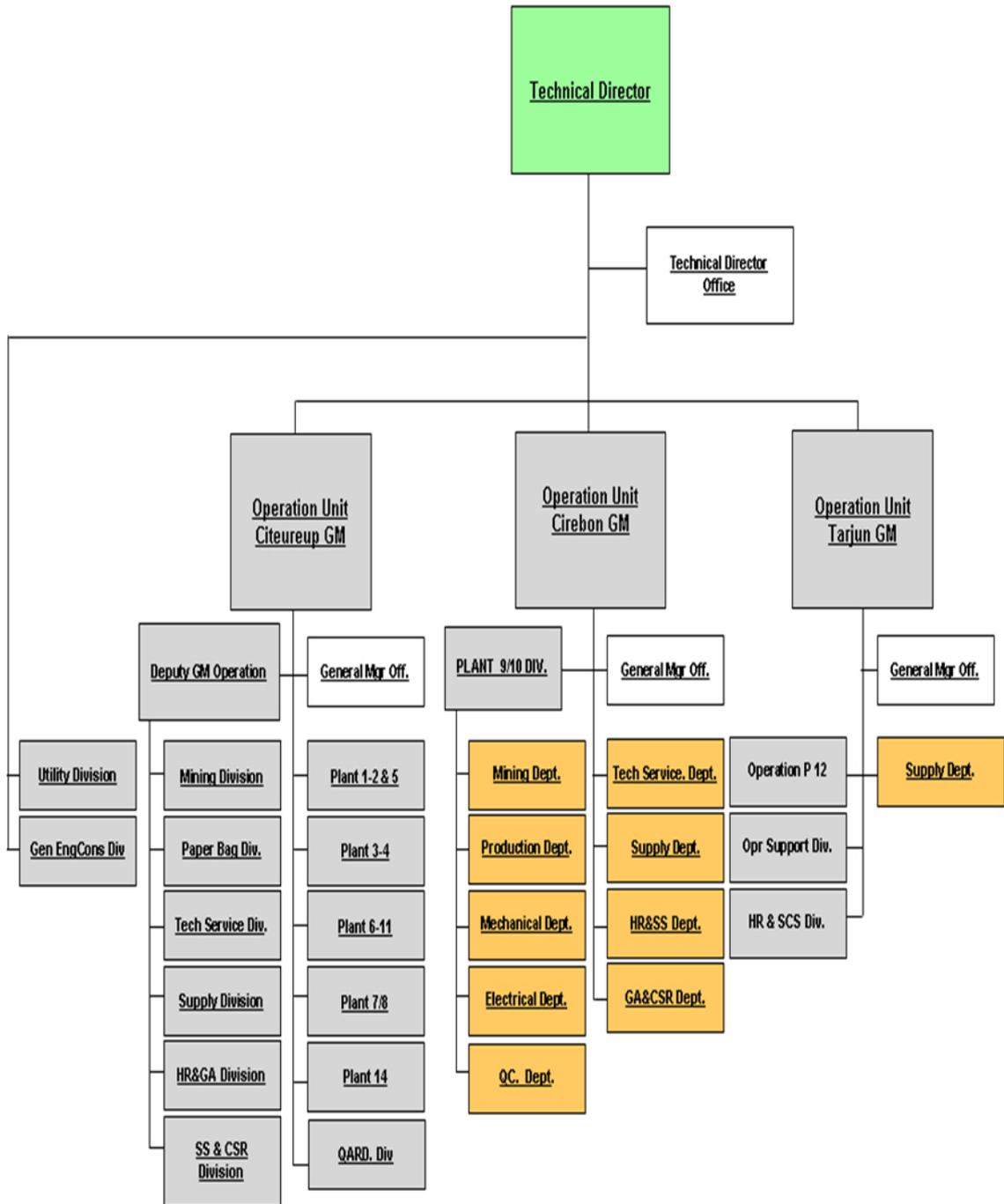
Gambar 2.5 Struktur Organisasi *Finance Director*

commit to user



Gambar 2.6 Struktur Organisasi *Commercial Director*

commit to user



Gambar 2.7 Struktur Organisasi *Technical Director*

Pada struktur organisasi PT. Indocement Tunggal Prakarsa, Tbk. kekuasaan tertinggi perusahaan dipegang oleh Rapat Umum Pemegang Saham atau RPUS. RPUS memiliki wewenang untuk membubarkan perusahaan, mengembangkan usaha, mengangkat dan memberhentikan pengurus. Pelaksanaan kegiatan operasional diatur oleh Dewan Direksi yang berkedudukan di Jakarta. Dewan direksi berjumlah 8 orang yang terdiri dari *President Director*, *Vice*

President Director, Technical Director, Financial Director, Human Resources Director, Commercial Director, dan dua orang Independent Director. Dewan direksi bertugas untuk melaksanakan kebijakan yang telah ditetapkan oleh RPUS, menyusun sekaligus melaksanakan anggaran dan belanja perusahaan dan mengelola serta mengembangkan jalannya perusahaan. Dewan komisaris berperan sebagai wakil dari pemegang saham yang juga memiliki wewenang dalam memberhentikan dan mengikat direksi perusahaan, mengesahkan anggaran dan belanja perusahaan, serta mengawasi dan memberikan pengarahan kepada direksi.

2.1.5 Tenaga Kerja

Tenaga kerja di PT. Indocement Tunggul Prakasa, Tbk. merupakan tenaga kerja tetap dan tenaga kerja harian. Sumber tenaga berasal dari dalam negeri dan tenaga kerja asing yang bekerja dengan sistem kontrak. Waktu kerja yang digunakan dibagi dalam dua bagian, yaitu waktu kerja normal dan waktu kerja *shift*.

- Waktu untuk kerja normal

Senin – Kamis:	07.00 – 16.00 untuk <i>Quarry</i>
	08.00 – 17.00 untuk <i>plant</i>
Jum'at	: 07.00 – 16.00 untuk <i>Quarry</i>
	08.00 – 17.00 untuk di <i>Plant</i>
- Waktu kerja *shift*

Shift A	: 07.00 – 15.00
Shift B	: 15.00 – 23.00
Shift C	: 23.00 – 07.00

2.1.6 Produk

PT. Indocement Tunggul Prakarsa, Tbk. merupakan produsen semen yang hasil produksinya diberi *merk* semen “Tiga Roda”. Produk PT. Indocement Tunggul Prakarsa, Tbk. tidak hanya dipasarkan di wilayah Indonesia saja, melainkan juga di seluruh dunia. Berikut ini adalah jenis-jenis semen yang dihasilkan oleh PT. Indocement Tunggul Prakarsa, Tbk. :

commit to user

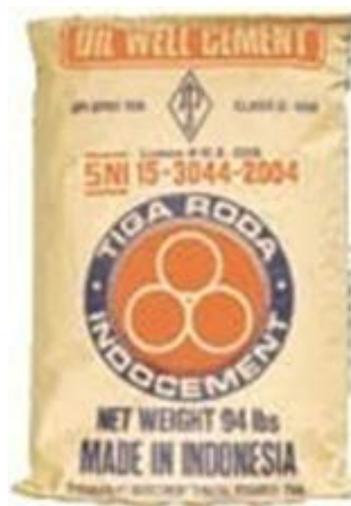
a. *Portland Composite Cement (PCC)*



Gambar 2.8 Portland Composite Cement (PCC)

Portland Composite Cement (PCC) berguna untuk bangunan-bangunan pada umumnya, seperti rumah, bangunan tinggi, jembatan, jalan beton, beton *pre-cast* dan beton *pre-stress*. Semen PCC memiliki kekuatan yang sama dengan *Portland Cement* Tipe I, namun PCC mempunyai panas hidrasi yang lebih rendah selama proses pendinginan dibandingkan dengan *Portland Cement* Tipe I yang membuat pengerjaan dengan semen PCC lebih mudah dan menghasilkan permukaan beton/plester yang lebih rapat dan lebih halus.

b. *Oil Well Cement (OWC)*



Gambar 2.9 Oil Well Cement (OWC)
commit to user

Oil Well Cement (OWC) atau sering disebut dengan semen sumur minyak sebab semen ini digunakan untuk penyekat pada proses pengeboran sumur minyak dan gas baik di darat maupun lepas pantai. OWC diproduksi dengan standar mutu yang ketat sesuai dengan standar API (*American Petroleum Institute*).

c. *Ordinary Portland Cement* (OPC)



Gambar 2.10 *Ordinary Portland Cement* (OPC)

Ordinary Portland Cement (OPC) atau sering disebut dengan semen abu-abu, terdiri dari lima tipe semen dan PT. Indocement Tunggal Prakarsa, Tbk. memproduksi OPC tipe I, II, dan V. OPC jenis I merupakan jenis semen yang cocok digunakan dalam berbagai aplikasi beton dimana syarat-syarat khusus tidak diperlukan, seperti konstruksi rumah, gedung tinggi, jembatan, dan jalan. OPC jenis II merupakan jenis semen yang cocok diaplikasikan pada beton yang memerlukan daya tahan yang baik terhadap kadar sulfat sedang, misalnya daerah rawa-rawa, bangunan tepi pantai, bendungan, dan pondasi jembatan. OPC jenis V merupakan jenis semen yang digunakan pada aplikasi beton yang memerlukan daya tahan yang baik terhadap kadar surfat yang tinggi, contohnya bangunan di daerah rawa dengan keasaman yang tinggi, dermaga (bangunan-bangunan pantai), bendungan, pondai jembatan, dan silo bahan-bahan kimia.

commit to user

d. *White Portland Cement* (WPC)/Semen Portland Putih



Gambar 2.11 *White Portland Cement* (WPC)

White Portland Cement (WPC) atau semen putih biasanya digunakan untuk keperluan pekerjaan-pekerjaan arsitektur, precast, dan beton yang diperkuat dengan *fiber*, panel, permukaan teraso, *stucco*, cat semen, nat ubin/keramik serta struktur yang bersifat dekoratif. Semen ini juga dapat digunakan untuk proses keonstruksi pada umumnya. PT. Indocement Tungal Prakarsa, Tbk. saat ini merupakan satu-satunya produsen semen putih di Indonesia.

e. *White Mortar* TR30



Gambar 2.12 *White Mortar* TR30

commit to user

White Mortar TR30 merupakan semen yang sangat sesuai untuk acian, plamir, dan nat. Keuntungan menggunakan *White Mortar* TR30 adalah permukaan acian yang lebih halus, mengurangi retak dan terkelupasnya permukaan.

- f. *Ready-Mix Concrete* (diproduksi anak perusahaan)



Gambar 2.13 *Ready-Mix Concrete*

Beton Siap-Pakai diproduksi dengan mencampur OPC dengan bahan campuran yang tepat (pasir dan batu) serta air dan kemudian dikirimkan ke tempat pelanggan menggunakan truk semen untuk dicurahkan.

- g. Agregat (diproduksi anak perusahaan)

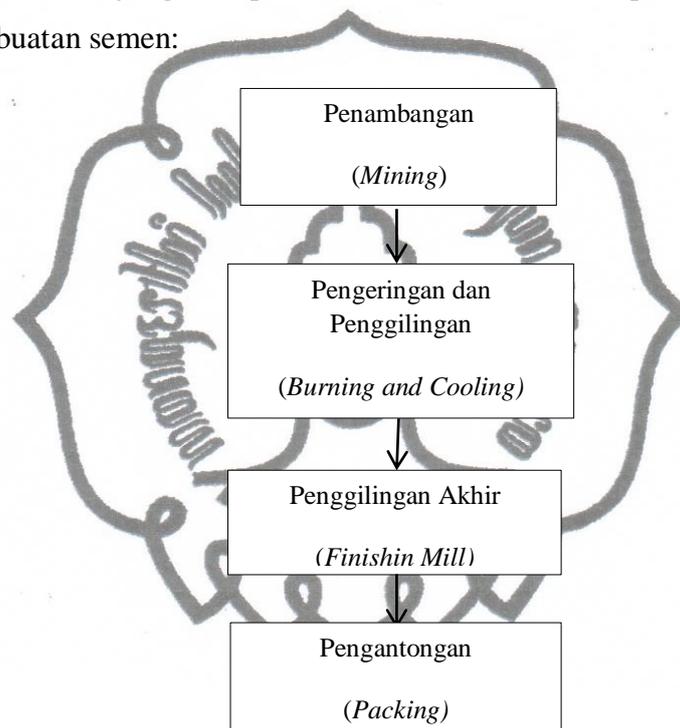


commit to user
Gambar 2.14 Agregat

Tambang aggregates (batu andesit) terletak di Rumpin dan Purwakarta, Jawa Barat dengan total cadangan sebanyak 130 juta ton andesit, melalui anak perusahaan Indocement akan memperkuat posisi Indocement sebagai pemasok bahan bangunan.

2.1.7 Proses Produksi

Pada sub sub bab ini akan dijelaskan mengenai proses produksi dari pembuatan semen mulai dari penambangan bahan baku pembuat semen sampai pada produk akhir yang berupa semen. Berikut ini merupakan *flowchart* dari proses pembuatan semen:



Gambar 2.15 *Flowchart* Proses Pembuatan Semen

Berdasarkan diagram alir metodologi proses produksi diatas dapat dijelaskan langkah-langkah dari *flowchart* proses pembuatan semen sebagai berikut:

1. Penambangan (*Mining*)

Lokasi PT. Indocement Tunggal Prakarsa, Tbk. berupa daerah perbukitan yang mengandung bahan baku pembuatan semen dalam jumlah yang cukup banyak, seperti *limestone*, *sandy clay*, dan *sand*. Penambangan PT. Indocement Tunggal Prakarsa, Tbk. dilakukan di beberapa lokasi di hambalang. Setelah dilakukan pengeboran dan peledakan, *limestone*,

sandyclay, dan *sand* ditambang. Kemudian bahan-bahan tersebut dibawa ke mesin penggiling yang berlokasi tidak jauh dari tambang. Setelah penggilingan selesai bahan-bahan tersebut dikirim melalui *belt conveyor* ataupun menggunakan truk. Aktivitas-aktivitas penambangan yang dilakukan dalam unit *mining* adalah sebagai berikut:

a. Proses Pembersihan (*Clearing*)

Proses *clearing* merupakan aktivitas menghilangkan laoisan tanah di sekitar permukaan setebal ± 30 cm menggunakan *bulldozer*.

b. Proses Pengeboran (*Drilling*)

Proses *drilling* merupakan proses pembuatan lubang tembak dengan kedalaman 9 meter-13 meter dan kemiringan sebesar $3,5^\circ$ yang didalamnya akan digunakan sebagai tempat peletakan bahan peledak.

c. Proses Peledakan (*Blasting*)

Proses *blasting* merupakan proses untuk menghancurkan *limestone* yang memiliki kekerasan tingkat tinggi supaya terlepas dari batuan induk. Bahan peledak yang digunakan, antara lain:

- *Demotin* (dinamit) atau *Trinitrotoluene* (TNT), sebagai bahan peledak.
- *Amonium Nitrat Fuel Oil* (ANFO), berupa serbuk campuran antara *amonium nitrat* sebanyak 94-95% dengan 5-6% solar yang digunakan sebagai bahan peledak.
- Detonator Listrik berguna sebagai pemicu ledakan.
- *Blasting Machine*, sebagai penimbul arus listrik untuk meledakkan denator listrik.
- Kabel, untuk menyalurkan arus listrik dari *blasting machine* ke *detonator listrik*.
- *Blasting Ohm Meter*, untuk pengetesan kesempurnaan rangkaian peledak.

d. Proses Pemuatan (*Loading*)

Proses pemuatan atau *loading* adalah aktivitas untuk memindahkan batuan yang sudah diledakkan menggunakan *wheel loader* dengan kapasitas *bucket* sebesar 5-10 m³.

e. Proses Pengangkutan (*Hauling*)

Proses *hauling* merupakan aktivitas pengangkutan batuan dari lokasi peledakan ke alat penghancur (*crusher*) dengan menggunakan *truck* yang berkapasitas ± 30 ton.

f. Proses Penghancuran (*Crushing*)

Proses *crushing* adalah proses untuk mereduksi ukuran batuan sesuai dengan permintaan pabrik yaitu 60 mm dan maksimum 80 mm.

g. Proses Pengiriman (*Conveying*)

Pada proses ini melakukan proses pengiriman *limestone* yang sudah dihancurkan menggunakan *belt conveyor* DP2 sistem (200 ton/jam) dan DP 102 sistem (2500 ton/jam) dari *quarry D* supaya dapat segera disalurkan ke *plant* dan terdapat sebagian *limestone* yang disimpan terlebih dahulu di dalam *intermediate storage quarry D*. Hal ini bertujuan untuk mengontrol kualitas dan kuantitas batu kapur yang akan dikirim ke *plant*.

2. Pengeringan dan Penggilingan (*Drying And Grinding*)

Semua bahan baku yang akan digunakan ditimbang terlebih dahulu menggunakan *weigher feeding*, kemudian dikeringkan di dalam *rotary dryer* untuk mencegah pemborosan panas. Kadar air dari material tersebut menjadi turun sesuai dengan kontrol kualitas yang telah ditentukan sesuai standard yang telah ditetapkan berupa *Moisture Content (MC)*. Setelah disimpan di *Raw Mill Feed Bins*, campuran material yang telah mengikuti standard dimasukkan ke dalam *grinding mill* untuk dilakukan proses penggilingan. Dalam proses penggilingan ini, dilakukan pengambilan *sample* setiap satu jam untuk diperiksa agar komposisi masing-masing material tetap konstan dan sesuai dengan standard. Hasil dari proses *grinding* ini berupa *raw meal* yang kemudian dimasukkan ke dalam *air*

blending silo untuk proses homogenisasi *raw meal*. Setelah itu, *raw meal* yang sudah homogen masuk ke dalam *raw mill silo*.

3. Pembakaran dan Pendinginan (*Burning And Cooling*)

Dari tempat penyimpanan hasil campuran yang telah digiling, material yang telah halus dibakar di *rotary dryer* sampai menjadi *clinker*. Proses pembakaran ini menggunakan temperatur yang sangat tinggi hingga mencapai 1400°C. Proses pembentukan *clinker* terjadi dalam beberapa tahapan proses, yaitu :

- Proses pemanasan awal dan penguapan air yang terjadi di *Suspension Preheater*.
- Proses kalsinasi awal yang terjadi di *Suspension Preheater*.
- Proses kalsinasi lanjutan yang terjadi di *Rotary Kiln*.
- Proses transisi yang terjadi di *Rotary Kiln*.
- Proses pendinginan terjadi di *Air Quenching Cooler*.

Clinker yang keluar dari *Rotary Kiln* harus didinginkan terlebih dahulu sebelum diangkut ke unit penggilingan. Pendinginan *clinker* dilakukan secara mendadak dari temperatur $\pm 1400^{\circ}\text{C}$ turun menjadi $\pm 120^{\circ}\text{C}$ agar mudah ditransformasikan dan dihancurkan di *finish mill*.

4. Penggilingan Akhir (*Finishing Mill*)

Unit penggilingan akhir (*finishing mill*) dilakukan untuk mendapatkan semen dengan kehalusan yang diinginkan dan mempunyai kekuatan awal yang tinggi serta peningkatan kekuatan beton pada tahap berikutnya. *Clinker* dari *clinker silo* dan *clinker yard* dibawa keluar menuju *hopper clinker* dengan *bucket elevator*. *Gypsum* dan *bahan aditif* lainnya diangkut dengan *belt conveyor* menuju ke *hopper*-nya masing-masing. Dalam perjalanan menuju *cement mill*, *clinker* ditambahkan *etilen glikol* dengan perbandingan 1:6 yang berfungsi untuk mencegah terjadinya *ball coating*.

Clinker, *gypsum* dan *bahan aditif* lainnya yang keluar dari *hopper* ditimbang dengan *weighing feeder* dan dibawa dengan *belt conveyor* menuju *cement mill*. Pada *cement mill* ketiga material tersebut mengalami penggilingan akhir dengan bola baja. Akibat adanya benturan antara bola baja dengan *clinker* maka suhu di dalam *cement mill* menjadi tinggi. Pada

proses penggilingan tersebut, suhu tidak boleh melebihi 120°C agar fungsi *retarder* pada *gypsum* tidak hilang. Untuk mencegah terjadinya hal tersebut maka di kedua ujung *cement mill* terdapat *water spray* yang berfungsi untuk menyemburkan air agar suhu di dalam mill kurang dari atau sama dengan 120°C.

Produk keluaran *cement mill* terbagi menjadi 2 bagian yaitu produk semen yang dialirkan ke *air separator* (pemisah antara produk semen yang telah memenuhi standard dengan produk semen yang belum memenuhi standard) dan produk semen yang terbawa aliran udara akan dialirkan ke *electrostatic precipitator* untuk dipisahkan antara produk semen dengan udara. Sedangkan produk semen kasar keluaran *air separator* dan debu semen (*dust*) dibawa masuk ke dalam *dynamic separator*. Pada alat ini terjadi pemisahan partikel, dimana yang kasar akan dikembalikan ke *cement mill* dan yang halus dibawa ke *cement silo* untuk dimasukkan dengan *bucket elevator*.

5. Pengantongan (*Packing*)

Dari *cement silo*, semen diangkut dengan menggunakan *air slide* menuju *bucket elevator* yang kemudian dimasukkan ke *vibrating screen* yang berfungsi untuk memisahkan semen yang menggumpal dan kotoran yang terbawa ke dalam produk semen. Material kasar dibuang sedangkan partikel halus diangkut oleh *air slide*. Selama semen diangkut oleh *air slide*, debu dari semen dihisap oleh *dust collector*. Setelah itu semen diteruskan ke *distributed gate*, disini semen dipisahkan alirannya ke *rotary packer* yang akan mengepak semen ke kantong- kantong semen dan *bulk loader* ke truk-truk semen curah (*bulk cement*). Semen yang ke *rotary packer* didistribusikan ke lima buah *rotary packer* yang masing-masing berkapasitas 2200 kantong semen per jam dengan setiap kantong berisi 50 kg semen.

Sistem pengisian semen pada *rotary packer* adalah secara otomatis, dimana semen akan dimasukkan ke kantong bila *switch* pengisian tersentuh kantong. Selama pengisian berlangsung, unit pengisian berputar sampai berat semen yang diinginkan tercapai. Selanjutnya kantong semen

yang sudah diisi dilewatkan pada *weighting feeder*. Batasan berat semen yang diperbolehkan adalah 50 kg \pm 0,2 kg. Setelah ditimbang, kantong-kantong tersebut dijatuhkan ke dalam *belt conveyor* menuju truk pengangkut.

2.2 PERAMALAN

Peramalan adalah proses untuk mengestimasi nilai atau karakteristik masa yang akan datang. Peramalan merupakan suatu tahapan yang penting terutama dalam dunia usaha. Peramalan membantu pihak manajemen untuk menentukan kebijakan-kebijakan yang perlu diambil demi kelancaran proses produksinya. Kebutuhan akan peramalan meningkat sejalan dengan usaha manajemen untuk mengurangi ketergantungan pada hal-hal yang belum pasti, apalagi seiring dengan meningkatnya kompleksitas, persaingan, dan tingkat perubahan lingkungan (Makridakis dkk, 1999). Prinsip-prinsip dari peramalan adalah sebagai berikut:

- a. Peramalan melibatkan kesalahan (*error*). Jadi sifat peramalan adalah mengurangi ketidakpastian, tidak menghilangkannya.
- b. Peramalan menggunakan tolok ukur kesalahan. Jadi pemakai harus tahu besar kesalahan yang dapat digunakan dalam satuan unit atau presentase.
- c. Peramalan jangka pendek lebih akurat dibanding dengan peramalan jangka panjang, karena dalam jangka pendek kondisi-kondisi cenderung tetap atau berubah lambat.

2.2.1 Pola Data

Dari fluktuasi yang terjadi pada data historis, pola data dapat dibedakan menjadi empat jenis, antara lain (Makridakis dkk, 1999):

1. Pola Horizontal

Suatu pola data dikatakan memiliki pola horizontal jika fluktuasi yang terjadi hanya disekitar nilai rata-rata yang konstan.

2. Pola Musiman

Suatu data akan memiliki pola data yang musiman jika dipengaruhi oleh faktor-faktor yang bersifat musiman, seperti musim panas, musim hujan, bulanan seperti bulan puasa, atau pun tahunan seperti tahun baru.

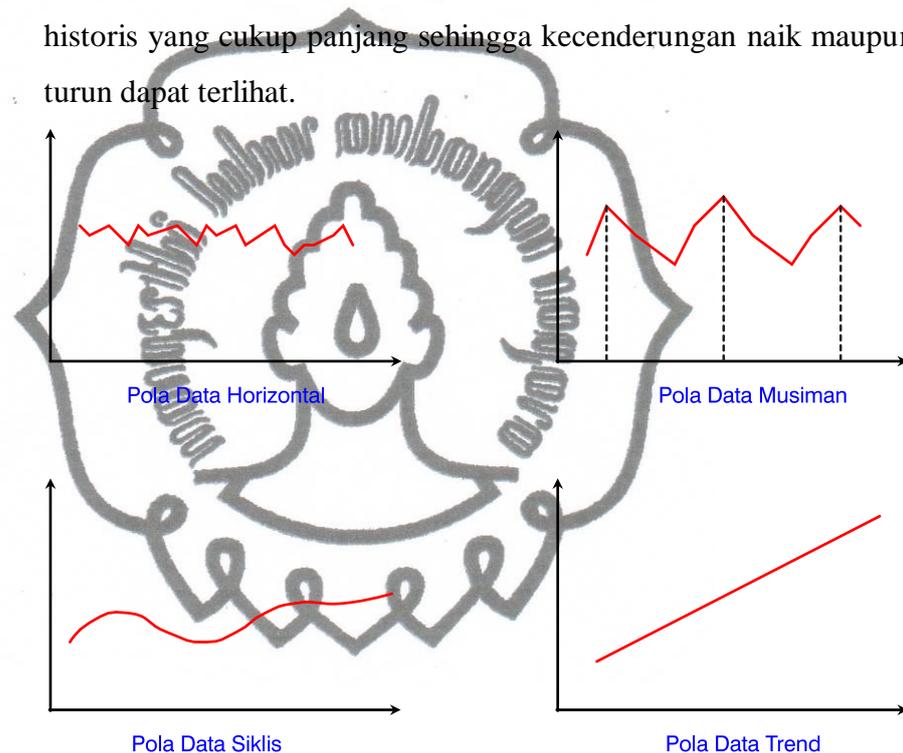
commit to user

3. Pola Siklis

Suatu data memiliki pola siklis jika data memiliki kecenderungan untuk naik dan turun secara terus menerus. Pola data ini memiliki siklus yang berulang secara periodik.

4. Pola Trend

Pola data dikatakan memiliki pola *trend* jika data cenderung mengalami kenaikan maupun penurunan sekuler jangka panjang. Untuk menentukan data berpola *trend* atau bukan, diperlukan data historis yang cukup panjang sehingga kecenderungan naik maupun turun dapat terlihat.



Gambar 2.16 Pola Data

Sumber: Makridakis, 1999

2.2.2 Jenis-Jenis Peramalan

Berdasarkan horizon waktunya, peramalan dibedakan menjadi tiga jenis, yaitu:

1. Peramalan Jangka Pendek

Pada umumnya peramalan jangka pendek memiliki rentang waktu antara tiga bulan hingga satu tahun. Biasanya peramalan jangka pendek digunakan untuk merencanakan jumlah tenaga kerja, pembelian, dan perencanaan kerja.

2. Peramalan Jangka Menengah

Pada umumnya peramalan jangka menengah merupakan peramalan yang memiliki jangka waktu hingga tiga tahun. Peramalan jangka menengah biasanya digunakan untuk perencanaan penjualan, anggaran produksi, dan analisa rencana operasi.

3. Peramalan Jangka Panjang

Peramalan jangka panjang merupakan peramalan yang memiliki jangka waktu lebih dari tiga tahun. Biasanya peramalan ini digunakan untuk pengembangan perusahaan dan produk baru.

2.2.3 Metode-metode Peramalan

Secara garis besar, metode peramalan dibagi menjadi dua jenis (Makridakis, 1999), yaitu:

1. Metode metode kualitatif

Peramalan metode kualitatif digunakan dengan pertimbangan berikut:

- Data masa lalu belum pernah ada atau susah didapatkan.
- *Trend* data masa lalu diperkirakan berbeda dengan *trend* masa yang akan datang.

Peramalan metode kualitatif merupakan metode peramalan dengan pendekatan berfikir eksplanatori, yaitu berfikir ke masa depan dengan dasar kejadian pada saat ini dan pendekatan berfikir normatif, yaitu berfikir sesuai dengan keadaan yang diinginkan dimasa yang akan datang, kemudian menentukan langkah yang diperlukan untuk mencapainya dari saat sekarang.

2. Peramalan metode kuantitatif

Peramalan metode kuantitatif merupakan peramalan yang didasarkan atas data kuantitatif masa lalu.

Peramalan metode kuantitatif digunakan dengan beberapa persyaratan, seperti:

- Data masa lalu dapat diperoleh dan dapat dikuantifikasi.
- Data masa lalu diperkirakan memiliki *trend* yang sama dengan data masa yang akan datang.

2.2.4 Pengukuran Hasil peramalan

Pada kenyataannya tidak ada metode peramalan yang memiliki tingkat keakuratan 100%. Metode yang digunakan untuk meramalkan keadaan dimasa yang datang pasti akan mengandung nilai *error* atau kesalahan. Oleh karena itu, untuk mendapatkan metode peramalan yang memiliki nilai akurasi yang tinggi, maka perlu dilakukan perhitungan tingkat kesalahan dari metode peramalan. Terdapat beberapa metode untuk menghitung tingkat akurasi dari metode peramalan, antara lain (Bedworth, 1987):

1. *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE)

MAPE merupakan metode untuk menghitung nilai *error* dengan cara mencari presentase kesalahan dari setiap periode kesalahan kemudian membaginya dengan jumlah data yang digunakan. Persamaan MAPE dinyatakan sebagai berikut:

$$MAPE = \left(\frac{1}{n}\right) \sum_{i=1}^n \left| \frac{F_t - A_t}{A_t} \right| \quad (2.1)$$

dimana:

n = Jumlah data

F_t = Permintaan hasil peramalan

A_t = permintaan aktual

2. Rata-rata kuadrat kesalahan (*Mean Squared Error/MSE*)

MSE merupakan metode untuk menghitung nilai *error* dengan cara menjumlahkan kuadrat kesalahan kemudian membaginya dengan jumlah data/periode yang digunakan. Persamaan MSE adalah sebagai berikut:

$$MSE = \frac{\sum_{k=0}^n (A_t - F_t)^2}{n} \quad (2.2)$$

dimana:

commit to user

A_t = Permintaan aktual

F_t = Permintaan hasil peramalan

n = Jumlah data

2.3 Grey Forecasting

Grey System Theory pertama kali dikembangkan pada tahun 1982 oleh Deng Julong. *Grey* dikembangkan untuk mengatasi masalah pada sistem dengan informasi yang kurang, tidak lengkap, data terbatas.

Tujuan dari *Grey Theory* ini adalah untuk menyediakan teori, teknik dan ide-ide untuk menganalisis sistem yang rumit. *Grey Forecasting* merupakan adaptasi dari *Grey Theory*. Dengan adanya metode *Grey Model* (GM) akan memudahkan proses peramalan untuk data yang kecil atau terbatas. Bentuk umum dari *Grey Forecasting* adalah GM (d, v) dimana d merupakan tingkat turunan persamaan *grey* dan v adalah jumlah variabel dalam persamaan.

Metode peramalan *Grey Forecasting* GM (1,1) telah banyak diaplikasikan untuk peramalan bencana alam, peramalan musim, dan peramalan pasar modal (Liu dan Lin, 2006). Menurut Wu (2005) untuk membentuk model GM (1,1) memerlukan barisan data asli atau data historis yang dinyatakan dalam persamaan berikut:

$$x^{(0)} = (x^{(0)}(1), x^{(0)}(2), x^{(0)}(3), \dots, x^{(0)}(n)) = x^{(0)}(k) \quad (2.3)$$

dimana $k = 1, 2, 3, \dots, n$ yang merupakan urutan dari data periode paling lampau hingga data terkini.

Selanjutnya, menghitung barisan data *first order Accumulated Generating Operation* (AGO) yang merupakan transformasi dari data $x^{(0)}$ yang diperoleh dari persamaan:

$$x^{(1)} = (x^{(1)}(1), x^{(1)}(2), x^{(1)}(3), \dots, x^{(1)}(n)) = x^{(1)}(k) \quad (2.4)$$

Sehingga nilai $x^{(1)}$ adalah:

$$x^{(1)}(k) = \sum_{m=1}^k x^{(0)}(m) \quad (2.5)$$

dimana,

commit to user

$x^{(0)}$ = Barisan data historis

$x^{(1)}$ = Barisan daa AGO

$k = 1, 2, 3, \dots, n$

Dari persamaan (2.1) dapat dibentuk model GM (1,1), yaitu:

$$x^{(0)}(k) + az^{(1)}(k) = b \tag{2.6}$$

Menghitung *whitenization value* dari Grey yang dinotasikan sebagai $z^{(1)}$ yang diperoleh dari persamaan:

$$z^{(1)}(k) = \alpha x^{(1)}(k) + (1-\alpha)x^{(1)}(k-1) \tag{2.7}$$

dimana,

$z^{(1)}(k)$ = *whitened value*

α = faktor adaptif

a = koefisien pengembangan

b = *grey input*

Nilai parameter a dan b ditentukan dengan menggunakan metode *least square* yang dinyatakan oleh persamaan berikut:

$$\begin{pmatrix} a \\ b \end{pmatrix} = (B^T B)^{-1} B^T Y \tag{2.8}$$

Nilai B dan Y diperoleh dari barisan-barisan matriks berikut:

$$B = \begin{bmatrix} -z^{(1)}(2) & 1 \\ -z^{(1)}(3) & 1 \\ \dots & \dots \\ -z^{(1)}(n) & 1 \end{bmatrix}, Y = \begin{bmatrix} x^{(0)}(2) \\ x^{(0)}(3) \\ \dots \\ x^{(0)}(n) \end{bmatrix}$$

Jika $\alpha \leq 0,5$, nilai a dan b dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut (Wu dkk, 2005):

$$a = \frac{\sum_{k=2}^n z^{(1)}(k) \sum_{k=2}^n x^{(0)}(k) - (n-1) \sum_{k=2}^n z^{(1)}(k) x^{(0)}(k)}{(n-1) \sum_{k=2}^n [z^{(1)}(k)]^2 - [\sum_{k=2}^n z^{(1)}(k)]^2} \tag{2.9}$$

dan

commit to user

$$b = \frac{\sum_{k=2}^n [z^{(1)}(k)]^2 \sum_{k=2}^n x^{(0)}(k) - \sum_{k=2}^n z^{(1)}(k) x^{(0)}(k)}{(n-1) \sum_{k=2}^n [z^{(1)}(k)]^2} \quad (2.10)$$

Selanjutnya adalah mencari nilai $f^{(1)}(k)$ yang merupakan solusi umum pendekatan dari turunan grey. Nilai $f^{(1)}(k)$ diperoleh dari persamaan berikut:

$$f^{(1)}(k) = \left(x^{(0)}(1) - \frac{b}{a} \right) e^{-a(k-1)} + \frac{b}{a} \quad (2.11)$$

Sehingga, IAGO dari $f^{(1)}(k)$, $f^{(0)}(k)$ adalah:

$$f^{(0)}(k) = f^{(1)}(k) - f^{(1)}(k-1) \quad (2.12)$$

dimana,

$f^{(0)}(k)$ = Hasil peramalan
 k = Jumlah periode

Untuk membangun persamaan model GM (2,1), dilakukan langkah-langkah yang sama dengan GM (1,1). Model GM (2,1) dibentuk dari turunan kedua GM (1,1) atau yang disebut sebagai *inverse accumulated generation operation*. Tahap-tahap membentuk model GM (2,1) adalah membentuk barisan data historis dengan persamaan (2,1):

$$x^{(0)} = (x^0(1), x^0(2), x^0(3), \dots, x^0(n)) = x^{(0)}(k)$$

Menghitung barisan data AGO dengan persamaan (2,2) dan (2.3) yaitu:

$$x^{(1)} = (x^1(1), x^1(2), x^1(3), \dots, x^1(n)) = x^{(1)}(k)$$

$$x^{(1)}(k) = \sum_{m=1}^k x^{(0)}(m)$$

$k = 1, 2, \dots, n$, dan urutan 1-IAGO $\alpha^{(1)} x^{(0)}$ dari $x^{(0)}$ adalah:

$$\alpha^{(1)} X^{(0)} = (\alpha^{(1)} x^{(0)}(1), \alpha^{(1)} x^{(0)}(2), \dots, \alpha^{(1)} x^{(0)}(n))$$

dimana,

commit to user

$$\alpha^{(1)} x^{(0)}(k) = x^{(0)}(k) - x^{(0)}(k-1)$$

Kemudian menghitung nilai $z^{(1)}$ dari $x^{(1)}$ dengan persamaan (2.5)

Maka diperoleh persamaan GM (2.1) dengan persamaan:

$$\alpha^{(1)} X^{(0)} + a_1 X^{(0)} + a_2 Z^{(1)} = b \quad (2.13)$$

Selanjutnya mencari nilai parameter a dan b dengan metode *least square* dengan persamaan:

$$\hat{a} = [a_1 a_2 b]^T$$

dimana,

$$\hat{a} = [B^T B]^{-1} B^T Y \quad (2.14)$$

Nilai B dan Y dibentuk dari matriks-matriks berikut:

$$B = \begin{bmatrix} -z^{(1)}(2) & [z^{(1)}(2)]^r \\ -z^{(1)}(3) & [z^{(1)}(3)]^r \\ \dots & \dots \\ -z^{(1)}(n) & [z^{(1)}(n)]^r \end{bmatrix}, Y = \begin{bmatrix} x^{(0)}(2) \\ x^{(0)}(3) \\ \dots \\ x^{(0)}(n) \end{bmatrix} \quad (2.15)$$

Nilai parameter a dan b ditentukan dengan menggunakan persamaan (2.14).

Pada penelitian ini hasil peramalan dilakukan dengan menggabungkan GM (2,1) dengan *Grey Velhurst Model* dengan persamaan :

$$X^{(0)} + aZ^{(1)} = b[Z^{(1)}]^r \quad (2.16)$$

Nilai peramalan dari GM (2,1) didapatkan dari persamaan:

$$x^{(1)}(t) = \frac{ax^{(1)}(0)}{bx^{(1)}(0) + [a - bx^{(1)}(0)]e^{at}}$$