

# **PENAMBANGAN MARMER PADA PT. MAKASSAR MARMER MULIAINDAH KABUPATEN MAROS**

**Juanita R. Horman**

Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik Pertambangan dan Perminyakan Universitas Papua  
Jl. Gunung Salju Amban Manokwari  
Email: j.horman@unipa.ac.id

## *Abstract*

*Mining is the extraction of valuable minerals from the earth. Marble recovered by mining process. Marble is usually used as a building material. PT. Makassar Marmer Muliaindah is a private company, that is actively operating in marble mining in Indonesia. The mining system applied by PT. Makassar Marmer Muliaindah is Open Pit System with Quarry method. Phases of mining activities conducted by PT. Makassar Marmer Muliaindah include clearing, stripping, drilling, cutting, block splitting, block release, block refinement, loading, hauling and stocking.*

**Keyword :** *Marble, mining, quarry*

## **Abstrak**

Penambangan adalah kegiatan yang dilakukan untuk membebaskan mineral berharga dari batuan induknya untuk dimanfaatkan. Marmer berasal dari alam dan untuk memperolehnya harus melalui proses penambangan. Marmer biasanya digunakan sebagai bahan bangunan. Salah satu perusahaan swasta di Indonesia yang melakukan penambangan Marmer adalah PT. Makassar Marmer Muliaindah. Sistem penambangan yang diterapkan oleh PT. Makassar Marmer Muliaindah adalah Sistem Tambang Terbuka dengan Metode *Quarry*. PT. Makassar Marmer Muliaindah melakukan kegiatan penambangan secara bertahap, dimulai dari pembersihan lokasi, pengupasan bagian atas marmer, pemboran, pemotongan batuan, pembajian, pelepasan batuan, penyempurnaan blok, pemuatan, pengangkutan dan penumpukan hasil penambangan.

**Kata kunci :** Marmer, penambangan, *quarry*

## PENDAHULUAN

Pembangunan fisik dewasa ini berkembang pesat seirama laju pembangunan di berbagai bidang. Seiring dengan laju pembangunan fisik, maka kebutuhan akan komoditas bahan tambang juga meningkat, seperti marmer, batugamping, sirtu, andesit, gypsum dan lain-lain. Masing-masing komoditas tersebut mempunyai kegunaan yang berbeda. Khusus untuk marmer, biasanya digunakan sebagai bahan dasar untuk lantai dan dinding bangunan. Marmer berasal dari alam, merupakan jenis batuan metamorf yang berasal dari batugamping yang terkena proses metamorfosa kontak maupun regional<sup>[1]</sup>. Untuk membebaskan Marmer dari batuan induknya harus melalui proses penambangan.

Salah satu perusahaan swasta di Indonesia yang melakukan penambangan Marmer adalah PT. Makassar Marmer Muliaindah, yang terletak di Kelurahan Leang-Leang, Kecamatan Bantimurung, Kabupaten Maros, Provinsi Sulawesi Selatan.

PT. Makassar Marmer Muliaindah memisahkan front penambangan menjadi Delapan Induk. Front penambangan ini dipisahkan berdasarkan tipe marmer dan ketinggian daerah penambangan.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menguraikan sistem dan proses penambangan marmer yang diterapkan pada PT. Makassar Marmer Muliaindah.

## METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian deskriptif. Penelitian ini dilakukan pada PT. Makassar Marmer Muliaindah. Pengambilan data dilakukan pada Induk III, berupa data primer terkait metode penambangan yang diterapkan, tahapan kegiatan penambangan dan alat-alat penambangan yang digunakan.

## DASAR TEORI Sistem Penambangan

Secara garis besar sistem penambangan dikelompokkan menjadi tiga, yaitu Tambang Terbuka, Tambang Bawah Tanah dan Tambang Bawah Air.

Tambang Terbuka merupakan sistem penambangan yang segala aktivitasnya dilakukan di atas atau relatif dekat dengan permukaan bumi, dan tempat kerjanya berhubungan langsung dengan udara luar. Berdasarkan jenis endapan yang ditambang, sistem Tambang Terbuka terbagi

menjadi empat metode, yaitu *Open Pit/Cut Mine*, *Quarry*, *Stripe Mine*, dan *Alluvial Mine*<sup>[2]</sup>.

## Tahapan Kegiatan Penambangan

Secara umum kegiatan penambangan dilakukan secara bertahap, dimulai dari pembersihan daerah yang akan ditambang, dilanjutkan dengan pengupasan tanah penutup, kemudian kegiatan pengambilan endapan bahan galian dari kulit bumi dan dibawa ke permukaan bumi untuk dimanfaatkan<sup>[3]</sup>.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Sistem Penambangan

Sistem penambangan yang diterapkan pada PT. Makassar Marmer Muliaindah adalah sistem tambang terbuka, metode *Quarry*, tipe *side hill*, dengan jalan masuk langsung. Penambangan dilakukan dengan membuat jenjang (*bench*).

Berdasarkan kondisi lapangan maka pada awal kegiatan penambangan jenjang yang dibentuk belum beraturan karena sebagian besar batuan yang ditambang masih berupa bongkahan-bongkahan besar, sehingga penambangan dimulai dari level terendah yang selevel dengan jalan tambang.

Pembuatan jenjang diusahakan dapat menjamin keleluasaan gerak alat-alat mekanis dalam aktivitasnya sehingga produksi yang dihasilkan bisa sesuai target, tanpa mengabaikan tinggi jenjang, lebar jenjang dan panjang jenjang serta penentuan lokasi yang akan ditambang.



Gambar 1. Metode *Quarry*, Tipe *Side Hill*



Gambar 2. Jalan Masuk Langsung



Gambar 3. *Front Penambangan*

### Tahapan Kegiatan Penambangan

Untuk memproduksi marmer, PT. Makassar Marmer Muliaindah melakukannya secara bertahap, yaitu:

#### Pembersihan lokasi

Pembersihan lokasi merupakan serangkaian pekerjaan untuk membersihkan tempat kerja dari semak-semak dan pepohonan. Kegiatan ini dapat dilakukan dengan menggunakan tenaga manusia (manual) dan peralatan mekanis.

Secara manual peralatan yang digunakan adalah parang dan kapak. Sedangkan peralatan mekanis yang digunakan adalah *Excavator* Komatsu PC 400.

Pemilihan peralatan ini disesuaikan dengan medan kerja dan diameter pepohonan yang akan ditebang serta semak belukar yang akan dibabat.

Pohon yang telah ditebang dan tumbang, selanjutnya akan disingkirkan ke tempat yang relatif rendah atau lereng bukit. Bagian pohon yang tidak dapat disingkirkan oleh tenaga manusia akan disingkirkan dengan menggunakan *Excavator* Komatsu PC 400.

#### Pengupasan bagian atas marmer

Kegiatan pengupasan bagian atas permukaan marmer dilakukan dengan cara pemotongan menggunakan mesin *Diamond Wire Sawing* Marini, kemudian digusur dengan *Excavator* Komatsu PC 400. Kegiatan ini dilakukan secara bertahap dan disesuaikan dengan medan kerja dan kemajuan tambang. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan permukaan kerja yang lebih baik sehingga dalam proses pengeboran dan pemotongan dapat berjalan dengan lancar tanpa ada hambatan yang diakibatkan oleh medan kerja. Tebal bagian atas marmer yang akan dikupas rata-rata 3-5 meter, dan hasil dari pengupasan ini akan

digusur ke tempat yang berelief lebih rendah atau daerah bebas penambangan.

#### Pemboran

Pemboran ini dimaksudkan untuk membuat lubang ke dalam batuan marmer, baik vertikal maupun horizontal. Lubang hasil pemboran ini berfungsi sebagai jalur *Cable Wire* dari *Diamond Wire Sawing* Marini.

Pemboran biasa digunakan pada tahap pembongkaran dan pembentukan blok. Pemboran dibagi menjadi dua bagian berdasarkan pada letak bornya, yaitu pemboran vertikal dan pemboran horisontal.

Sebelum melakukan kegiatan pemboran terlebih dahulu diadakan *quality control* terhadap batuan yang akan dibor. Gunanya untuk menentukan panjang, tebal dan kedalaman batuan yang akan dibor.

Pemboran yang dilakukan menurut arah dari pemboran dibagi atas dua, yaitu:

#### Bor Horisontal

Langkah awal yang dilakukan dalam kegiatan penambangan marmer adalah kegiatan pemboran secara horisontal. Alat bor yang digunakan adalah *Driller* Marini. Pemboran yang dilakukan bertujuan untuk membuat lubang horisontal pada kedua sisi batuan sebagai jalan masuknya tali *Diamond Wire Sawing* Marini, cara kerja alat bor ini adalah menumbuk dan berputar.

Langkah-langkah kerja pemboran horisontal dengan *Driller* Marini yaitu:

- a. Mempersiapkan tempat kerja yang datar dan cukup leluasa untuk menyetel posisi alat bor, hal ini sangat besar pengaruhnya terhadap posisi lubang bor horisontal agar tetap lurus dan stabil apabila pada penyetelan lubang bor terdapat kesalahan maka kemungkinan besar lubang yang akan dibuat menjadi miring, biasanya untuk menyetel kemiringan lubang bor digunakan *waterpass*.
- b. Agar alat bor tidak bergeser pada waktu pemboran, maka dipasang angker pada bagian kiri dan kanan alat bor dan pada bagian sisi batuan yang dibor.
- c. Setelah itu mata bor dipasang pada batuan yang akan dibor. Pemasangan selang udara dan menghubungkan listrik pada dinamo mesin bor. Jika pemasangan selang udara sudah siap maka pemboran dimulai.

d. Mesin bor *Driller* Marini dijalankan oleh dua orang, satu orang di bagian *control panel* dan satu orang membantu memasang dan membuka batang bor serta menjaga jika terjadi hambatan.



Gambar 4. *Driller*

#### Bor Vertikal

Pemboran vertikal dilakukan setelah pembongkaran blok marmer dari batuan induknya (segmen), dimana blok marmer tersebut sudah di potong secara horisontal dan vertikal dengan menggunakan *Diamond Wire Sawing* Marini.



Gambar 5. *Sphericall Drill*

Alat-alat bor yang digunakan sebagai berikut:

#### *Sphericall Drill* Marini

*Sphericall Drill* Marini adalah alat bor yang praktis dan mudah dalam pengoperasiannya, karena alat ini mempunyai rel dan pada kedua

ujungnya dipasang empat buah angker. Dapat digunakan pada pemboran horisontal dan vertikal.

Tujuan pemboran ini adalah untuk membuat lubang tempat memasang alat pancir dengan pola sejajar, alat ini dapat dioperasikan oleh satu orang operator dan digerakan oleh tekanan udara. Sistem kerja alat ini adalah tumbuk dan berputar.

Langkah kerja alat *Sphericall Drill* yaitu:

- a. Sebelum alat *Sphericall Drill* Marini ditempatkan di blok marmer, terlebih dahulu dilakukan pemeriksaan terhadap kondisi fisik blok berdasarkan tipe batuan oleh *quality kontrol*.
- b. Selanjutnya alat *Sphericall Drill* Marini tersebut diatur posisinya sesuai dengan arah garis yang telah ditentukan pada blok marmer, kemudian pada kedua ujung *Sphericall Drill* dipasang angker untuk menahan rel agar tidak bergeser di saat pemboran berlangsung.
- c. Kemudian selang udara (*hose*) dipasang pada bagian panel kontrol dan batang bor. Setelah semuanya sudah disiapkan, maka pemboran mulai dilaksanakan.
- d. Setelah lubang bor pertama selesai dilanjutkan dengan pemboran lubang berikutnya dengan cara memutar tangkai penggerak pada mesin bor dengan jarak 5 – 10 cm dengan tujuan mendapatkan lubang rapat supaya waktu pembajian mendapat retakan yang lurus.

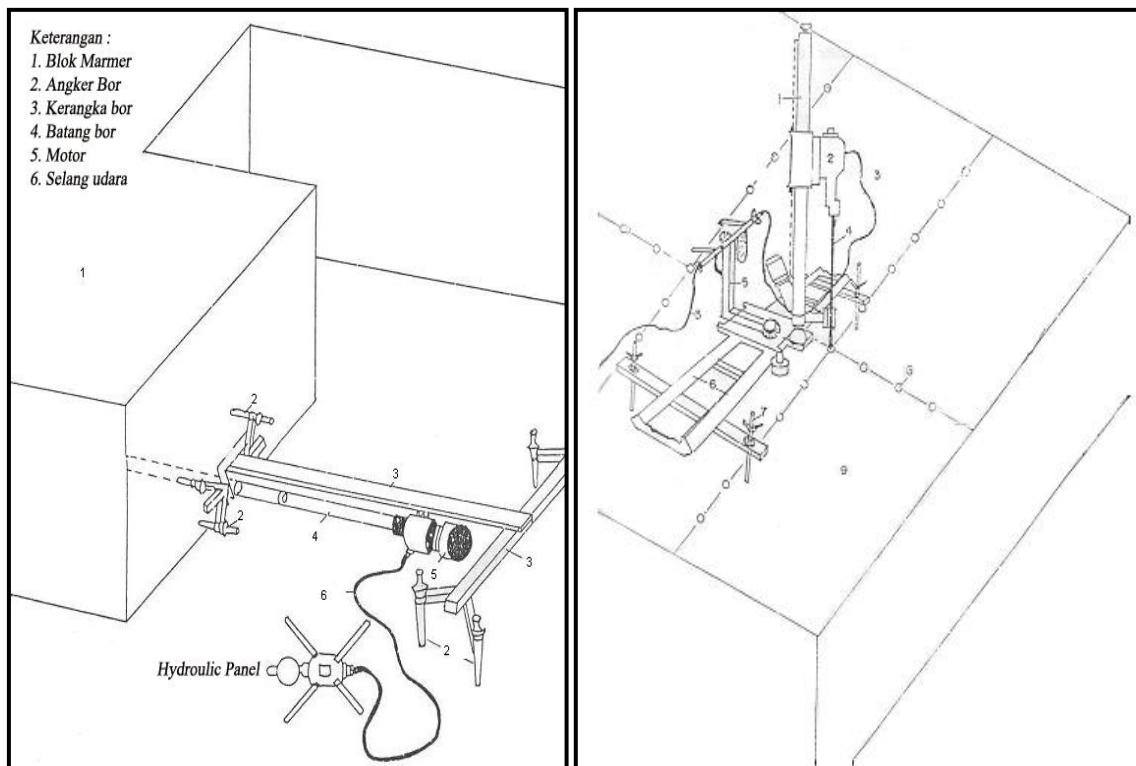
#### *Rock Drill (RHD)* Toyo 85

*RHD* Toyo 85 adalah alat bor yang dipakai pada pemboran vertikal dan horisontal dengan tingkat produksi yang rendah, karena dalam pengoperasiannya tergantung dari kecakapan, keuletan dan kemampuan operator.

Tujuan pemboran ini adalah untuk membuat lubang vertikal pada blok marmer. Alat ini dioperasikan oleh satu orang operator dengan sistem kerja berputar dan menumbuk dan digerakan oleh tekanan udara.

Langkah kerja alat bor *RHD* Toyo 85:

- a. Blok yang akan dibor dibersihkan dan diberi garis lurus.
- b. Pada lengan bor *RHD* Toyo 85 dipasang selang udara (*hose*) dan batang bor pertama dengan panjang 80 cm (termasuk panjang bit).
- c. Kemudian pemboran dimulai dengan memegang tangkai bor *RHD* Toyo 85 sambil menahan ujung bawah batang bor kedua yang panjangnya 160 cm sampai tembus pada dasar blok marmer yang dibor.



Gambar 6. Sketsa Pemboran Dengan Driller dan Spherical

### Pemotongan batuan

Pemotongan batuan merupakan kegiatan yang dimaksudkan untuk mendapatkan blok-blok marmer. Alat pemotong batuan yang digunakan adalah *Diamond Wire Sawing* dan *Chain Saw*.



Gambar 7. Diamond Wire Sawing



Gambar 8. Chain Saw

### Diamond Wire Sawing

Bagian-bagian utama dari *diamond wire* adalah:

#### 1. Mesin *Diamond Wire*

Berfungsi sebagai tempat pemasangan *Diamond Wire* yang dilengkapi dengan roda gaya

untuk perputaran kabel yang ditambatkan pada batuan. Mesin diletakkan di atas landasan yang kuat berupa rel untuk bergerak maju mundurnya mesin tersebut.

Mesin *Diamond Wire* mempunyai dua gerakan dasar yaitu:

a. Gerakan *Body*

Gerakan *body* adalah gerakan sepanjang jalur rel yang ada dengan cara maju dan mundur. Gerakan *body* maju yaitu gerakan mendekat ke arah batu yang dipotong yang biasanya dilakukan pada saat memotong/ memendekkan tali kawat intan. Sedangkan gerakan mundur yaitu gerakan menjauh dari batuan yang dipotong.

b. Gerakan *Pully*

Gerakan *pully* yaitu gerakan untuk memutar *Diamond Wire* yang telah dihubungkan dengan *pully* secara terus menerus, kecepatan perputarannya tergantung dari penyetelan alat tombol pengatur dan gaya gesek yang terjadi antara mata gergaji dengan batuan yang di potong.

2. *Control Panel*

Bagian-bagian pengendali pada papan kontrol ini berupa tombol-tombol dan tanda peringatan yang berfungsi sebagai motor penggerak dan pengendali mesin pemotong batuan.

Sebelum *Diamond Wire Sawing Marini* dipasang terlebih dahulu disiapkan lubang lewat *wire* dan menyiapkan landasan kerja yang rata agar mesin penggerak *Diamond Wire Sawing Marini* dapat bergerak dengan baik. *Diamond Wire Sawing Marini* yang akan dipasang, terlebih dahulu kedua ujungnya disambung, lalu dijepit dengan alat penjepit (*handy press*), pendorong dapat dilakukan dengan arah horizontal dan vertikal.

Sebelum pemotongan dimulai terlebih dahulu *Diamond Wire Sawing Marini* dimasukkan ke dalam roda (*wheel*), kemudian selang air ditempatkan pada posisi perputaran *Diamond Wire Sawing Marini* (*pully diamond wire*) yang gunanya untuk mengelindingkan dan mengencerkan debu-debu hasil pemotongan sekaligus sebagai pelumasan *bit* untuk optimalisasi kualitas pemotongan.

Pada sistem pemotongan ini yang perlu diperhatikan menjaga kuantitas penyemprotan air saat pemotongan langsung serta mengatur kecepatan potong *Diamond Wire Sawing Marini* untuk mencegah kemungkinan putusnya wire dan

debu-debu hasil pemotongan dapat diencerkan sehingga tingkat polusi dapat diperkecil.

Alat ini dapat memotong blok dengan dua arah yaitu horizontal dan vertikal. Pemotongan blok marmer dengan *diamond wire* mempunyai dua fungsi yaitu:

- Pemotongan untuk melepaskan dari batuan induk.
- Pemotongan untuk penyempurnaan blok.

Pemotongan dengan menggunakan *Diamond Wire Sawing Marini* bertujuan untuk melepaskan batuan dari batuan induknya membutuhkan waktu yang cukup lama pada saat persiapan, penyambungan kawat intan (*sling wire*) dan tempat untuk mendudukkan alat.

Langkah-langkah persiapan pemotongan yaitu:

- Pada salah satu batuan induk yang akan dibongkar pada pemboran horisontal, dimasukkan ujung kawat intan (*sling wire*) dan ditarik hingga menembus batuan pada sisi yang satunya dengan menggunakan batuan sepasang besi pengait kawat yang panjangnya melebihi dari panjang lubang.
- Setelah kedua ujung kawat khusus tadi disambungkan dengan cara klem atau pres yang di bantu alat khusus penyambung kawat *Diamond Wire* (*handy press*).
- Jika kedua ujung kawat tadi telah tersambung, maka kawat tersebut kemudian dipasang pada roda mesin (*pully diamond wire*) pada bagian depan dan selanjutnya alat pemotong siap untuk dioperasikan.

Langkah-langkah pemotongan untuk penyempurnaan blok yaitu:

- Mempersiapkan landasan kerja yang datar untuk menempatkan rel *diamond wire* mengarah pada salah satu sisi batu marmer yang akan di potong.
- Kemudian untuk menempatkan posisi blok yang akan dipotong digunakan *Excavator*.
- Kemudian dilanjutkan dengan pemasangan panel listrik serta penempatan panel kontrol pada jarak 10 m dari mesin *diamond wire*.
- Tali gergaji intan dikalungkan pada batu yang akan dibuat blok dan tali gergaji intan dimasukkan ke dalam roda penggerak (*pully*).

- e. Sebelum dijalankan terlebih dahulu membidik posisi alat terhadap batu marmer yang akan dipotong agar membentuk garis lurus.
- f. Selang air pembilas dipasang pada tempat lewatnya tali gergaji pada saat operasi, biasanya air yang dibutuhkan pada saat pemotongan dikondisikan dengan luas yang akan di potong.

#### Chain Saw

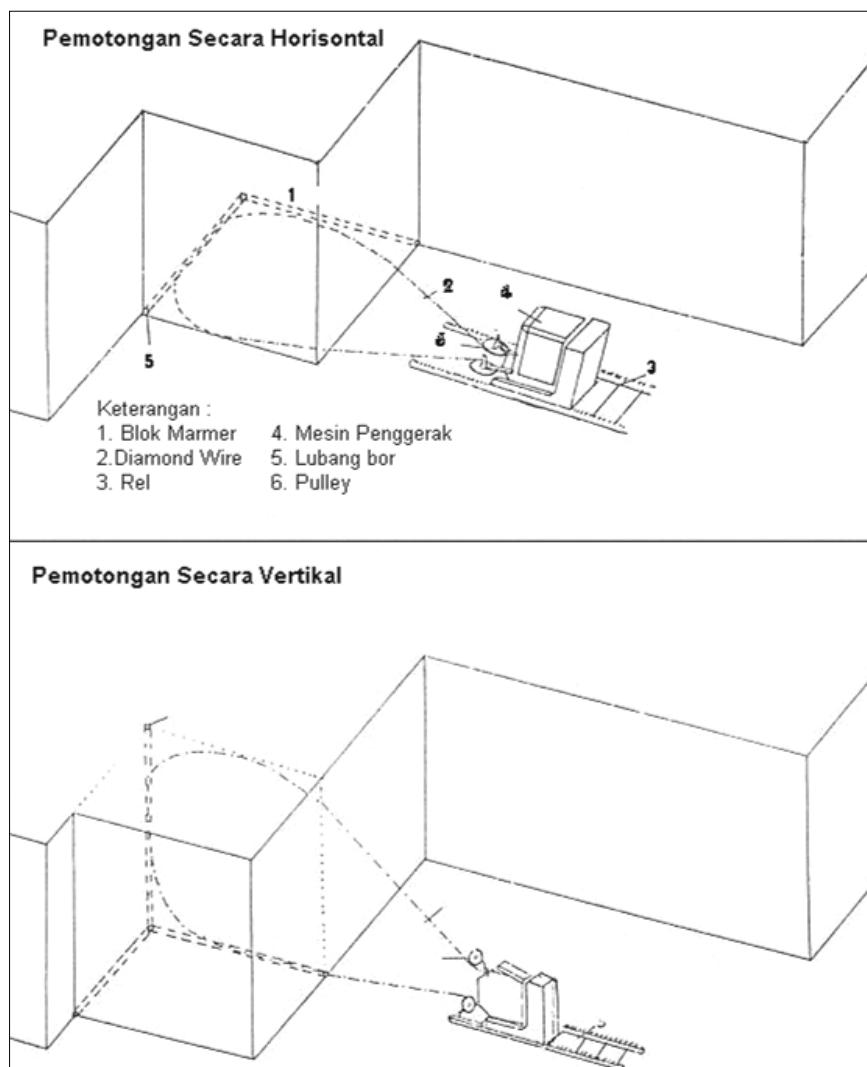
Pada proses pemotongan segmen menggunakan *chain saw* terlebih dahulu disiapkan landasan kerja yang rata agar rel dan mesin penggerak *chain saw* dapat bergerak dengan baik. *Chain Saw* yang akan digunakan terlebih dahulu dipasang *bar* (tempat rantai dan mata widya dipasang).

Sebelum pemotongan dimulai terlebih dahulu *bar chain saw* diturunkan secara perlahan-lahan dengan memperhitungkan kedalaman dan arah pemotongan yang diinginkan, kemudian selang air ditempatkan pada posisi perputaran

rantai *chain saw* yang gunanya untuk menggelindingkan dan mengencerkan debu-debu hasil pemotongan sekaligus sebagai pelumasan mata widya untuk optimalisasi kualitas pemotongan.

Selama proses pemotongan berlangsung yang perlu diperhatikan adalah menjaga kuantitas penyemprotan air saat pemotongan langsung serta mengatur kecepatan potong *chain saw* untuk mencegah kemungkinan putusnya rantai *chain saw* dan debu-debu hasil pemotongan dapat diencerkan sehingga tingkat polusi dapat diperkecil. Selain itu juga perlu diperhatikan kondisi mata widya dan jumlah *grease* yang digunakan.

*Chain saw* khusus digunakan untuk pemotongan segmen, bukan untuk penyempurnaan blok. Alat ini dapat memotong blok dengan dua arah yaitu horizontal dan vertikal.



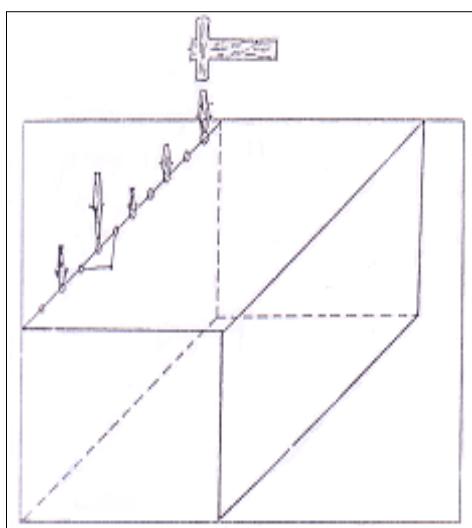
Gambar 9. Sketsa Pemotongan Batuan Dengan *Diamond Wire*

### Kegiatan pembajian/pemanciran

Kegiatan pembajian/pemanciran dimaksud untuk membuat retakan pada permukaan blok marmer yang sudah dibor secara vertikal dengan pola sejajar dan jarak lubang bor 5 cm – 10 cm. Alat yang digunakan adalah pancir yang terbuat dari besi yang berbentuk pipih dengan ukuran panjang 60 cm dan 40 cm serta dibantu dengan palu besi yang beratnya 10 kg.

Langkah kerja Pembajian/Pemanciran antara lain:

- a. Pancir dipasang pada masing-masing lubang yang tersedia atau dengan cara memberi antara satu lubang bor.
- b. Setelah pancir dipasang teratur, maka dilanjutkan dengan cara memukul satu persatu secara berurutan.
- c. Cara melakukan pemukulan atau penetrasi dimulai dari bagian tengah blok marmer kemudian bergeser ke arah pinggir, yang pada akhirnya sedikit demi sedikit batu marmer akan retak dengan mengikuti arah deretan lubang bor.
- d. Selanjutnya blok yang sudah dipancir dipisahkan dengan menggunakan *bucket* dari *Excavator*.
- e. Hasil dari pembajian ini akan ditampung pada *stock pile* dan selanjutnya dapat diangkut ke pabrik untuk diolah lebih lanjut.

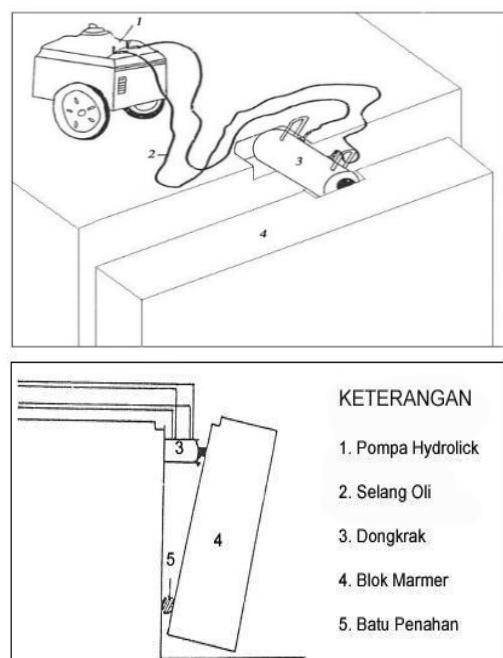


Gambar 10. Sketsa Pembajian/Pemanciran

### Pelepasan batuan

Kegiatan pelepasan batuan bertujuan untuk memisahkan atau mendorong blok marmer yang telah selesai dipotong. Pelepasan block marmer dari batuan induk dapat dilakukan dengan menggunakan *Excavator* Komatsu PC 400. Tapi

untuk blok marmer yang berdimensi besar yang tidak dapat dilepaskan dengan menggunakan *Excavator*, maka harus dilakukan dengan menggunakan *Hydrolick Jack Bull*.



Gambar 11. Sketsa Pelepasan Blok Marmer

### Penyempurnaan blok

Tahap ini dilakukan apabila setelah tahap pembentukan blok masih terdapat marmer yang keropos ataupun pada sudut marmer ada yang retak/pecah. Alat yang digunakan adalah *Diamond Wire Pola Marini*.

### Pemuatan

Pemuatan adalah kegiatan yang bertujuan untuk memindahkan blok marmer dari *front* penambangan ke *stock pile* sementara di *Quarry*. Kegiatan pemuatan dilakukan dengan menggunakan alat *Derrick Crane Gianco Mini Italia*, memiliki kemampuan maksimum 30 ton dengan panjang *boom* 60 m dan sudut putar maksimum 120°.

Kegiatan pemuatan terbagi menjadi dua bagian, yaitu:

- a. Menurunkan blok marmer dari lokasi penambangan ke *stock pile* sementara di *Quarry*.
- b. Pemuatan blok marmer ke *Dump truck*.

### Pengangkutan

Pengangkutan adalah kegiatan untuk memindahkan blok marmer dari *stock pile* sementara di *Quarry* ke *stock pile* di lokasi

pengolahan. Kegiatan pengangkutan dilakukan dengan menggunakan *Dump truck Nissan CW 340*.

Kondisi jalan angkut dari *front penambangan* ke *stock pile* mempunyai kemiringan rata-rata 0 – 15 %, dengan jarak  $\pm$  2.200 meter, lebar jalan angkut 3 – 5 meter, sehingga tidak memungkinkan *Dump truck* berpapasan saat melakukan kegiatan pengangkutan.

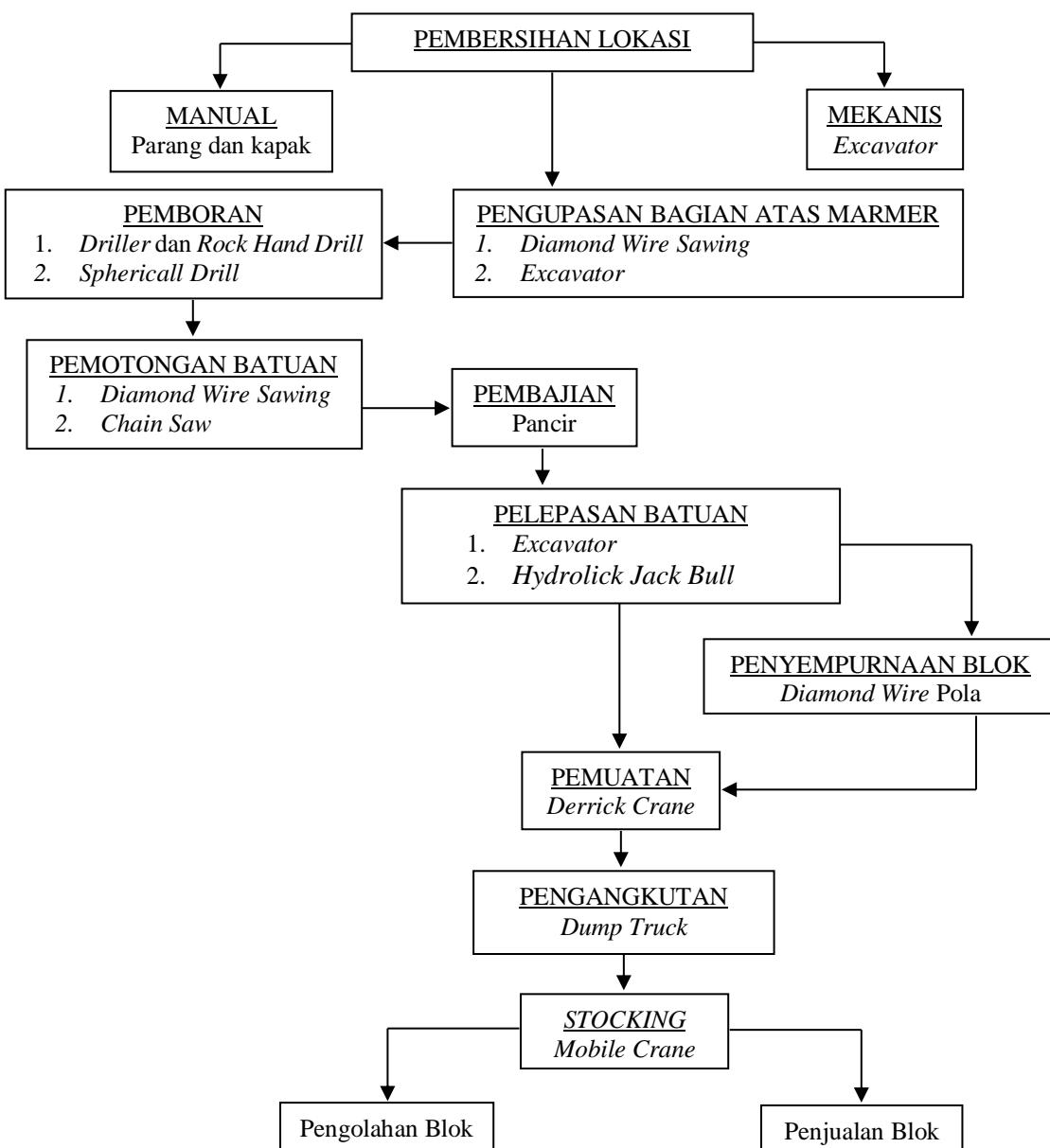
Kondisi permukaan jalan angkut pada musim hujan umumnya berlumpur (becek) dan licin, sedangkan pada musim kemarau kondisi jalan berdebu, tentunya kondisi ini akan berpengaruh terhadap pengemudi sehingga berdampak terhadap efisiensi kerja alat angkut, untuk itu jalan angkut perlu disiram secara berkala pada musim kemarau.

### **Penumpukan hasil penambangan (Stocking)**

Alat yang digunakan dalam kegiatan penumpukan hasil penambangan yang telah diangkut oleh *Dump Truck* adalah *Mobile Crane Cobelco 02* berkapasitas 45 ton.

Pada tahap ini, *Mobile Crane* mengambil blok marmer dari *Dump Truck* dan selanjutnya menumpuk blok marmer secara baik dan teratur pada lokasi *stock pile*. *Mobile Crane* ini pula yang digunakan untuk memuat blok marmer ke *Dump Truck* untuk pemasaran.

Secara keseluruhan tahapan penambangan marmer PT. Makassar Marmer Muliaindah dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Diagram Alir Tahapan Penambangan Marmer PT. Makassar Marmer Muliaindah

## KESIMPULAN

Sistem penambangan yang diterapkan pada PT. Makassar Marmer Muliaindah adalah sistem tambang terbuka, metode *Quarry*, tipe *side hill*, dengan jalan masuk langsung.

PT. Makassar Marmer Muliaindah melakukan kegiatan penambangan secara bertahap, dimulai dari pembersihan lokasi, pengupasan bagian atas marmer, pemboran, pemotongan batuan, pembajian, pelepasan batuan, penyempurnaan blok, pemuatan, pengangkutan dan penumpukan hasil penambangan.

## DAFTAR PUSTAKA

Irwandy Arif, *Tambang Terbuka*, ITB, Bandung, 1996.<sup>[2]</sup>

Partanto Prodjosumarto, *Tambang Terbuka*, ITB, Bandung, 1996.<sup>[3]</sup>

Sukandarrumidi, *Bahan Galian Industri*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta, 1998.<sup>[1]</sup>