

KAJIAN PERALATAN BERAT

PADA PROYEK KONSTRUKSI



Yonas Prima Arga Rumbyarso, S.T., M.T., M.M

KAJIAN PERALATAN BERAT PADA PROYEK KONSTRUKSI

Yonas Prima Arga Rumbyarso, S.T., M.T., M.M

**Mitra Ilmu
2023**

KAJIAN PERALATAN BERAT PADA PROYEK KONSTRUKSI

Penulis :

Yonas Prima Arga Rumbyarso, S.T., M.T., M.M

ISBN: 978-623-145-180-4

Desain Sampul dan Tata Letak:

Sulaiman

Penerbit :

Mitra Ilmu

Kantor:

Jl. Kesatuan 3 No. 11 Kelurahan Maccini Parang

Kecamatan Makassar Kota Makassar

Hp. 081340021801/ 0852-9947-3675/ 0821-9649-6667

Email : mitrailmua@gmail.com

Website : www.mitrailmumakassar.com

Anggota IKAPI Nomor: 041/SSL/2022

Cetakan pertama: Juli 2023

Dilarang memperbanyak, menyalin, merekam sebagian atau seluruh bagian buku ini dalam bahasa atau bentuk apapun tanpa izin tertulis dari penerbit atau penulis.

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	iii
KATA PENGANTAR	iv
BAB I PERALATAN BERAT UNTUK PEKERJAAN JALAN.....	1
BAB II PERALATAN BERAT UNTUK PENGANGKUT MATERIAL.....	21
BAB III PERALATAN BERAT UNTUK PEKERJAAN PONDASI	32
BAB IV PERALATAN BERAT UNTUK PEMROSES MATERIAL	43
BAB V PERALATAN BERAT UNTUK KONSTRUKSI LAINNYA	79
BAB VI BIAYA OPERASIONAL PERALATAN BERAT	100
DAFTAR PUSTAKA	115

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirabil'alaamiin, segala puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah Yang Maha Kuasa, karena atas izin-Nya, penulis dapat menyelesaikan buku dengan judul **“Kajian Peralatan Berat Pada Proyek Konstruksi”**.

Pekerjaan jalan dapat dibilang merupakan pekerjaan yang paling lengkap & paling banyak menggunakan alat berat. Khususnya pada pekerjaan pembuatan jalan baru. Alat berat digunakan untuk meringankan & mempercepat pengerjaan. Mulai dari pekerjaan pembersihan lahan hingga pekerjaan pengaspalan.

Penulis menyadari bahwa buku ini masih jauh dari sempurna. Karena itu, penulis berharap agar pembaca berkenan memberikan kritik dan saran yang membangun untuk perbaikan kedepannya. Akhir kata, penulis berharap agar buku ini dapat membawa manfaat kepada pembaca dan menjadi inspirasi untuk para generasi bangsa agar menjadi pribadi yang bermartabat, berpengetahuan luas, mandiri dan kreatif.

Juli 2023

Penyusun

BAB I

Peralatan Berat Untuk Pekerjaan Jalan

1.1 Alat Berat Untuk Pengerasan Lentur

Pekerjaan jalan dapat dibilang merupakan pekerjaan yang paling lengkap & paling banyak menggunakan alat berat. Khususnya pada pekerjaan pembuatan jalan baru. Alat berat digunakan untuk meringankan & mempercepat pengerjaan. Mulai dari pekerjaan pembersihan lahan hingga pekerjaan pengaspalan.

1.1.1 Asphalt Finisher

Asphalt finisher adalah alat berat yang digunakan untuk menghamparkan aspal, hasil olahan yang berasal dari mesin pengolah & meratakan setiap lapisannya. Kendaraan yang rodanya berbentuk *crawler track* ini mempunyai kelengkapan berupa *hopper* yang tidak mempunyai alas, dibawahnya *hopper* terdapat pisau seukuran *hopper*-nya. Proses penghamparan aspal diawali dengan memasukkan aspal ke dalam *hopper*, aspal kemudian langsung turun ke permukaan *site* & “disisir” oleh “pisau”.



Gambar 1.1
Asphalt Finisher

Untuk mendapatkan bidang yang rata yang dilakukan oleh pisau tadi maka ketinggian hamparan aspal harus dapat mencapai sampai dengan 14 cm dalam keadaan belum

dipadatkan. Produksi *asphalt finisher* ini dapat mencapai 50 ton per jam dengan setiap lapisan setebal 5 cm & mempunyai kecepatan 1 sampai 1,5 meter per menit. Penghamparan lapis demi lapis aspal dilaksanakan setelah pekerjaan pelapisan pondasi bagian bawah telah rampung dikerjakan.

Dengan kecepatan yang ada tersebut, maka mesin cukup hanya dioperasikan dengan power 9 HP. Bentuk konstruksi kendaraan ini terbilang cukup besar, sehingga untuk mengangkutnya harus menggunakan kendaraan trailer. Pembuatan beton aspal yang dikerjakan oleh *barber green finisher*, yang digunakan pada proyek konstruksi besar harus memenuhi beberapa persyaratan yang relatif ketat, yaitu :

1. Mempunyai tingkat stabilitas yang relatif cukup tinggi;
2. Mempunyai kemampuan daya gilas & kemampuan perataan agar dapat dilalui oleh kendaraan;
3. Mempunyai koneksi memanjang serta melintang yang baik, sehingga tidak mengganggu kenyamanan kendaraan yang melaluinya;
4. Pada pembuatan jalan baru *asphalt finisher* harus dapat mencampur material bahan pada permukaan jalan yang baru dibuat. Jalan yang baru biasanya kondisinya baik, karena keadaan kerikil & batuan yang digunakan tingkat stabilitasnya masih tinggi;
5. *Asphalt finisher* harus dapat membuat *sub grade* dengan baik, lereng yang tidak curam, menyiapkan *base* dengan material yang baik. Apabila permukaan *base* tidak beraturan bentuknya sebagai akibat penghamparan aspal pertama maka *finisher* harus dapat memperbaikinya pada hamparan aspal kedua bersamaan dengan proses pematatannya.

Pelapisan ulang pada jalan raya itu berarti pemberian lapisan berupa *bituminous*. Yang sudah lama & kondisi jalan dalam keadaan tidak memenuhi syarat suatu konstruksi jalan

yang baik. Pelapisan ulang umumnya dilakukan pada jalan yang kondisinya rusak. Pelapisan juga dilakukan dengan maksud memperpanjang usia jalan tersebut & membuat lapisan anti slip untuk keamanan kendaraan yang melintas.

Asphalt finisher berjalan diatas permukaan jalan, yang mana pada pekerjaan pelapisan ulang harus diperhatikan adalah traksi *crawler* tersebut. *Screed* menyelaraskan dengan fungsi perkerasan jalan. Pada pekerjaan sambungan lapisan aspal pada lapisan yang lama, penggunaan sedikit *overlap* akan mencegah terjadinya pengurangan ketebalan aspal. Saat penyelarasan lapisan dilakukan, tebal *overlapping* harus cukup memadai sehingga pemadatan ulang dari *roller* akan membuat lapisan aspal yang baru hanya turun sampai level lapisan lama yang tepat dibawahnya.



Gambar 1.2
Barber Green Finisher

1.1.2 Bulldozer

Bulldozer digunakan untuk membantu pada pekerjaan pembersihan lahan & seringkali digunakan juga untuk melakukan penghamparan pada urugan tanah. Hasil produksi *bulldozer* ini tergantung pada besar kecilnya *blade* ini serta kedalaman kupas yang dimungkinkan, yang semua ini berkaitan dengan besarnya tenaga mesin (*power*) *bulldozernya*. Makin

besar daya mesin yang dimiliki *bulldozer* maka makin besar pisau (*blade*) dapat dipasang serta *bulldozer* mempunyai daya kupas & daya dorong (gusur) yang cukup besar sehingga mampu menghasilkan produksi yaitu hasil kupasan yang besar.



Gambar 1.3
Bulldozer

Bagian - bagian utama bulldozer :

1. *Push-arm* atau batang pendorong, yang terdiri dari *push-arm*-nya sendiri & *pitch-arm* untuk mengatur tegak & condongnya kedudukan *blade*.
2. *Control device* atau kendali *blade*, yang terdiri dari 1 (satu) atau 2 (dua) buah *hydraulic arms* pada *hydraulic controlled dozers*.
3. *Dozer blade* atau pisau *dozer* yang terdiri dari *molboard* berbentuk lengkung dengan disertai mata pisau (*cutting edge*), *cutting edge* ini biasanya terdiri dari 3 (tiga) bagian & dibaut pada *molboard*, 1 (satu) buah berada ditengah dengan ukuran yang lebih panjang & 2 (dua) buah berada di tepian.

Sesuai dengan fungsinya serta tujuannya, ada beberapa macam *blade* yang dapat dipergunakan pada *bulldozer*, yang umum dikenal adalah antara lain :

1) Straight Dozer

Blade jenis ini digunakan untuk pengupasan & penggusuran tanah biasa & mendorong lurus, *blade* ini mempunyai daya kupas atau daya potong yang kuat.



Gambar 1.4
Straight Dozer

2) Angle Dozer

Biasa digunakan pada pekerjaan konstruksi jalan, penimbunan samping karena posisi *blade* dapat dimiringkan terhadap arah *bulldozer*.



Gambar 1.5
Angle Dozer

3) Semi U-Dozer

Blade dengan lekukan pada sayap kiri & kanan pisaunya



Gambar 1.6
Semi U-Dozer

4) Raker Dozer

Berbentuk garpu yang digunakan untuk pembersihan akar tumbuhan, batu-batuan, terutama digunakan pada pekerjaan pembersihan lahan.



Gambar 1.7
Raker Dozer

1.1.3 Excavator

Excavator digunakan untuk penggalian, baik itu penggalian pada pelebaran jalan maupun penggalian untuk saluran atau drainase samping jalan. Tergantung kondisi lapangan, *excavator* juga dapat difungsikan pada pekerjaan lain seperti pembersihan lahan, pemancangan cerucuk & pada pekerjaan penghamparan.



Gambar 1.8
Excavator

1.1.4 Motor Grader

Motor grader adalah satu-satunya alat yang paling sesuai untuk melakukan pekerjaan perataan atau pembentukan kemiringan (*grade*) permukaan tanah, sirtu, agregat didalam rangka membentuk permukaan secara mekanis. Selain untuk pekerjaan tersebut, motor *grader* juga dapat digunakan untuk melakukan pekerjaan penggusuran tanah, pencampuran material (*blending*), menggaruk lepas permukaan tanah yang keras, menggali saluran atau drainase samping jalan, perataan tanggul-tanggul, *backfill* (aktivitas menutup atau mengurug bekas galian), namun perlu diperhatikan juga efektif atau tidaknya menggunakan motor *grader*.



Gambar 1.9
Motor Grader

Bagian - bagian dari motor grader :

1. *Grader blade* yang terpasang pada *circle*.

Pada motor *grader* ini pisau *blade*-nya berada di tengah di antara roda depan dengan roda belakang, berbeda dengan *bulldozer* yang posisi *blade*-nya berada di depan. Selain itu, fungsi mendorongnya pada *grader* ini lebih ringan dibandingkan dengan *bulldozer*.

Gerakan *blade* terdiri dari 3 (tiga) gerakan utama, yaitu :

- 1) *Angling* yaitu *blade* digerakkan menyerong terhadap arah gerak motor *grader*.
- 2) *Side shift* yaitu *blade* berada diposisi menyamping poros motor *grader* dengan maksud agar permukaan yang dikerjakan tidak terlindas roda motor *grader*
- 3) *Circle lift* yaitu gerakan naik turun *circle* (termasuk *blade*)

2. *Scarifier* atau *ripper*, yaitu suatu bagian yang berbentuk kuku penggaruk.

Scarifier berfungsi untuk melakukan pengupasan permukaan berbatu atau permukaan yang agak keras lainnya, misalnya pada pekerjaan pembongkaran lapis perkerasan aspal (*patching*).

Metode pelaksanaan pekerjaan *patching*.

Penambalan (*patching*) dilakukan untuk memperbaiki kerusakan - kerusakan pada badan jalan terutama pada lapisan perkerasan dengan penutup aspal. Kerusakan - kerusakan yang dimaksud disini adalah kerusakan seperti adanya lubang, jalan bergelombang, alur dengan kedalaman lebih dari 30 mm pada badan jalan, ambles dengan kedalaman yang lebih dari 50 mm & retak dalam jumlah yang besar. Metode pelaksanaan pekerjaan *patching* adalah sebagai berikut :

1. Kenakan perlengkapan keselamatan bagi setiap pekerja & pasang rambu peringatan atau barikade di sekitar lokasi pekerjaan.

2. Beri tanda batas berbentuk bujur sangkar atau empat persegi panjang bagian permukaan perkerasan yang akan ditambal menggunakan cat atau kapur, salah satu sisi tanda batas harus sejajar dengan sumbu jalan.
3. Gunakan *asphalt cutter* untuk memotong perkerasan beraspal sesuai dengan tanda batas yang telah dibuat. Pemotongan perkerasan beraspal dengan *asphalt cutter*.

1.1.5 Water Tanker

Water tanker digunakan jika lapisan tanah atau agregat yang akan dipadatkan memiliki kadar air yang lebih rendah dari kadar air optimumnya.



Gambar 1.10
Water Tanker

1.1.6 Vibrator Roller



Gambar 1.11
Vibrator Roller

Digunakan untuk memadatkan tanah dasar, lapisan timbunan tanah, memadatkan lapis pondasi agregat seperti LPA, LPB, LPC & pemadatan bahu jalan.

LPA adalah sebutan untuk lapis pondasi agregat kelas A, LPB adalah lapis pondasi agregat kelas B, Sedangkan LPC adalah lapis pondasi agregat kelas C.

Disini yang dimaksud dengan lapis pondasi agregat adalah lapis perkerasan atau pondasi yang terdiri dari bahan utama berupa agregat atau batu (material granular).

Perbedaan utama antara LPA, LPB & LPC adalah pada gradasi campuran agregatnya, seperti yang ditunjukkan pada tabel berikut :

Tabel 1.1
Perbedaan LPA, LPB & LPC

Ukuran Saringan		Berat Butir Yang Lolos (%)		
ASTM	mm	Kelas A	Kelas B	Kelas C
3"	75			100
2"	50		100	75 – 100
1½"	37,5	100	88 – 100	60 – 90
1"	25,0	77 – 100	70 – 85	45 – 78
3/8"	9,5	44 – 60	40 – 65	25 – 55
No. 4	4,75	27 – 44	25 – 52	13 – 45
No. 10	2,00	17 – 30	15 – 40	8 – 36
No. 40	0,425	7 – 17	8 – 20	3 – 23
No. 200	0,075	2 - 8	2 - 8	0 - 10

Selain itu jika dilihat dari sumber agregat kasar untuk campurannya, agregat kasar untuk LPA dapat berupa batu pecah atau batu kali yang 100% paling sedikit mempunyai 2 (dua) bidang pecah. Agregat kasar untuk LPB dapat berupa batu pecah atau batu kali yang 65% paling sedikit mempunyai satu bidang pecah.

Sedangkan agregat kasar untuk LPC dapat berupa batu pecah atau batu kali atau batu bulat (kerikil).

Tabel 1.2
Persyaratan LPA, LPB & LPC

Sifat-Sifat	Kelas A	Kelas B	Kelas C
Abrasi dari Agregat Kasar (SNI 03-2417-1990)	Maks. 40%	Maks. 40%	Maks. 40%
Indeks Plastis (SNI-03-1966-1990) & (SNI 03-1967-1990)	Maks. 6	Maks. 6	4 – 9
Hasil kali Indeks Plastisitas dengan % Lolos Ayakan No.200	Maks. 25	-	-
Batas Cair (SNI 03-1967-1990)	Maks. 25	Maks. 25	Maks. 25
Gumpalan Lempung & Butir-Butir Mudah Pecah dalam Agregat (SNI 03-4141-1996)	0 %	Maks. 1%	Maks. 1%
CBR (SNI 03-1744-1989)	Min. 90%	Min. 65%	Min. 35%
Perbandingan persen lolos #200 dengan persen lolos #40	Maks. 2/3	Maks. 2/3	Maks. 2/3

1.1.7 Tandem Roller

Yaitu alat pemadat dengan roda besi / *roller* untuk memadatkan campuran aspal yang telah dihampar oleh *asphalt finisher*.



Gambar 1.12
Tandem Roller

1.1.8 Pneumatic Tyre Rollers

Alat ini biasa juga disebut dengan *universal compactor*, roda-roda penggilasnya terdiri dari ban karet yang dipompa (*pneumatic*). Penggilas dengan ban ini memiliki ciri khusus dengan adanya *kneading effect*, dimana air & udara dapat ditekan keluar (pada tepi-tepi ban) yang segera akan menguap pada keadaan udara yang kering. Alat ini baik sekali digunakan pada pekerjaan pemadatan pada material granular atau digunakan pada pemadatan lapisan aus, antara & lapisan pondasi.



Gambar 1.13
Pneumatic Tyre Rollers

1.1.9 Sheep Foot Type Rollers



Gambar 1.14
Sheep Foot Type Rollers

Ukuran *sheep foot type rollers* ini besar dengan roda depan panjang & memiliki gerigi. Sedangkan untuk roda belakang terdiri dari 2 (dua) buah roda besar yang berfungsi sebagai penggerak dari *compactor* ini.

1.1.10 Three Axle Tandem Rollers

Compactor ini memiliki 3 (tiga) poros sehingga dinamakan *three axle tandem rollers*, adapun jenis ini banyak dimanfaatkan untuk memadatkan permukaan tanah & material dengan ukuran yang halus. *Three axle tandem rollers* ini memiliki empat roda, dua roda bagian depan dan dua roda bagian belakang.



Gambar 1.15
Three Axle Tandem Rollers

1.1.11 Three Wheel Rollers

Jika diartikan *three wheel rollers* berarti *compactor* dengan penggilas roda tiga. Berguna untuk memadatkan tanah dengan butiran yang kasar, jenis *compactor* ini sudah lama ada dan sampai sekarang masih digunakan.

Tergolong sebagai *compactor* favorit, jenis *compactor* ini memang sering digunakan para pekerja. *Compactor* jenis ini juga memiliki roda depan yang menyambung dan bentuknya

licin. Sedangkan untuk roda belakang ada dua terpisah dengan permukaan yang licin juga.



Gambar 1.16
Three Wheel Rollers

1.1.12 Vibratory Plate Compactor

Vibratory plate compactor berperan untuk memadatkan jalan & paving blok. Bentuknya juga unik karena diarahkan dengan cara yang manual di pegang dengan tangan pada bagian yang telah disediakan. Bentuk ukuran sedang & memiliki permukaan yang licin pada bagian bawah. Compactor jenis ini tidak memiliki roda.



Gambar 1.17
Vibratory Plate Compactor

1.1.13 Segment Rollers

Segment rollers jenis compactor yang memiliki fungsi untuk memadatkan tanah yang memiliki kandungan tanah liat dan tanah yang basah. Compactor jenis ini memiliki roda berbentuk seperti lempengan yang terbuat dari baja.

Roda dari compactor ini hanya memiliki satu roda untuk bagian depan dan dua roda penggerak untuk bagian belakang.

Cara kerja compactor ini dengan memberikan tekanan luas cukup besar dan dapat masuk ke dalam tanah sehingga terjadi pemampatan dari bagian bawah secara langsung.



Gambar 1.18
Segment Rollers

1.1.14 Mesh Grid Rollers

Jenis compactor yang kesembilan adalah mesh grid rollers. Compactor ini memiliki fungsi untuk pemadatan tanah yang memiliki struktur atau bentuk yang kasar. Misalkan tanah yang bercampur dengan bebatuan besar maupun kecil yang memerlukan pemerataan.

Ini karena bentuk dari rodanya memang di desain menyerupai anyaman seperti fungsinya tersebut. Dengan dua roda yang dimiliki pada bagian depan dan dua roda lagi pada bagian belakang. Dengan menggunakan compactor ini sangat baik dalam menyelesaikan pekerjaan tersebut.



Gambar 1.19
Mesh Grid Rollers

1.2 Alat Berat Untuk Pengerasan Kaku

Saat ini jalan berbahan beton banyak dijumpai di mana-mana. Tidak hanya di jalan raya yang berada di atas tanah mudah bergerak, tetapi juga sering dijumpai di kampung-kampung.

Betonisasi menjadi pilihan bagi sejumlah kontraktor untuk mengatasi jalanan yang mudah retak & berlubang, akibat kontur tanah yang labil.

Melalui pengerasan kaku (*rigid pavement*), umur jalan pun dapat diperpanjang. Transportasi beton ke lokasi proyek dapat dilakukan dengan bantuan *truck mixer* atau agitator. *Truck mixer* akan menghamparkan beton ke lokasi pengerasan.

Ada beberapa peralatan yang digunakan dalam pekerjaan pengerasan beton, antara lain :

1.2.1 Paving Mixer

Paving mixer adalah alat pengaduk beton yang digunakan khusus untuk pengerasan. Alat ini memiliki kelengkapan seperti *boom & bucket*, untuk memudahkan pekerjaan pengecoran. Drum pada *paving mixer* dapat bersifat tunggal maupun ganda.

Pada *dual drum mixer*, pengadukan beton dilakukan secara bertahap. Separuh waktu yang dibutuhkan untuk

pengadukan dilakukan pada drum pertama. Separuh waktu berikutnya dilakukan pada drum kedua.



Gambar 1.20
Paving Mixer

1.2.2 Concrete Spreader



Gambar 1.21
Concrete Spreader

Concrete spreader merupakan alat berat yang digunakan untuk pengerasan kaku. Alat ini berfungsi untuk menyebarkan beton plastis dalam pekerjaan pengerasan kaku, kemudian menggetarkannya. Selama melakukan pekerjaan ini, *concrete spreader* bergerak konstan.

Beton plastis dimasukkan ke *concrete spreader* menggunakan *paving mixer* atau truk. Jika pengerasan jalan menggunakan tulangan, alat ini bergerak ke samping cetakan pengerasan guna mencegah kerusakan pada tulangan. Penggunaan *concrete spreader* dapat mengurangi kemungkinan terjadi segregasi.

1.2.3 Transverse Concrete Finisher

Transverse concrete finisher berfungsi untuk meratakan & membentuk permukaan beton, sesuai dengan kemiringan yang diinginkan.



Gambar 1.22
Transverse Concrete Finisher

1.2.4 Automatic Curing Machine

Automatic curing machine berfungsi untuk menyemprotkan air dalam pengerasan beton. Ketika beton mulai mengering, alat ini secara otomatis akan menyemprotkan air.

Tujuan penyemprotan untuk mencegah beton retak akibat pengeringan yang terlalu cepat.



Gambar 1.23
Automatic Curing Machine

1.2.5 Slipform Paver

Slipform paver memiliki beberapa fungsi, yaitu menyebar beton, memadatkan & menyelesaikan pekerjaan akhir pengerasan beton.

Beton yang disebar dengan alat ini tidak membutuhkan cetakan. Selain itu, pelaksanaannya tidak akan mengganggu tulangan beton.



Gambar 1.24
Slipform Paver

1.2.6 Hydraulic Multiple Hammer Concrete Road Breaker



Gambar 1.25
Hydraulic Multiple Hammer Concrete Road Breaker

BAB II

Peralatan Berat Untuk Pengangkut Material

2.1 Pendahuluan

Pada bab ini akan dibahas mengenai jenis alat berat untuk pengangkutan material, alat ini selalu dibutuhkan dalam proyek konstruksi.

Yang dimaksud pengangkutan material adalah perpindahan material dari proyek ke tempat lain di luar proyek, atau sebaliknya. Jarak tempuhnya bisa dekat, sedang, hingga jauh (Rochmanhadi & Suyono, 1982)

2.2 Truk

Pengangkutan material dapat bersifat horisontal & vertikal. Truk termasuk alat angkut horisontal (dari tempat yang satu ke tempat lainnya), baik dalam jarak relatif dekat maupun cukup jauh. Untuk pengangkutan secara vertikal dapat menggunakan crane. Perbandingan bentuk antara *truck* & *dump truck* terdapat pada gambar 2.1 & gambar 2.2 dibawah ini.



Gambar 2.1
Truk

Sisi bak truk tidak dapat diangkat, untuk mengeluarkan muatannya harus dilakukan secara manual dengan tenaga manusia maupun excavator.



Gambar 2.2
Dump Truck

Sisi bak truk dapat diangkat secara hidrolis untuk menumpahkan muatannya.

2.3 Dump Truck

Salah satu syarat yang perlu dipenuhi agar truck dapat digunakan dengan baik, efektif, dan efisien adalah jalan angkut yang cukup rata, kuat, dan keras. Pada jalan angkut dengan kondisi jelek, perlu penggunaan truck-truck *cross countrying* yang harga & biaya operasionalnya lebih tinggi jika dibandingkan dengan truck-truck biasa. Truk jenis ini dalam pekerjaan konstruksi bangunan sipil dikenal dengan nama dump truck. Dump truck dapat menumpahkan muatan secara hidrolis yang menyebabkan satu sisi baknya terangkat, sedangkan satu sisi lainnya berfungsi sebagai sumbu putar atau engsel. Berdasarkan metode pembongkaran materialnya, dump truck dibedakan menjadi 3 (tiga) kategori, yaitu :

2.3.1 Rear Dump

Ada dua jenis rear dump, yakni *rear dump truck* & *rear dump tractor wagon*. Yang banyak dipakai dalam proyek konstruksi adalah rear dump truck, karena mampu bergerak pada jalan menanjak.

Material dibongkar dengan cara menaikkan bak depan menggunakan sistem hidrolik. Jenis material yang bisa diangkut adalah tanah dan pasir kering. Material seperti bebatuan & pasir basah dapat menyebabkan kerusakan pada bak.



Gambar 2.3
Rear Dump

2.3.2 Side Dump



Gambar 2.4
Side Dump

Side dump, baik jenis truk maupun wagon, membongkar material dengan menaikkan salah satu sisi bak ke arah samping.

Model ini cocok digunakan untuk pembongkaran material di lokasi yang sempit & panjang. Tapi, kelemahannya, kelebihan material pada salah satu sisi dapat menyebabkan truk terjungkal ketika melakukan pembongkaran material.

2.3.3 Bottom Dump

Bottom dump biasanya semitrailer. Material yang diangkut *bottom dump tractor wagon* dikeluarkan melalui bagian bawah bak yang dapat dibuka di tengah - tengahnya. Pintu bak berada di sisi bagian bawah yang memanjang dari depan ke belakang. Pintu-pintu ini dapat membuka dan menutup melalui gerakan hidrolik. Pembongkaran material dilakukan saat kendaraan bergerak. Material yang dapat diangkut lebih bervariasi, mulai dari pasir, tanah, kerikil, batuan, lempung, hingga sedimen (lumpur). Hanya saja, alat berat ini tak memungkinkan berjalan di daerah terjal (kemiringan medan maksimal 5%).



Gambar 2.5
Bottom Dump

2.4 Perbedaan Truk Trailer & Tronton

Terdapat perbedaan antara truk tronton dengan trailer. Secara fisik, terlihat jelas perbedaan antara kedua kendaraan berbobot besar tersebut. Truk sendiri memiliki beberapa jenis

yang beroperasi di Indonesia. Mulai dari berukuran kecil yang biasa dikenal dengan sebutan engkel hingga yang besar seperti tronton dan trailer.



Gambar 2.6
Truk Trailer

Dalam pengoperasiannya terdapat beberapa jenis truk yang memiliki fungsi & kemampuannya masing-masing. Sehingga terdapat perbedaan baik dalam jumlah roda maupun ukuran. Secara ukuran truk trailer memang lebih besar dibanding truk tronton meskipun keduanya telah termasuk kendaraan besar. Berikut 4 (empat) perbedaan truk trailer & tronton :

1) Ukuran

Dimensi atau ukuran yang dimiliki truk tronton adalah sekitar $55 m^3$ dengan tinggi 2,2 m & panjang 9.6 m serta lebar 2,4 m. Sedangkan truk trailer dibedakan menjadi 2 (dua) jenis yakni 40 feet (12 m) dengan jumlah sumbu 4 (empat) & 5 (lima). Kemudian jenis 20 feet (6 m) dengan jumlah 6 (enam) sumbu. Berbeda dari yang lainnya trailer memiliki tipe yang lebih beragam yakni, flatbed, lowbed, box & sebagainya. Sementara itu bakunya memiliki ukuran lebar 2,3 m, panjang 6 m & tinggi 2,5 - 3 m.

2) Jumlah roda

Roda yang berada pada truk tronton berjumlah 10 buah, yaitu 2 roda terletak di depan & 8 roda berada di belakang. Sementara truk trailer yang lebih besar tentu memiliki jumlah roda yang lebih banyak yaitu mulai dari 16 sampai 24 roda.

3) Daya tampung

Truk tronton memiliki daya tampung 10 sampai 20 ton. Untuk truk trailer dapat menampung beban sebesar 20 sampai 60 ton.

4) Konfigurasi roda

Konfigurasi roda pada truk tronton ini adalah 1-2-2. Sementara pada truk trailer memiliki konfigurasi 1-2-2-2.



Gambar 2.7
Truk Tronton

Itulah perbedaan antara truk trailer dan tronton, sebenarnya jika ditelisik lebih dalam terdapat perbedaan secara khusus antar dua kendaraan ini seperti mesin, sistem pengereman dan cara kemudi.

2.5 Crane

Crane merupakan alat angkut secara vertikal, yaitu dari bawah ke atas, atau sebaliknya. Alat ini akan mengangkat

material secara vertikal, kemudian memindahkannya secara horisontal. Tetapi dapat juga menurunkan material lainnya ke tempat yang diinginkan. Selain berfungsi sebagai alat angkut, *crane* juga dapat digunakan untuk penggalian & pemasangan tiang pancang. Untuk kedua fungsi ini diperlukan *attachment*. Misalnya untuk penggalian dibutuhkan *dragline & clamshell*. Crane dibagi dalam dua kelompok, yaitu:

1. Dengan alat penggerak (roda ban maupun roda *crawler*);
2. Tanpa alat penggerak.

2.5.1 Crane Dengan Alat Penggerak

Crane dengan alat penggerak terdiri atas beberapa tipe, yakni :

1. Crawler mounted crane
Tipe ini memiliki bagian atas yang dapat bergerak 360°, karena dilengkapi dengan *turnable*. Dengan roda *crawler*, crane dapat bergerak berputar dalam lokasi proyek yang tidak terlalu luas. Yang repot justru cara mendatangkan alat ini, karena membutuhkan angkutan khusus yang disebut *lowbed trailer*.



Gambar 2.8
Crawler mounted crane

2. Truck mounted crane

Crane ini dapat berpindah tempat dari satu proyek ke proyek lain tanpa bantuan alat pengangkutan. Mobilitasnya juga cukup tinggi, dengan kecepatan maksimal 55 km / jam. Untuk menjaga keseimbangannya, *truck mounted crane* diperkuat dengan kaki (*outrigger*). Kaki ini harus dipasang Ketika mau digunakan, sehingga roda harus diangkat dulu. Makin keluar *outrigger*, maka *crane* makin stabil. Yang perlu diperhatikan saat mengoperasikan alat ini adalah lokasi sekitar bebas dari guncangan atau getaran, permukaan tanahnya datar & tidak banyak embusan angin kencang.



Gambar 2.9
Truck mounted crane

3. Wheel mounted crane

Crane ini sering disebut *hydraulic crane* atau *telescopic crane*. Sebab bagian lengan (*arm*) pada *crane* ini dikendalikan oleh *boom* yang bekerja secara hidrolik. Struktur atasnya dilengkapi *telescopic boom* & silinder hidrolik tunggal pengangkat & kait. *Boom* pada *crane* ini dapat diperpanjang maupun diperpendek, disesuaikan dengan kebutuhan, alias tanpa harus membongkar *boom*.

Alat penggeraknya berupa roda ban, sehingga dapat bergerak secara leluasa, termasuk di jalan raya.



Gambar 2.10
Wheel mounted crane

2.5.2 Crane Tanpa Alat Penggerak

Crane tanpa alat penggerak sering disebut *tower crane*. Alat ini mampu mengangkat material secara vertikal maupun horisontal, namun ruang geraknya sangat terbatas. Bahkan dapat digunakan secara statis, keunggulan *tower crane* adalah mampu menjangkau ketinggian yang tidak dapat dijangkau tipe *crane* lainnya. *Tower crane* sering kita lihat dalam pembangunan gedung-gedung pencakar langit, berdasarkan cara berdirinya, *tower crane* terdiri atas beberapa tipe, yaitu :

1. Free standing crane

Crane ini dapat berdiri di atas pondasi yang khusus disiapkan untuk alat tersebut. Apabila *crane* harus mencapai ketinggian yang besar, maka digunakan pondasi seperti tiang pancang. Pondasi khusus ini harus dapat menahan momen akibat embusan angin maupun ayunan beban, berat *crane* & berat material yang diangkat. *Free standing crane* mampu berdiri hingga ketinggian 100 m.



Gambar 2.11
Free standing crane

2. Tied in crane



Gambar 2.12
Tied in crane

Crane ini mampu berdiri bebas pada ketinggian kurang dari 100 m pabila ingin ketinggian lebih dari 100 m, maka *crane* harus ditambahkan atau dijangkar pada struktur bangunan. *Crane* yang ditambahkan pada struktur bangunan ini disebut *tied in crane*. Fungsi penjangkaran adalah untuk menahan gaya horisontal, sehingga *crane* dapat mencapai ketinggian hingga 200 m.

3. Climbing crane

Crane ini cocok digunakan untuk lahan terbatas. *Crane* dapat diletakkan dalam struktur bangunan, yaitu pada *core* atau inti bangunan. *Crane* dapat bergerak naik, bersamaan dengan struktur naik. Pengangkatan *crane* ini dimungkinkan dengan adanya dongkrak hidrolik atau *hydraulic jacks*.



Gambar 2.13
Climbing crane

BAB III

Peralatan Berat Untuk Pekerjaan Pondasi

3.1 Pendahuluan

Alat berat untuk pemancang tiang (*pile driver*) sangat diperlukan dalam proyek konstruksi berskala besar, seperti pembangunan gedung pencakar langit, jembatan & jalan layang (*fly over*). Jalan tol yang membelah jalan biasa, areal persawahan & sungai pun sering membutuhkan *pile driver*. Proyek-proyek tersebut membutuhkan pondasi yang kuat untuk menyangga beban besar di atasnya. (Rineka Cipta Rostiyanti, 2014) bahan baku pondasi tiang pancang dapat terbuat dari kayu, baja, beton, maupun komposit. 3 (tiga) yang disebut terakhir paling banyak digunakan saat ini. Jenis pondasi beton dapat berupa *precast-prestressed* maupun *cast-in-place*. Khusus untuk pondasi beton *cast-in-place* yang pertama dikerjakan adalah melakukan pengeboran. Selanjutnya langsung dilakukan pengecoran beton. Pondasi beton *precast*, pondasi baja & pondasi komposit sering disebut pondasi tiang pancang. Disebut demikian, karena pondasi dipancangkan pada suatu titik di atas permukaan lokasi bangunan.

3.2 Jenis-Jenis Alat Berat Pemancang Tiang

Untuk menancapkan pondasi ini dibutuhkan alat pemancang tiang. Jenisnya bermacam-macam, antara lain :

3.2.1 Drop Hammer

Alat pemancang *drop hammer* merupakan palu raksasa yang diletakkan pada ketinggian tertentu di atas tiang. Palu kemudian dilepaskan & jatuh mengenai bagian atas / kepala tiang. Perlu diperhatikan, tiang jangan sampai rusak akibat tumbukan tersebut. Karena itu, dibagian kepala tiang dapat dipasang *cap* (dari kayu) untuk menahan energi dari palu. Palu berukuran 250 – 1.500 kg ini dijatuhkan sepanjang alurnya, pada ketinggian 1,5 hingga 7 m, tergantung jenis bahan dasar pondasi.

Di bagian atas palu terdapat kabel, untuk menahan palu agar tak jatuh terlalu jauh.



Gambar 3.1
Drop Hammer

Kalau diperlukan energi yang besar untuk pemancangan tiang pondasi, sebaiknya menggunakan palu yang berat dengan tinggi jatuh yang lebih kecil. Cara ini dianggap lebih tepat daripada menggunakan palu yang ringan, dengan tinggi jatuh yang lebih besar. Pekerjaan ini biasanya dilakukan secara perlahan. Misalnya, frekuensi jatuhnya palu dibatasi 4 - 8 kali per menit. Apabila jumlah tiang yang mau dipancang tidak terlalu banyak, penggunaan *drop hammer* cukup efisien. Keuntungan dari penggunaan *drop hammer* antara lain :

1. Biaya investasi relatif rendah;
2. Mudah dalam pengoperasiannya;
3. Mudah dalam mengatur energi per *blow*, dengan cara mengatur tinggi jatuhnya palu.

Kekurangan dari alat ini antara lain:

1. Kecepatan pemancangan relatif kecil;
2. Kemungkinan tiang mengalami kerusakan akibat hantaman palu cukup besar;
3. Ada kemungkinan kerusakan bangunan di sekitar lokasi pemancangan akibat getaran pada permukaan tanah;
4. Tidak dapat digunakan untuk pekerjaan di bawah air.

3.2.2 Diesel Hammer

Bentuk *diesel hammer* paling sederhana dibandingkan dengan jenis alat pemancang lainnya. *Diesel hammer* memiliki satu silinder dengan dua mesin diesel, piston / ram, tangki bahan bakar, tangki pelumas, pompa bahan bakar, injector & mesin pelumas.



Gambar 3.2
Diesel Hammer

Alat ini mendapatkan energinya dari berat ram yang menekan udara di dalam silinder. Ada 2 (dua) tipe diesel hammer, yakni terbuka & tertutup :

1. Alat yang bagian ujungnya terbuka mampu melakukan 40-50 blow per menit.
2. Alat yang bagian ujungnya tertutup mampu melakukan 75-85 blow per menit.

Keunggulan dari alat pemancang diesel hammer antara lain :

1. Lebih ekonomis;
2. Tidak membutuhkan energi dari luar;
3. Mudah digunakan di daerah terpencil;
4. Tetap berfungsi maksimal di daerah dingin;
5. Mudah dalam perawatan;

Namun alat ini juga memiliki beberapa kelemahan, misalnya :

1. Sulit dipakai pada tanah lunak;
2. Sulit menentukan energi per *blow*.

3.2.3 Hydraulic Hammer



Gambar 3.3
Hydraulic Hammer

Sesuai dengan namanya, cara kerja *hydraulic hammer* berdasarkan perbedaan tekanan pada cairan hidrolik. Kekuatannya luar biasa, sebab tekanan terhadap pondasi dapat mencapai 140 ton. Alat ini sering digunakan untuk pemancangan pondasi tiang baja “H”, serta pondasi lempengan baja, dengan cara dicengkeram, didorong & ditarik.

Meski kekuatannya luar biasa, *hydraulic hammer* justru tidak banyak menimbulkan getaran maupun polusi suara. Bangunan-bangunan di sekitar lokasi pemancangan pun relatif

aman dari kemungkinan kerusakan. Tetapi, alat ini hanya cocok dipakai untuk pemancangan tiang pendek. Untuk memperpanjang tiang, harus dilakukan penyambungan pada ujung-ujungnya.

3.2.4 Vibratory Pile Driver



Gambar 3.4
Vibratory Pile Driver

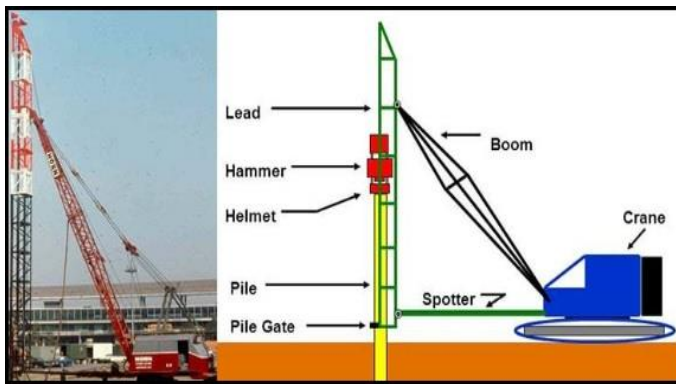
Alat pemancang *vibrator pile driver* bekerja dengan sistem getaran & cocok digunakan pada tanah lembab. Apabila material di lokasi pemancangan berupa pasir kering, pekerjaan menjadi lebih sulit. Sebab material seperti itu tak terpengaruh oleh getaran yang dihasilkan alat ini. *Vibrator pile driver* memiliki beberapa batang horisontal dengan beban eksentris. Ketika pasangan batang berputar dengan arah berlawanan, maka berat yang disebabkan beban ekstentris itu akan menghasilkan getaran pada alat. Getaran yang dihasilkan menyebabkan material di sekitar pondasi yang terikat pada alat ikut bergetar. Saat dioperasikan, biasanya *lead* atau pengatur letak tiang tidak digunakan. Biasanya, *lead* dipasang ke *crane* dengan ukuran lebih kecil. Tenaga yang diperlukan untuk menggerakkan *vibrator pile driver* didapat dari listrik atau tenaga hidrolik.

Efektivitas penggunaannya tergantung amplitudo, momen eksentrisitas, frekuensi, berat bagian yang bergetar (tiang, kepala vibrator & selubung vibrator) serta berat bagian lain yang tak ikut bergetar (motor penggerak & mekanisme suspensi).

3.3 Alat Pengatur Letak Tiang

Untuk mengatur letak tiang, diperlukan alat bantu bernama *lead* (bingkai). Dengan alat ini, tiang bisa dipasang dalam posisi benar & tepat. Tidak miring atau bergeser dari tempat yang diinginkan. Jadi, *hammer* dapat menumbuk tiang tepat di tengah-tengah permukaan atas tiang. *Lead* terbuat dari baja & terletak di ujung *boom*. Biasanya *lead* dipasang pada pemancangan tiang yang menggunakan *drop hammer* atau *single acting hammer*. Hal ini dimaksudkan agar tidak muncul masalah saat pemancangan, misalnya kesalahan posisi & kemiringan. Ada beberapa jenis *lead* yang umum digunakan dalam proyek konstruksi, antara lain :

3.3.1 Fixed Lead



Gambar 3.5
Fixed Lead

Pengaturan posisi tiang dengan cara ini menggunakan *lead* yang terdiri atas rangkaian baja, dengan tiga sisi berkisi seperti *boom* pada *crane* & sisi yang satunya terbuka. Sisi yang

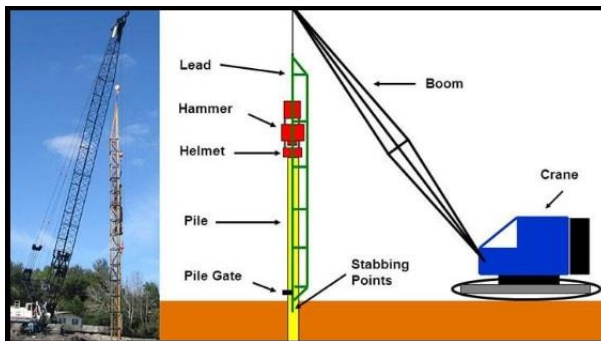
terbuka merupakan tempat tiang diletakkan. Pada rangkaian ini terdapat rel / alur tempat hammer akan bergerak.

Saat penumbukan tiang, lead diletakkan dengan kemiringan tertentu. Lead diikat pada alat pemancang tiang, di mana bagian bawahnya disambungkan dengan crane atau pelat pemancang, sehingga posisi tiang menjadi benar.

3.3.2 Swing Lead

Apabila lead tidak disambungkan dengan crane atau alat pemancang di bagian bawahnya, maka lead jenis ini disebut swing lead.

Penggunaan lead ini memungkinkan pemancangan tiang yang jaraknya dari badan alat relatif jauh. Namun, kelemahannya, sulit mengatur tiang untuk tetap vertikal.



Gambar 3.6
Swing Lead

3.3.3 Hydraulic Lead

Sistem yang digunakan dalam metode ini adalah menggunakan silinder hidrolis sebagai pengatur. Silinder hidrolis merupakan penghubung antara bagian bawah lead dan pemancang.

Dengan sistem ini, pengaturan posisi tiang dapat dilakukan secara lebih akurat dan cepat. Metode ini memang lebih mahal dibandingkan dengan fixed lead. Tetapi produktivitasnya jauh lebih besar.



Gambar 3.7
Hydraulic Lead

3.4 Pemilihan Crane Pengangkat Alat Pancang

Semua alat pemancang tiang memiliki bagian utama yaitu alat penggerak & crane dengan *lattice boom*. Pemilihan crane pemasang tiang perlu memperhatikan beberapa hal berikut ini :

- 1) Beban yang akan dipikul alat;
- 2) Crane harus mampu memikul beban lead, berat tiang pancang, dan hammer (palu);
- 3) Kapasitas crane harus cukup kuat untuk menahan beban maksimal pada radius operasional tertentu.

Crane juga & dipilih berdasarkan faktor lain seperti jangkauan vertikal & horizontal :

- 1) Untuk jangkauan vertikal, crane harus memiliki boom cukup panjang, untuk mengakomodasi tiang pancang yang panjang, tinggi cap, dan tinggi alat pemancang.
- 2) Untuk jangkauan horisontal, crane harus dapat menahan beban pada radius tertentu. Makin jauh jangkauan crane, maka kapasitasnya makin kecil.

Secara keseluruhan, sebelum digunakan, maka perlu dicek terlebih dahulu kapasitas crane terhadap pemancangan tiang pada jarak tertentu.

3.5 Pemilihan Alat Pemancang Tiang

Ada beberapa kriteria dalam pemilihan alat pemancang tiang yang digunakan dalam sebuah proyek, antara lain :

- 1) Jenis material, ukuran, berat, dan panjang tiang yang akan dipancang;
- 2) Kondisi lapangan yang mempengaruhi pengoperasian, misalnya pemancangan di bawah air atau lokasi terbatas;
- 3) Hammer harus sesuai dengan daya dukung tiang dan kedalaman pemancangan;
- 4) Pilihlah alat yang paling ekonomis, dengan kemampuan sesuai dengan yang dibutuhkan.

Jika menggunakan lead, pilihlah tipe yang sesuai, serta ukuran rel untuk hammer, panjang hammer, dan tiang yang akan dipancang.

3.6 Perhitungan Pemancangan Tiang

Perhitungan daya dukung tiang pancang tergantung dari tiga faktor yang saling berkaitan, yaitu jenis tanah, alat pemancang tiang, dan tiang itu sendiri.

Selama pemancangan berlangsung, ketiga faktor tersebut harus diperhatikan.

Tapi kalau tiang sudah selesai dipancang, maka faktor alat tidak menjadi pertimbangan lagi. Jadi, dalam menghitung daya dukung tiang pancang, yang perlu diperhatikan adalah kekuatan tiang saat pemancangan dan kekuatan tiang untuk memikul beban bangunan di atasnya.

3.7 Pelaksanaan Pemancangan Tiang

Pada saat pelaksanaan pemancangan tiang, perhatikan beberapa hal berikut ini :

- 1) Kondisi alat pemancang;
- 2) Kondisi tiang;

- 3) Tiang sebaiknya lurus dengan permukaan rata dan tidak retak.

Karena itu, pekerjaan pemancangan tiang harus dilakukan secara hati-hati. Penanganan tiang ketika dibawa ke lokasi proyek, ditumpuk di proyek, hingga saat diangkat ke titik pemancangan, juga harus dilakukan dengan aturan tertentu.

Berikut ini metode singkat pelaksanaan pemancangan tiang :

- 1) Tiang yang akan dipancang diberi bantalan dan cap sebagai pengaman dari keretakan akibat tumbukan;
- 2) Selanjutnya, tiang diangkat sampai pada posisi sejajar dengan lead;
- 3) Tumbukan pertama dilakukan secara perlahan, untuk memastikan bahwa tiang sudah tepat pada posisinya dan water level;
- 4) Apabila posisi sudah benar, maka tumbukan dapat dilanjutkan sampai tiang masuk ke dalam tanah dan mencapai tanah keras, atau sampai perlu dilakukan penambahan tiang;
- 5) Jumlah tumbukan jangan terlalu banyak, untuk menghindari keretakan pada tiang;
- 6) Jika bantalan dan cap sudah rusak sebelum tumbukan selesai, perlu dilakukan penggantian sebelum tumbukan dilanjutkan.

3.8 Pile Boring Equipment

Peralatan bor tiang digunakan untuk membuat lubang bor di lokasi konstruksi untuk memasang tiang pancang pracetak.



Gambar 3.8
Pile Boring Equipment

BAB IV

Peralatan Berat Untuk Pemroses Material

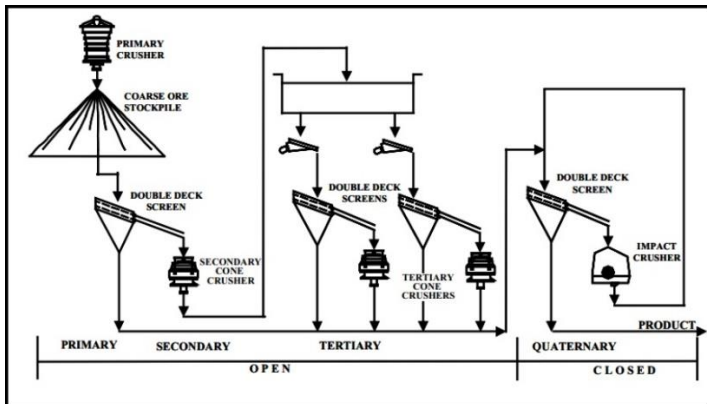
4.1 Stone Crusher Plant

Pada dasarnya *stone crusher plant* adalah plant tambang pemecahan batu, dimana batu-batu yang sebelumnya berukuran besar akan dihancurkan dengan mesin *stone crusher* dan kemudian akan disortir dengan mesin *vibrating screen* sesuai dengan ukuran *wiremesh screen* ayakan batu yang diinginkan agar dapat memperoleh ukuran batu yang sesuai.

Umumnya batu yang dihasilkan dari *stone crusher plant* akan kita gunakan sebagai campuran pada *batching plant* agar dapat menghasilkan campuran beton yang nantinya dapat kita gunakan untuk berbagai macam proyek infrastruktur seperti jalan raya, jalan tol, jembatan, dan lainnya (Wedhanto, S., 2010).

Tanpa adanya beton yang dihasilkan dari campuran batu agregat mustahil kita dapat menghasilkan infrasktruktur yang kokoh dan tahan lama.

4.2 Cara Kerja Stone Crusher Plant



Gambar 4.1
Cara Kerja Stone Crusher Plant

Pada dasarnya kita dapat mendesain *stone crusher plant* sesuai dengan kapasitas yang kita inginkan.

Umumnya kita dapat membuat *stone crusher plant* dengan kapasitas 50 TPH hingga 600 TPH (*Ton Per Hour*). Bahan baku pada *stone crusher plant* yang berupa batu ukuran besar mulanya akan dihancurkan menjadi ukuran yang lebih kecil.

Material dengan ukuran kecil tersebut kemudian akan *dibawa menggunakan belt conveyor* tambang untuk disortir menggunakan mesin *vibrating screen* agar kita memperoleh batu dengan standar yang kita inginkan.

Ada beberapa batu yang tetap dihancurkan menjadi ukuran yang lebih halus lagi pada pemrosesan lanjutan, seperti pada *secondary crusher*, *tertiary crusher*, bahkan hingga *quaternary crusher* jika memang dibutuhkan.

Namun biasanya kita hanya akan menghancurkan batu hingga *secondary crusher* saja karena memang jarang sekali kita perlu memproses hingga *quaternary crusher*.

Sedangkan untuk material dengan ukuran yang tidak sesuai dengan kualifikasi akan dibawa lagi menuju mesin *stone crusher* untuk diproses kembali.

Material tersebut kemudian akan melalui proses seperti sebelumnya hingga didapati ukuran yang sesuai dengan standar dan kualitas yang diinginkan.

4.3 Komponen Pada Stone Crusher Plant

4.3.1 Feed Hoppers

Feed hoppers merupakan komponen pertama yang akan menerima bahan baku berupa batu besar yang berasal dari proses penambangan.

Kapasitas dari *feed hopper* sebaiknya dua kali lebih besar dari kapasitas truk yang menyuplai batu.



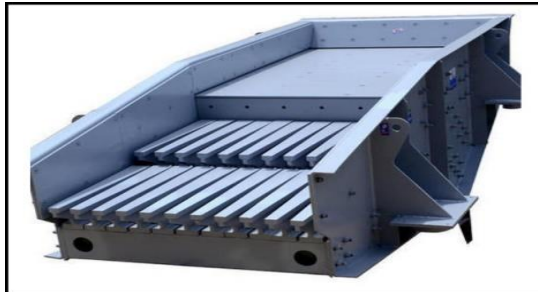
Gambar 4.2
Feed Hoppers

Material dengan karakteristik basah & lengket lama kelamaan pasti akan mengeras dan dapat mengganggu proses yang ada pada *feed hoppers*.

Kita dapat mencegah hal ini dengan menggunakan desain *feed hoppers* yang baik.

4.3.2 Feeders

Feeders akan bertugas untuk mensuplai proses pemecahan batu pada *stone crusher plant* secara lebih lancar setelah menerima batu dari *feed hoppers* agar proses pemecahan batu nantinya dapat berjalan secara optimal.



Gambar 4.3
Feeders

Terkadang mesin *cone crusher* & *jaw crusher* yang kita gunakan tetap dapat berjalan meskipun kita tidak menggunakan

feeders. Namun seringkali untuk jenis mesin *stone crusher* lainnya akan memerlukan feeder agar proses pemecahan batu dapat berjalan secara lancar.

4.3.3 Apron Feeders



Gambar 4.4
Apron Feeders

Jika material yang kita proses memiliki karakteristik yang kasar maka kita dapat menggunakan apron feeders dengan sudut kemiringan 20 derajat sehingga batu-batu yang dijatuhkan di atas *belt conveyor apron* dapat berjalan secara stabil.

4.3.4 Mesin Stone Crusher



Gambar 4.5
Mesin Stone Crusher

Sebagai tempat proses pemecahan batu, tentu kita perlu menggunakan mesin *stone crusher* untuk menghancurkan batu dengan ukuran besar menjadi ukuran yang lebih kecil.

Kita tentunya dapat memilih atau menentukan berbagai macam atau jenis-jenis mesin *stone crusher* sesuai dengan kebutuhan kita dan karakteristik dari batu yang kita akan hancurkan.

Tanpa adanya mesin *stone crusher* mustahil kita dapat mendapatkan ukuran batu agregat yang sesuai kebutuhan untuk kebutuhan pembangunan proyek konstruksi.

4.3.5 Belt Conveyor

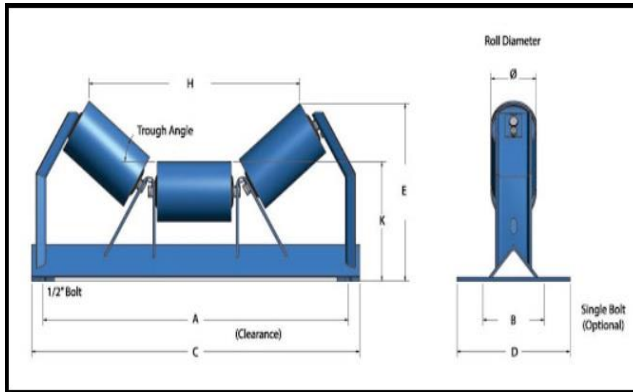
Belt conveyor berfungsi untuk membawa batu-batu yang telah dihancurkan dengan mesin *stone crusher* menuju lokasi yang diinginkan, menuju langsung ke mesin *vibrating screen*, setelah itu langsung ke tempat penumpukan hasil tambang atau diproses lebih lanjut agar dihancurkan menjadi lebih halus lagi.



Gambar 4.6
Belt Conveyor

Belt conveyor yang kita akan gunakan tentunya memerlukan atau membutuhkan sebuah penyangga untuk memberikan bentuk pada *belt conveyor* agar dapat menampung batu-batu yang diletakkan di atas *belt conveyor*.

4.3.6 Idler Heavy Duty Roller Conveyor



Gambar 4.7
Idler Heavy Duty Roller Conveyor

Fungsi tersebut dapat terjadi hanya jika kita menggunakan *idler heavy duty roller conveyor* karena tanpa adanya *idler* maka *belt conveyor* kita tidak akan membentuk huruf “U” dan akan memiliki posisi yang tidak stabil.

4.3.7 Mesin Vibrating Screen



Gambar 4.8
Mesin Vibrating Screen

Batu-batu yang telah dihancurkan dengan mesin *stone crusher plant* perlu kita saring menggunakan jenis mesin *vibrating screen* yang sesuai dengan kebutuhan agar kita memperoleh ukuran yang tepat. Getaran & berbagai banyaknya *deck* pada mesin *vibrating screen* akan membantu kita melakukan proses penyortiran lebih cepat dan tepat.

4.3.8 Wiremesh Screen

Sebagai komponen utama pada mesin *vibrating screen*, *wiremesh screen* (ayakan batu) bertugas untuk menyortir batu agregat sesuai dengan ukuran lubang *mesh* yang digunakan. Semakin besar lubang *mesh wiremesh screen* ayakan batu tentu batu yang disortir akan berukuran lebih besar dibandingkan dengan lubang *mesh* yang kecil.



Gambar 4.9
Wiremesh Screen

4.4 Jenis-Jenis Mesin Stone Crusher

Proses utama yang ada pada *stone crusher plant* adalah proses yang dilakukan pada saat kita menghancurkan batu menjadi ukuran yang lebih kecil menggunakan *stone crusher plant*. Jadi wajar saja jika kita harus sangat memperhatikan mesin *stone crusher* yang kita gunakan karena perannya yang sangat penting pada seluruh kegiatan *stone crusher plant*.

Sedangkan peralatan lainnya seperti *wiremesh screen* (ayakan batu), *feeders*, *loading*, *unloading*, *belt conveyor*, *idler heavy duty roller conveyor* & *hoppers* hanyalah peralatan penunjang. Spesifikasi dari alat-alat penunjang tersebut sendiri akan mengikuti dari kapasitas *stone crusher plant* yang kita gunakan. Untuk mendapatkan hasil batu agregat yang sesuai dengan kebutuhan, umumnya kita akan menggunakan tiga tahapan pemecahan batu. Pada tahap pertama yaitu *primary crusher* kita akan memasukkan batu ukuran besar yang berasal dari proses penambangan. Kemudian pada proses kedua yaitu *secondary crusher* kita akan memproses material yang telah dihancurkan pada *primary crusher* & terkadang kita juga akan menggunakan *tertiary crusher* yang akan menghancurkan ukuran batu menjadi jauh lebih kecil.

4.4.1 Jaw Crusher

Mesin *jaw crusher* merupakan jenis mesin crusher yang mengandalkan gaya tekanan dan menghancurkan batu di antara dua *jaw crusher*. *Jaw plate* mesin *jaw crusher* yang dapat bergerak akan menekan batu ke *jaw plate* mesin *jaw crusher* yang tidak dapat bergerak sehingga kita akan memperoleh ukuran batu yang sesuai kita inginkan.



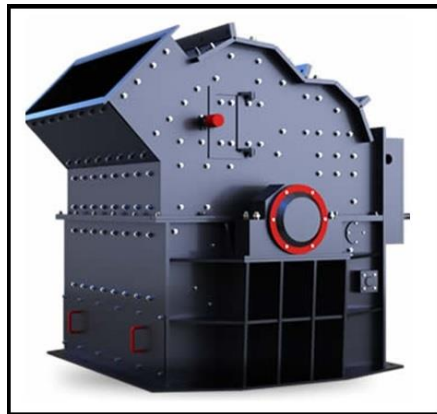
Gambar 4.10
Jaw Plate

Material yang telah dihancurkan dengan mesin jaw crusher kemudian akan melewati bagian bawah mesin jaw crusher untuk kemudian dibawa dengan menggunakan belt conveyor tambang. Kita sendiri juga dapat mengatur mesin jaw crusher agar kita dapat mendapatkan ukuran batu agregat yang kita inginkan.



Gambar 4.11
Mesin Stone Crusher Jaw Crusher

4.4.2 Impact Crusher



Gambar 4.12
Mesin Stone Crusher Impact Crusher

Mesin impact crusher akan menghancurkan material dengan gaya tekanan antara dua permukaan yang berada di dalam mesin impact crusher.

4.4.3 Cone Crusher

Cone crusher juga merupakan jenis mesin stone crusher yang mengandalkan gaya tekanan untuk menekan dan menghancurkan material yang dimasukkan kedalam mesin cone crusher. Setelah material dihancurkan maka material tersebut akan keluar dari bagian bawah mesin cone crusher.

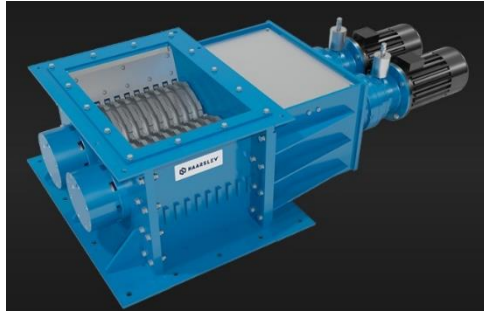


Gambar 4.13
Mesin Stone Crusher Cone Crusher

Mantel yang ada didalam mesin cone crusher membuat mesin jenis ini disebut cone crusher karena cone yang ada di dalam mesin inilah yang bertugas menekan dan menghancurkan material menjadi ukuran yang lebih kecil.

4.4.4 Roller Crusher

Roller crusher akan menghancurkan material dengan cara menekan material tersebut diantara dua roller besi yang berputar dengan arah yang berlawanan antara satu roller dengan roller lainnya. Celah yang ada diantara dua roller besi dapat kita atur sedemikian rupa agar dapat memperoleh hasil yang kita perlukan.



Gambar 4.14
Mesin Stone Crusher Roller Crusher

Jika kita bandingkan dengan jenis mesin stone crusher lainnya, mesin roller conveyor termasuk mesin stone crusher yang memiliki crusher ratio rendah. Selain itu mesin roller crusher juga sebaiknya tidak digunakan untuk menghancurkan material yang memiliki sifat abrasif. Walaupun kita dapat memilih double roller crusher maupun single roller crusher, namun menggunakan double roller crusher pada proses pemecahan batu merupakan pilihan yang lebih sesuai dibandingkan dengan single roller crusher.

4.5 Kriteria Pembuatan Stone Crusher Plant

1) Kebutuhan Produksi.

Kebutuhan produksi seperti apa yang kita butuhkan ? Seringkali kita hanya akan memasang komponen stone crusher plant hanya untuk proyek tertentu. Jadi kita perlu memperhatikan seluruh kebutuhan proyek secara keseluruhan.

2) Karakteristik Batu.

Kriteria pembuatan stone crusher plant akan sangat dipengaruhi dari hasil output yang ingin dihasilkan karena akan mempengaruhi jenis mesin stone crusher yang perlu kita pilih agar mesin stone crusher tersebut memang sudah sesuai dengan kebutuhan kita.

3) Pertimbangan Operasional.

Terkadang kita perlu mempertimbangkan beberapa hal seperti beberapa larangan yang pantang dilakukan di lokasi penambangan. Bisa saja karena lokasi yang tidak biasa membuat kegiatan operasional akan susah dilakukan.

4) Modal Yang Dikeluarkan.

Dengan berbagai macam merk, kapasitas, dan tipe yang ada pada saat memilih komponen stone crusher plant tentu akan sangat mempengaruhi modal yang perlu kita sediakan.

4.6 Batching Plant

Batching plant merupakan tempat yang dikhususkan untuk memproduksi atau mengolah beton sehingga seringkali batching plant disebut sebagai pabrik beton. Semua peralatan yang ada di batching didesain secara khusus untuk memproduksi beton ready mix atau beton siap pakai dengan cara mencampurkan bahan-bahan material untuk membuat campuran beton.

Lokasi dari batching plant umumnya jauh dari lokasi warga agar tidak mengganggu lingkungan sekitar. Oleh sebab itu biasanya posisi batching plant akan dibangun berdekatan dengan lokasi proyek tempat yang memerlukan hasil beton ready mix dari batching plant dalam jumlah yang sangat banyak.

Material-material yang digunakan untuk membuat beton umumnya terdiri dari pasir, air, batu agregat, semen, dan material lainnya. Campuran beton ini disesuaikan dengan karakteristik beton yang diinginkan.

Karakteristik beton yang dihasilkan disesuaikan dengan tujuan penggunaan campuran beton yang akan digunakan. Beberapa bentuk penggunaan campuran beton yang dihasilkan dari *batching plant* adalah seperti untuk landasan bandara, jalan raya & perumahan. Karakteristik campuran beton yang digunakan tentu saja berbeda untuk berbagai jenis penggunaan tersebut.

Hasil beton yang diproduksi oleh *batching plant* umumnya memiliki jumlah yang besar agar kegiatan produksi beton produktif. Dalam perancangan *batching plant* diperlukan orang yang memang berpengalaman dalam merancang *batching plant* agar semua alat yang diperlukan dalam memproduksi beton dapat berjalan dengan lancar.

Hasil produksi dari pembuatan *ready mix* yang dibuat dari *batching plant* ini akan diangkut menggunakan armada proyek seperti truk mixer. Tujuan dari penggunaan truk *mixer* supaya campuran beton *ready mix* yang sudah dihasilkan karakteristik tidak rusak karena perjalanan yang terkadang memerlukan waktu yang cukup lama. Penggunaan hasil beton dari produksi *batching plant* banyak digunakan oleh berbagai perusahaan industri konstruksi untuk membuat cetakan-cetakan beton. Beberapa cetakan beton *precast* yang dibuat biasanya seperti *U-Ditch*, *Box Culvert*, Pagar Panel Beton & lain-lain.

4.7 Tipe-Tipe Batching Plant

Setiap *batching plant* tidak dapat berdiri sendiri, namun terdapat *plant* lain agar proses produksi beton *ready mix* bisa berjalan dengan lancar. Berikut merupakan 3 (tiga) tipe *batching plant* :

4.7.1 Dry Mix Plants

Dry mix plants atau *plant* kering hanya dikhususkan akan memproses campuran beton menggunakan *mixer truck* dalam perjalanannya. *Dry mix plants* yang seringkali disebut sebagai

transit mix plants bertugas untuk melakukan penimbangan bahan-bahan yang kering seperti batu split, pasir, dan semen.

Penimbangan bahan-bahan kering yang sudah dilakukan dalam skala digital maupun manual akan dipindahkan ke saluran yang akan mengarah ke mixer truck.



Gambar 4.15
Batching Plant Dry Mix Plants

Dalam proses pemindahan bahan-bahan kering tadi secara bersamaan air akan ditimbang sesuai dengan ketentuan yang telah diinginkan yang kemudian akan dimasukkan ke saluran pengisian yang sama ke dalam mixer truck bersamaan dengan bahan-bahan kering.

Selama perjalanan menuju lokasi proyek, bahan-bahan tadi akan dicampur sebanyak 70 hingga 100 kali putaran agar dapat tercampur dengan rata.

4.7.2 Wet Mix Plants

Wet mix plants atau plant basah tidak seperti dry mix plants yang melakukan proses pencampuran beton menggunakan mixer truck, wet mix plants akan mencampurkan adonan beton yaitu bahan-bahan kering dan air langsung di lokasi menjadi mixer beton.

Hasil mixer beton yang diaduk menggunakan mixer pan tersebut kemudian akan dipindahkan ke mixer truck setelah semua bahan-bahan tersebut tercampur dengan rata.

Hasil mixer beton dari wet mix plants akan biasanya hanya memerlukan waktu selama 5 menit untuk melakukan pencampuran material-material di mixer pan sehingga hasilnya dapat menjadi lebih konsisten.



Gambar 4.16
Batching Plant Wet Mix Plants

Hasil mixer beton yang konsisten ini karena pencampuran material-material tersebut dilakukan di lokasi menggunakan mixer pan sehingga proses pencampuran beton dapat diawasi secara langsung untuk menjamin hasil dari mixer beton telah sesuai dengan standar yang telah ditetapkan.

Hal ini tentu berbeda dari hasil mixer beton yang dihasilkan dari dry mix plants yang dalam proses pencampuran betonnya standarnya tidak konsisten karena terdapat berbagai macam faktor seperti kondisi dari mixer truck, lama perjalanan, dan lain-lain.

Terkadang dalam lapangan untuk mensupply hasil mixer beton diperlukan campuran antara hasil dari dry mix plants dan wet mix plants untuk menekan biaya produksi, waktu, dan jangkauan wilayah. Hasil campuran beton dari wet mix plants

dapat berupa campuran beton yang bisa diantar dalam keadaan truk yang tidak memiliki tutup sekalipun.

4.7.3 Mobile Plants

Desain yang digunakan untuk batching plant mobile plants didesain agar mudah dipasang atau dibongkar kembali. Jenis-jenis yang termasuk dalam mobile plants bervariasi diantaranya seperti portable, semi portable, atau stasioner.

Unit yang dimiliki pada batching plants mobile biasanya terdiri satu unit yang diantaranya adalah silo semen, aggregate bins, belt conveyor tambang, dan cement batcher.

Untuk pemenuhan target produksi maka terkadang kapasitas produksi akan ditingkatkan untuk mengejar waktu dan menjaga kualitas yang tetap tinggi maka terkadang akan memerlukan lebih dari satu batching plants.



Gambar 4.17
Batching Plant Mobile Plants

Kelebihan mobile plants yang dapat dengan mudah dibongkar dan dipasang kembali dalam beberapa hari saja membuat mobile plants banyak diletakkan di beberapa daerah atau tempat-tempat yang sedang ada proses pembangunan yang sedang pesat.

Biasanya kita dapat melihat batching plants akan banyak berdiri di sekitar lokasi proyek konstruksi atau sedang

membangun gedung seperti apartemen, mall, dan jenis gedung-gedung besar lainnya untuk memangkas biaya perjalanan dan waktu.

Penggunaan mobile plants dipilih karena batching plants jenis ini memudahkan berbagai pemilik untuk dapat mendirikan pabrik beton untuk produksi beton dengan produktif, handal, dan dengan biaya yang tidak terlalu besar.

Oleh sebab itu batching plants jenis ini cocok digunakan untuk peletakan batching plants di daerah yang proses pengerjaannya hanya sementara, tidak memerlukan waktu yang sangat lama.

4.8 Cara Kerja Batching Plant

Batching plant dalam melakukan proses produksinya pertama-pertama akan mengisi material-material yang diperlukan dalam campuran beton ke dalam sistem aggregate bins. Material-material tersebut kemudian akan ditimbang beratnya bersamaan dengan menimbang air untuk memastikan takaran campuran beton.

Selain itu dalam proses pencampuran perlu melakukan penimbangan semen serta juga aditif. Setelah semua hal sudah dilakukan maka semuanya akan dicampur ke dalam mixer sesuai dengan kecepatan yang diinginkan agar semua campuran tersebut dapat membentuk campuran beton yang merata.

Semua proses penimbangan dilakukan secara akurat dengan menggunakan alat digital untuk menjamin tingkat keakuratan dari campuran beton. Selain itu lama waktu yang diperlukan untuk melakukan proses pencampuran juga ditentukan sesuai dengan karakteristik beton yang ingin didapatkan.

Hasil yang diproduksi pada sistem produksi beton disesuaikan sesuai dengan kapasitas yang dapat diproses dari mesin mixer untuk mengaduk adonan beton. Semua hasil ready mix yang telah diproduksi akan ditampung pada truk untuk

nantinya akan dikirimkan menuju lokasi yang diinginkan. Berikut rincian dari proses dalam mengolah beton :

4.8.1 Sistem Pemasok Batu Agregat



Gambar 4.18
Aggregate Bins

Semua bahan material berupa material-material kering seperti batu split atau batu agregat dimasukkan ke dalam sistem aggregate bins. Alat berat seperti wheel loader digunakan untuk mengangkut material-material tersebut ke tempat pemisahan antar berbagai jenis batu split, seperti batu split kasar (coarse aggregate), batu split halus (fine aggregate), pasir, dan abu batu.

4.8.2 Belt Conveyor



Gambar 4.19
Belt Conveyor

Belt conveyor yang ada pada batching plants digunakan untuk memindahkan material batu yang berasal dari satu lokasi menuju lokasi lainnya. Penggunaan belt conveyor tambang dilakukan agar kegiatan produksi beton dapat dilakukan secara efektif dan efisien sehingga hasilnya produksi dapat maksimal.

4.8.3 Mesin Vibrating Screen



Gambar 4.20
Vibrating Screen Machine

Material-material yang berasal dari sistem aggregate bins akan dibawa menggunakan belt conveyor tambang menuju vibrating screen yang mana terdapat wiremesh screen (ayakan batu). Vibrating screen dengan wiremesh screen pengayak batu berguna untuk menyortir dan menyeleksi ukuran-ukuran material yang terlalu besar sehingga tidak ikut tercampur.

4.8.4 Mixer Pugmill

Hasil dari material-material yang telah melewati wire mesh screen pengayak batu akan dibawa menggunakan belt conveyor tambang menuju mixer pugmill. Mesin mixer pugmill merupakan alat yang digunakan untuk melakukan proses pencampuran material-material menjadi satu kesatuan.



Gambar 4.21
Mixer Pugmill

4.8.5 Water Tank

Material yang bergerak akan secara otomatis disemprot dengan air yang berasal dari water tank.



Gambar 4.22
Water Tank

4.8.6 Cement Silo

Penambahan semen pada campuran akan dilakukan secara otomatis jika terdapat fasilitas untuk menambahkan semen. Semen tersebut akan ditambahkan bersamaan ke dalam salah satu jenis conveyor yaitu screw conveyor dengan kecepatan yang telah ditetapkan.



Gambar 4.23
Cement Cilo

4.8.7 Control Cabin Unit

Perusahaan yang ingin hasil campuran beton mereka kualitasnya terjamin akan menempatkan control cabin unit pada lokasi batching plants mereka. Control cabin unit digunakan untuk melakukan pengawasan dan pengontrolan pada lokasi batching plant agar hasil produksi dapat terjamin.



Gambar 4.24
Control Cabin Unit

4.8.8 Wet Mix Storage Silo

Semua material yang telah tercampur menjadi campuran beton dan telah melewati proses pengecekan kualitas setelahnya akan dibawa ke wet mix storage silo untuk ditampung. Wet mix

storage silo dapat menampung hasil campuran beton hingga 25 ton.

Hasil campuran beton akan dikeluarkan dari wet mix storage silo jika truk mixer mengambilnya untuk dikirim ke lokasi yang proyek yang dituju.



Gambar 4.25
Wet Mix Storage Silo

4.9 Material Campuran Beton Di Batching Plant

Beton yang dibuat di *batching plant* memerlukan bahan baku untuk melakukan proses produksi beton.

Berikut material - material utama yang umumnya digunakan untuk membuat campuran beton di batching plant :

4.9.1 Batu Agregat

Batu agregat yang digunakan sebagai bahan baku campuran beton terdiri dari berbagai jenis dan ukuran.

Setiap jenis dan ukuran yang berbeda memiliki sifat dan karakteristik yang berbeda-beda.

4.9.2 Semen

Semen yang disimpan di cement silo disesuaikan dengan kebutuhan yang akan digunakan untuk mensupply bahan baku beton ke proyek yang sedang dikerjakan.

4.9.3 Air

Pada proses pencampuran *batching plant* akan menambahkan material berupa air. Namun penggunaan air ditentukan apakah campuran beton yang akan dibuat adalah campuran beton tipe kering atau campuran beton tipe basah.

4.9.4 Aditif

Bahan kimia terkadang perlu ditambahkan pada campuran beton untuk menambahkan karakteristik campuran beton yang diinginkan.

Bahan aditif campuran beton akan ditambahkan ketika dilakukannya proses pencampuran. Bahan aditif yang merupakan senyawa kimia ini akan mempercepat atau menunda penyesuaian beton.

4.10 Cara Mengontrol Hasil Batching Plant

Hasil campuran beton yang diproduksi *batching plant* akan dikontrol menggunakan kontrol bantuan yang menggunakan sistem komputer agar dalam proses penentuan bobot dan campuran untuk membuat campuran beton dapat dilakukan secara cepat dan akurat.

Jika *batching plant* tidak dapat mengontrol apa yang mereka masukkan sebagai bahan baku mereka dalam pembuatan campuran beton maka hal tersebut dapat mempengaruhi kualitas dari campuran beton yang diproduksi.

Sistem komputer yang digunakan berupa timbangan digital dan alat untuk menganalisa kandungan uap air sehingga dalam penentuan kadar campuran dapat ditentukan kadar yang telah sesuai secara otomatis sehingga lebih akurat.

Berbagai faktor yang mempengaruhi hasil akhir dari campuran beton *ready mix* seperti faktor bahan baku, cuaca, kelembaban, cara kerja, dan pengalaman pekerja dalam melakukan pekerjaan mereka membuat pengaplikasian sistem komputer merupakan suatu hal sangat penting bagi *batching plant* agar kualitasnya dapat tetap terjaga.

4.11 Alat Berat Yang Digunakan Pada Batching Plant

Dalam menjalankan kegiatan produksinya batching plant tentu membutuhkan berbagai macam alat berat untuk memudahkan mereka dalam menjalankan kegiatan produksi mereka.

Berikut tipe-tipe alat berat yang biasanya digunakan oleh perusahaan dalam menjalankan batching plant mereka :

4.11.1 Dump Truck

Dump truck pada lokasi batching plant akan digunakan untuk memindahkan material-material padat seperti batu agregat baik dengan tipe *coarse aggregate* maupun tipe *fine aggregate* dari satu lokasi ke lokasi lainnya.



Gambar 4.26
Dump Truck

4.11.2 Wheel Loader

Wheel loader akan digunakan untuk memindahkan material-material padat seperti batu agregat baik dengan tipe *coarse aggregate* maupun tipe *fine aggregate* menuju sistem *aggregate bins*.

Alat berat seperti *wheel loader* dapat memindahkan material dengan cepat terbantu karena bucket pada *wheel loader*.



Gambar 4.27
Wheel Loader

4.11.3 Concrete Mixer Truck



Gambar 4.28
Concrete Mixer Truck

Concrete mixer truck dibuat khusus untuk mengaduk atau mencampur campuran beton ready mix selama perjalanannya ke lokasi proyek yang membutuhkan ready mix. Putaran yang ada pada concrete mixer truck sebesar 8-12 putaran per menitnya. Putaran ini diperlukan untuk mencegah campuran beton menjadi keras dan agar tetap homogen.

Di dalam mixer terdapat bilah-bilah baja yang ketika dalam perjalanannya ke lokasi proyek akan berputar secara terus menerus dengan arah berlawanan putaran jarum jam untuk memastikan campuran beton ready mix tidak mengarah ke luar.

Proses pencegahan terjadinya beton yang mengeras dan memastikan tetap homogen menggunakan prinsip bilah-bilah baja yang terus berputar di dalam mixer. Sehingga nantinya ketika concrete mixer truck telah sampai ke lokasi proyek maka kualitas dari campuran beton ready mix dapat terjaga.

Putaran yang ada di dalam mixer akan diganti setibanya concrete mixer truck telah sampai di lokasi proyek. Arah putaran bilah-bilah baja yang menjadi searah jarum jam akan membuat adukan ready mix yang ada di dalam mixer keluar.

4.12 Dampak Pembangunan Batching Plant Terhadap Lingkungan

Kita semua tahu bahwa pembangunan batching plant merupakan solusi untuk menghemat waktu dan tenaga sehingga dalam upaya menyelesaikan proyek dapat berjalan dengan efektif dan efisien.

Namun tentu saja suatu hal pasti ada sisi buruknya, terutama dalam kegiatan untuk memproduksi suatu hal. Dalam hal ini sisi buruk dari pembangunan batching adalah polusi berupa udara dan suara yang dihasilkan dalam proses pembuatan campuran beton ready mix.

Selain dari kegiatan produksi polusi juga dapat berasal dari alat-alat berat yang lalu lalang untuk membantu kegiatan produksi yang ada pada batching plant. Debu-debu yang dihasilkan baik yang berasal dari tumbukan batu agregat, pasir, semen, maupun material lainnya akan menghasilkan debu.

Permasalahan debu tersebut dapat diminimalisir dengan cara melakukan pembasahan menggunakan air pada sekitar lokasi batching plant. Hal disebabkan lingkungan yang basah akan menyulitkan material seperti debu untuk berterbangan.

4.13 Asphalt Mixing Plant

Salah satu komponen penting pada struktur jalan adalah beton aspal atau laston aspal. Laston aspal biasa diproduksi di sebuah mesin besar bernama asphalt mixing plant/ AMP. Pengertian *asphalt mixing plant* adalah suatu tempat yang terdiri dari beberapa alat- alat berat dan mesin yang berfungsi untuk memproduksi beton aspal / hotmix dalam skala besar. Kapasitas produksi dari AMP sangat tergantung dari jenis & spesifikasi alat. Adapun jenis- jenis aspal yang dapat diproduksi oleh asphalt mixing plant antara lain AC-BC, AC-WC, AC-Base & lain- lain. Asphalt mixing plant biasa digunakan pada proyek jalan yang mempunyai kebutuhan hotmix sangat besar. Karena untuk membangun asphalt mixing plant diperlukan peralatan dan biaya yang besar. Perlu perhitungan khusus untung dan rugi jika membangun *asphalt mixing plant* atau AMP. Apabila proyek jalan dengan kebutuhan hotmix sedikit sebaiknya beli jadi saja hotmix ke AMP lain. Adapun pengertian secara mendetail asphalt mixing plant adalah gabungan dari beberapa alat mekanik & elektronik yang digunakan untuk mencampur beberapa fraksi agregat dengan aspal drum atau aspal curah sehingga menghasilkan campuran beton aspal yang dapat digunakan untuk struktur jalan atau sesuai kebutuhan.

4.14 Jenis Asphalt Mixing Plant

Terdapat 3 jenis asphalt mixing plant antara lain AMP batch plant (jenis takaran), AMP drum mix (jenis drum pencampur) & AMP continuous plant (menerus). Namun AMP yang banyak digunakan di Indonesia adalah AMP jenis takaran & AMP jenis drum pencampur. Berikut penjelasannya :

4.14.1 Asphalt Mixing Plant Jenis Takaran

Merupakan jenis AMP timbangan dimana komposisi bahan dalam campuran beraspal sudah ditentukan berdasarkan berat masing- masing bahan. Proses pencampuran aspal pada AMP jenis takaran ini dimulai dengan penimbangan agregat,

bahan pengisi (*filler*) jika diperlukan & aspal sesuai dengan komposisi yang ditentukan berdasar job mix formula & dicampur pada *pugmill* dalam waktu tertentu. Pengaturan bukaan pintu bin dingin dilakukan untuk menyesuaikan gradasi fraksi agregat dengan rencana komposisi campuran agar aliran fraksi agregat dari bin dingin ke bin panas dapat berjalan lancar & sesuai dengan rencana komposisi campuran.

Asphalt mixing plant jenis takaran (*batch plant*) mempunyai perbedaan di kelengkapan peralatan dibanding AMP jenis drum pencampur. AMP jenis takaran mempunyai saringan panas (*hot screen*), bin panas (*hot bin*), timbangan (*weight hopper*) & pencampur (*pugmill/mixer*). Sedangkan AMP jenis drum pencampur tidak memiliki.



Gambar 4.29
Asphalt Batching Plant

4.14.2 Asphalt Mixing Plant Jenis Drum Pencampur

Asphalt Mixing Plant / AMP Jenis Drum Pencampur (*Drum Mix*) merupakan jenis AMP dimana komposisi bahan dalam campuran ditentukan berdasarkan berat masing-masing bahan yang diubah ke dalam satuan volume atau dalam aliran berat per satuan waktu. AMP jenis pencampur drum, agregat panas langsung dicampur dengan aspal panas di dalam drum pemanas atau di dalam silo pencampur di luar drum pemanas.

Penggabungan agregat dilakukan dengan cara mengatur bukaan pintu pada bin dingin & pemberian aspal ditentukan berdasarkan kecepatan pengaliran dari pompa aspal.



Gambar 4.30
Asphalt Drum Mix Plant

4.14.3 Asphalt Mixing Plan Jenis Menerus

Asphalt Mixing Plant / AMP Jenis Menerus (Continuous) merupakan jenis AMP yang jarang digunakan pada proyek - proyek jalan karena memiliki beberapa kekurangan antara lain :

- 1) Gradasi agregat kurang terjamin kesesuaiannya dengan rencana pada job mix formula. hal ini dikarenakan pengontrolan hanya bisa dilakukan dari bukaan pintu bin dingin saja. Tidak ada pengontrol kedua seperti pada jenis AMP Takaran.
- 2) Pengaturan jumlah pasokan agregat kurang teliti kalau hanya mengandalkan pengaturan bukaan pintu bin dingin saja tanpa ada alat kontrol lain seperti pengontrol kecepatan ban berjalan.
- 3) Jumlah pasokan aspal yang diberikan saat pencampuran dengan agregat panas sangat tergantung dari viskositas aspal. Jika terjadi penurunan temperatur aspal maka akan

menyebabkan jumlah aspal yang diberikan tidak sesuai dengan kadar aspal optimum.

- 4) Temperatur campuran aspal kadang terjadi penyimpangan.

Untuk keperluan produksi hotmix pada proyek jalan, biasanya digunakan AMP jenis takaran. Oleh karena itu kita akan fokus membahas lebih detail mengenai AMP jenis takaran (*batch plant*).



Gambar 4.31
Continuous Asphalt Mixing Plant

4.15 Bagian-Bagian Dari Asphalt Mixing Plant

Asphalt mixing plant rata-rata mempunyai kapasitas produksi maksimum 50 ton/ jam. Khusus untuk jenis AMP takaran, Semakin besar kapasitas batch maka produktivitas semakin meningkat. Berikut ini bagian-bagian dari asphalt mixing plant yang menjadi satu kesatuan unit produksi hotmix :

- 1) *Tempat Penyimpanan Aspal.*
Berfungsi sebagai penyimpanan aspal. Sering disebut dengan ketel. Aspal drum akan dimasukkan ke dalam ketel kemudian dipanaskan sehingga aspal dalam drum akan mencair.
- 2) *Cold Bin (Bin dingin).*
Berfungsi sebagai penampungan material agregat dari berbagai fraksi. Biasanya terdapat 4 bin atau bak

penampungan sesuai dengan jumlah fraksi. Masing- masing bin mempunyai pintu bukaan yang akan mengatur komposisi material.

3) *Hot Bin* (Bin Panas).

Bin panas atau hot bin adalah tempat penampungan agregat panas setelah lolos dari saringan panas. Agregat panas yang lolos dari saringan panas tersebut masing-masing fraksinya akan mengisi ruangan sendiri – sendiri yang sudah terpisah di dalam bin panas. Jadi di dalam bin panas ini ada dinding – dinding pemisah yang memisahkan tiap fraksi agregat panas. Pada umumnya untuk peralatan pencampur aspal panas (AMP) tipe takaran atau batch tipe bin panasnya terbagi menjadi 4 ruangan terpisah masing-masing diperuntukkan penampungan masing-masing fraksi agregat sendiri – sendiri hasil dari penyaringan. Kapasitas masing-masing ruangan (*compartment*) disesuaikan dengan persentase komposisi campuran agregat dalam campuran aspal panasnya, dikaitkan dengan kapasitas produksi peralatan pencampur aspal panas (AMP).

4) *Hopper* (Corong tuang).

Berfungsi untuk menimbang berat agregat panas dari hot bin. Hopper terletak di bawah hot bin dan di atas pugmill.

5) *Cold Elevator* (Elevator dingin).

Berfungsi untuk membawa agregat dingin dari cold bin.

6) *Hot Elevator* (Elevator panas).

Elevator panas atau *hot elevator* berfungsi sebagai pembawa agregat panas yang keluar dari silinder pengering atau dryer ke saringan (ayakan) panas atau hot screening unit untuk dipilah-pilah sesuai ukuran fraksi masing-masing. Elevator panas ini berupa mangkok-mangkok atau bucket-bucket kecil yang dipasang pada rantai yang berputar naik ke atas, dimana setelah sampai diatas agregat panas yang berada dalam mangkok-mangkok kecil tadi ditumpahkan ke atas ayakan panas untuk dipisah-pisah

sesuai ukuran fraksinya. Elevator panas ini mempunyai penutup (rumah pelindung) yang berfungsi sebagai pelindung terhadap kehilangan panas dari agregat panas yang dibawanya sekaligus menjaga debu-debu.

7) *Silo*.

Adalah silinder vertikal untuk menyimpan campuran aspal dari mierz yang tertutup rapat untuk menghindari terjadinya oksidasi yang dapat mengakibatkan campuran menjadi keras.

8) *Feeder* (Pemasok).

Berfungsi untuk memasok agregat dari bin dingin menuju alat pengering (dryer)

9) *Filler Storage* (Penampungan bahan pengisi).

Berfungsi untuk menyimpan bahan pengisi (filler) sebelum diolah menjadi aspal hotmix.

10) *Belt Conveyor*.

Berfungsi untuk memasok agregat dari cold bin.

11) *Pugmill* (Pencampur).

Di dalam pencampur atau *pugmill* ini semua material (dalam keadaan panas) yaitu agregat & aspal dicampur untuk menghasilkan produk berupa campuran aspal panas atau hotmix. Semua material dalam keadaan panas dicampur (diaduk) di dalam pugmill dengan menggunakan lengan-lengan pengaduk atau pedal – pedal (*paddle*) dengan *paddle* tip diujungnya yang dipasang pada 2 poros berputar berlawanan arah (*twin shaft*). Poros tersebut diputar oleh motor listrik. Untuk dapat menghasilkan campuran yang baik, pedal dengan tipnya harus dalam keadaan baik, serta ruang bebas (*clearance*) antara ujung tip dengan dinding tidak lebih dari 1,5 kali ukuran agregat yang paling besar, atau tidak lebih besar dari 2 cm, kecuali apabila ukuran nominal maksimum agregat yang digunakan lebih besar dari 25 cm. Proses pencampuran dapat dibagi menjadi 2 jenis pencampuran, yaitu pencampuran kering dan

pencampuran basah. Pencampuran kering dimaksud adalah pengadukan agregat dari berbagai fraksi yang dituangkan dari weight bin. Pencampuran basah adalah pengadukan selama (setelah) dicampur dengan aspal panas. Waktu pengadukan pada umumnya tidak terlalu lama, ± 45 detik. Waktu pengadukan apabila terlalu cepat akan mengakibatkan pencampuran kurang sempurna, permukaan agregat ada yang tidak terselimuti aspal. Sedangkan apabila terlalu lama akan mengakibatkan penurunan temperature campuran aspal panasnya disamping itu juga penurunan kapasitas produksinya. Bisa juga berakibat segregasi karena campuran butiran halus akan terkumpul pada bagian dasar pugmill. Hasil pencampuran berupa campuran aspal panas dari pugmill langsung dituangkan ke atas bak truk pengangkut. Temperatur dari agregat panas yang berada di dalam pugmill harus sekitar 175°C . Kondisi ini diperlukan untuk dapat memperoleh temperature campuran beraspal panas (hotmix) $\pm 150^{\circ}\text{C}$, maksimum 165°C . Temperatur agregat panas tidak boleh terlalu tinggi untuk mencegah aspal yang disemprotkan ke atas agregat terbakar. Untuk pembuatan campuran aspal panas pada umumnya diperlukan juga tambahan bahan pengisi atau *filler*. Bahan pengisi ini tidak dipanaskan (temperature udara luar).

12) *Burner* (pengapian).

Berfungsi untuk memanaskan dan mengeringkan agregat pada pengering maupun membakar aspal dalam tangki penyimpanan.

13) *Air Lock Damper* (Pengatur udara).

Berfungsi untuk mengatur udara saat dilakukan pengapian (burner)

14) *Timer* (Pengatur waktu).

Berfungsi untuk mengatur lama pencampuran kering dan basah campuran beraspal di dalam alat pencampur.

15) *Drum Dryer* (pengering).

Berfungsi sebagai pemanas dan pengering agregat. Suhu agregat dapat mempengaruhi suhu campuran. Alat ini bergerak berputar dan pada bagian dalamnya terdapat aliran gas yang berfungsi untuk mengeringkan agregat. Drum diletakkan miring dengan bagian ujung bawah terdapat pembakaran (burner) drum untuk pengering agregat.

16) *Vibrator* (penggetar).

Berfungsi sebagai alat penggetar yang diletakkan pada pintu bukaan bin dingin dan saringan panas.

17) *Dust Collector* (Pengumpul debu).

Pengumpul debu atau *dust collector* ini merupakan komponen yang selalu harus ada untuk menjaga kebersihan udara & lingkungan dari debu-debu halus yang ditimbulkan selama proses AMP berjalan. Ada 2 jenis pengumpul debu atau *dust collector*, yaitu :

a) Jenis kering atau *dry cyclone*, dimana debu-debu dari buangan silinder pengering atau dryer dihisap ke dalam silo cyclone & diputar sehingga partikel yang berat akan turun ke bawah sedangkan udara yang sudah tidak mengandung partikel debu lagi akan dikeluarkan melalui cerobong. Partikel yang berat tersebut sering digunakan sebagai filler juga.

b) Jenis basah atau *wet scrubber*, dimana pada jenis ini debu-debu yang terbawa udara buangan dari dryer dialirkan ke dalam suatu bak atau ruangan & disemprot air, sehingga partikel-partikel debunya akan terbawa air turun & ditampung dalam bak-bak penampung. Udara yang keluar sudah bersih dari debu-debu & keluar melalui cerobong asap.

18) *Cold Bin Gate* (Pintu bukaan bin dingin).

Berfungsi untuk mengeluarkan agregat dari bin dingin.

19) *Screen* (saringan).

Berfungsi untuk mengelompokkan butiran agregat sesuai dengan kelompok ukura (fraksi)

- 20) *Hot Screen* (Saringan Panas).
Berfungsi pada saat proses unit saringan agregat panas.
- 21) *Weight Bin* (Bin penimbang).
Berfungsi sebagai tempat menampung sekaligus menimbang agregat dari setiap fraksi agregat yang dibutuhkan untuk tiap kali pencampuran atau batch sebelum dioperasikan bin penimbang harus dipemeriksaan kelayakan oleh jawatan meteorologi yang dibuktikan dengan sertifikat pemeriksaan kelayakan. Di bagian bawah bin terdapat pintu pengeluaran yang bisa dibuka dan ditutup secara manual atau secara otomatis. Pintu pengeluaran ini akan dibuka untuk mengeluarkan agregat panas yang ditampung di dalamnya setelah pencampur atau pugmill kosong (campuran yang diproses sebelumnya telah dikeluarkan).
- 22) *Thermostat*.
Berfungsi untuk mengatur temperatur suhu yang tidak menggunakan air raksa.
- 23) Bin Penimbang (*Weight Bin*).
Bin penimbang atau *weight bin* adalah bin tempat menampung sekaligus menimbang agregat dari setiap fraksi agregat yang dibutuhkan untuk tiap kali pencampuran atau *batch* sebelum dioperasikan bin penimbang harus diperiksa kelayakan oleh jawatan meteorologi yang dibuktikan dengan sertifikat pemeriksaan kelayakan. Di bagian bawah bin terdapat pintu pengeluaran yang dapat dibuka & ditutup secara manual atau secara otomatis. Pintu pengeluaran ini akan dibuka untuk mengeluarkan agregat panas yang ditampung di dalamnya setelah pencampur atau pugmill kosong (campuran yang diproses sebelumnya telah dikeluarkan).
- 24) *Asphalt Control Unit*.
Seluruh kegiatan operasi unit peralatan pencampur aspal panas (AMP) dikendalikan dari ruang pengontrol atau

control room ini. Ada 3 (tiga) cara pengendalian operasi yang dikenal, yaitu :

a) Cara manual,

Pada pengendalian operasi cara manual, pengaturan / pengoperasian komponen atau bagian-bagian peralatan pencampur aspal panas (AMP) dilakukan dengan mengatur sakelar atau tombol menggunakan tangan. Yaitu pengaturan pemasokan agregat, aspal, pembakaran pada burner, penimbangan, pencampuran serta pengeluaran campuran dari pencampur atau pugmill.

b) Cara semi otomatis,

Pada pengendalian secara semi otomatis, beberapa pengaturan pembukaan & penimbangan masih dikontrol secara manual, termasuk bukan pintu pengeluaran pugmill.

c) Cara otomatis,

Pengendalian operasi secara otomatis, maka semua operasinya sudah diatur secara otomatis dengan sistem komputerisasi, termasuk control apabila ada kesalahan – kesalahan atau ketidakcocokan & ketidaklancaran operasi dari satu atau beberapa bagian kegiatan / operasi, misalnya temperature agregat panas rendah maka terkontrol pada burnernya, misalnya ditingkatkan pemanasannya. Pada pengendalian operasi secara otomatis harus lebih teliti pengamatan alat-alat ukurnya serta hubungan-hubungan sirkuit dari peralatan pencampur aspal panas (AMP) ke ruang pengendalian, karena besaran – besaran yang sudah diprogram dapat saja mempunyai kesalahan akibat sirkuit yang terganggu, sehingga kemungkinan produk akhir berada di luar spesifikasi yang telah dirancang atau diformulasikan sebelumnya.

BAB V PERALATAN BERAT UNTUK KONSTRUKSI LAINNYA

5.1 Scrapper

Alat ini digunakan untuk menggali muatannya sendiri, lalu mengangkut ke tempat yang ditentukan, kemudian muatan itu disebarkan dan diratakan. Scrapper mampu menggali/mengupas permukaan tanah sampai setebal + 2,5 mm atau menimbun suatu tempat sampai tebal minimum + 2,5 mm pula. Scrapper dapat digunakan untuk memotong lereng tanggul atau lereng bendungan, menggali tanah yang terdapat diantara bangunan beton, meratakan jalan raya atau lapangan terbang. Efisiensi penggunaan *scrapper* tergantung pada :

- 1) Kedalaman tanah yang digali;
- 2) Kondisi mesin;
- 3) Operator yang bekerja.

Jika ditinjau dari penggerakannya, jenis scrapper ada 2 (dua) macam yakni :

- 1) Scrapper yang ditarik buldoser (*down scrapper tractor*);
- 2) Scrapper yang memiliki mesin penggerak sendiri (*self propelled scrappers*).

Down scrapper tractor adalah jenis scrapper kuno, Scrapper ini bekerja dengan ditarik oleh buldoser atau traktor sehingga punya kapasitas produksi yang kecil, sebab gerakan buldoser sebagai alat penarik sangat lamban, dan jarak angkut yang ekonomis kurang dari 67 m.

Self propelled scrappers adalah jenis scrapper yang modern dan saat ini banyak digunakan. Scrapper ini memiliki mesin penggerak khusus sehingga gerakannya gesit dan lincah. Produksi self propelled Scrappers dapat tinggi, jika digunakan untuk mengangkut jarak yang sedang (+ 5 km) efektivitasnya

dapat menyaingi truk, baik itu dalam produksi biaya tiap ton / m^3 maupun kecepatannya; bentuk *self propelled scrappers* terdapat pada Gambar 5.1 dibawah ini.



Gambar 5.1
Self Propelled Scrappers

5.2 Pompa Beton

Pompa beton / concrete pump adalah alat yang digunakan untuk mendorong hasil cairan beton yang sudah diolah dari mixer truck.

Biasanya concrete pump digunakan untuk mengecor lempengan beton, lantai basement, atau bisa juga pondasi dasar kolam renang.

Intinya adalah concrete pump digunakan untuk mengerjakan pengecoran yang sulit dilakukan secara manual.

5.2.1 Concrete Pump Standart

Inilah jenis concrete pump yang sering digunakan untuk konstruksi, keuntungannya yaitu tidak dibutuhkan lahan yang luas untuk operasionalnya apalagi boom atau lengan robot, untuk transfer beton cor, juga cukup panjang.

Sehingga memungkinkan untuk memindahkan beton cor dengan lebih efisien. Berikut ini ukuran dari concrete pump jenis standart : panjang boom mencapai 18 hingga 21 meter, lebar kendaraan / truk ialah 2,8 meter dengan panjang 8,2 meter.



Gambar 5.2
Concrete Pump Standart

5.2.2 Mini Concrete Pump

Seperti namanya, concrete pump mini berukuran kecil hingga mudah diaplikasikan di tempat yang sulit dijangkau sekalipun. Ukurannya ialah panjang boom atau lengan mencapai 9 hingga 12 meter, lebar kendaraan / truk ialah 2,4 meter dengan panjang 7 meter.



Gambar 5.3
Mini Concrete Pump

5.2.3 Longboom Concrete Pump

Ukuran truk untuk jenis pump ini sesuai standart. Yang membuatnya unik ialah panjang dari boom atau lengannya. Berikut ini ukuran concrete pump longboom : panjang boom

atau lengan mencapai 27 meter lebar kendaraan atau truk ialah 2,8 meter dengan panjang 12 meter (Zainuri, A.M., 2009).



Gambar 5.4
Longboom Concrete Pump

5.2.4 Super Longboom Concrete Pump



Gambar 5.5
Super Longboom Concrete Pump

Dari beberapa jenis concrete pump sebelumnya, super longboom concrete pump memiliki boom atau lengan yang lebih panjang. Sehingga dapat digunakan untuk lokasi konstruksi, pada bangunan yang memiliki 5 hingga 6 lantai. Berikut ukuran super longboom concrete pump : panjang boom atau lengan mencapai 32 hingga 36 meter, lebar kendaraan atau truk ialah 2,8 meter dengan panjang kendaraan 12 meter.

5.2.5 Master Longboom Concrete Pump

Seperti namanya, keunggulan dan keunikan dari jenis concrete pump ini adalah lengannya yang sangat panjang. Berikut ukuran detailnya : panjang boom atau lengan mencapai 46 meter, lebar kendaraan ialah 2,8 meter dengan panjang 12 meter.



Gambar 5.6
Master Longboom Concrete Pump

5.2.6 Portable Concrete Pump

Sering pula disebut dengan pompa kodok yang mampu mendistribusikan beton cor ke lokasi konstruksi. Panjang yang dapat dijangkau untuk mentransfer beton cor ialah 500 meter secara horizontal. Dan untuk ketinggian, mampu mencapai lantai 10 sebuah gedung bertingkat.



Gambar 5.7
Portable Concrete Pump

5.3 Clamshell

Alat berat *clamshell* adalah alat berat sejenis tali derek dan digunakan untuk mengangkat material. Mesin ini digunakan untuk mengerjakan material curah seperti pasir, kerikil, lumpur, dan lainnya. Operasi terdiri dari mengisi ember, mengangkatnya secara vertikal. Kemudian alat ini akan mengangkatnya ke lokasi yang diinginkan di mana lalu akan dibuang ke kendaraan lain atau disimpan. *Bucket clamshell* sendiri memiliki banyak ukuran dan tersedia dalam dua jenis yaitu *bucket* berat dan *bucket* ringan. *Bucket* berat biasanya digunakan untuk menggali dan dilengkapi dengan gigi yang dapat dilepas. Sedangkan ember ringan adalah ember yang digunakan untuk mengangkat material ringan. Oleh karena itu, alat ini tidak dipasang gigi-gigi.

Kapasitas *bucket* pada *clamshell* bucket dibagi menjadi 3 ukuran, yaitu *water level capacity*, *plate line capacity* dan juga *heaped capacity*. *Water level capacity* adalah ember dengan kapasitas yang memungkinkan ember mengapung di permukaan air. Adapun kapasitas *plate line* adalah ember yang dapat diisi secara merata dalam garis lurus di sepanjang bagian atas perumahan. Terakhir kapasitas *heaped* adalah ember dengan *volume* dan akumulasi yang cukup. Saat menggunakan *bucket clamshell*, Anda harus memperhatikan

bahwa proses penggalian dan pengangkutan sangat bergantung pada beban ember dan kapasitasnya. Selain itu, jangkauan pegangan tergantung pada panjang *boom*. Jika Anda ingin memaksimalkan daya angkat, Anda harus menjaga *boom* sesingkat mungkin untuk menjaga stabilitas alat berat. Sehingga fungsinya bisa dimaksimalkan dengan baik untuk berbagai kebutuhan konstruksi.



Gambar 5.8
Clamshell

5.3.1 Cara Kerja Clamshell

Bucket clamshell adalah alat penggali yang mirip dengan tali derek karena Anda hanya perlu mengganti ember. *Clamshell* terutama digunakan untuk pengolahan bahan curah, seperti pasir, kerikil, lumpur dan material konstruksi lainnya.

Batu pecah dan batu bara juga dapat diangkut dalam jumlah besar dengan grab ini. Alat berat Clamshell bekerja dengan mengisi ember, mengangkatnya secara vertikal ke atas, kemudian memutarkannya dan mengangkutnya ke posisi yang diinginkan di sekitarnya.

Kemudian material tersebut akan dibuang ke truk atau kendaraan lain, atau sekadar disimpan. Karena metode pengangkatan dan pembongkaran vertikal, bucket clamshell cocok untuk pekerjaan pengisian pada hopper yang lebih tinggi.

Berat ember sangat mempengaruhi kemampuan menggali clamshell. Misalnya, ember berat dapat menggali tanah yang cukup keras kecuali jika substratnya dipadatkan, tetapi berat ember meningkatkan beban, mengurangi kegunaannya.

Bucket ringan dapat bekerja lebih cepat tetapi tidak mampu menggali tanah yang keras dan akan cepat pecah jika ditekan. Kemudian dapat digunakan dengan ember sedang atau ember serbaguna yang biasa digunakan.



Gambar 5.9
Ragam – ragam bucket clamshell

5.4 Dragline

Dragline adalah alat untuk menggali tanah dan memuatkan pada alat-alat angkut. misalnya truk atau ke tempat penimbunan yang dekat dengan tempat galian. Untuk beberapa proyek. Dragline digunakan untuk menggali, tetapi dalam beberapa hal, dragline mempunyai keuntungan yang umumnya disebabkan oleh keadaan medan dan bahan yang perlu digali. Dragline biasanya tidak perlu masuk ke dalam tempat galian

untuk melaksanakan pekerjaannya, dragline dapat bekerja dengan ditempatkan pada lantai kerja yang baik, kemudian menggali pada tempat yang penuh air atau berlumpur jika hasil galian terus dimuat ke dalam truk, maka truk tidak perlu masuk ke dalam lubang galian yang kotor dan berlumpur yang menyebabkan teriebaknya truk tersebut.



Gambar 5.10
Dragline

Dragline sangat baik untuk penggalian pada parit-parit, sungai yang tebingnya curam, sehingga kendaraan angkut tidak perlu masuk ke lokasi penggalian. Satu kerugian dalam menggunakan dragline untuk menggali ialah produksinya yang rendah, antara 70% – 80% dibandingkan dengan power shovel untuk ukuran yang sama.

Macam dragline ada 3 (tiga) tipe, yaitu :

1. Crawler mounted;
2. Wheel mounted;
3. Truck mounted.

Crawler mounted digunakan pada tanah-tanah yang mempunyai daya dukung kecil sehingga floating-nya besar, tetapi kecepatan geraknya rendah dan biasanya diperlukan

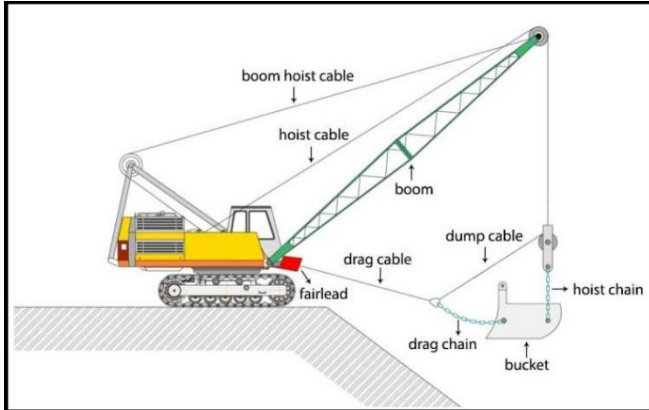
bantuan alat angkut untuk membawa alat sampai ke lokasi pekerjaan.

5.4.1 Cara Kerja Dragline

Dragline beroperasi dengan cara yang berbeda dari jenis excavator lainnya. Ada tali pengangkat dan kerekan untuk menaikkan dan menurunkan bucket, lalu menyeretnya ke arah operator. Sistem inilah yang membuat dragline cocok untuk penggalian di bawah air.

- Penggalian dimulai dengan gerakan swing ketika bucket dalam kondisi kosong menuju posisi menggali;
- Pada saat yang sama, drag cable dan hoist cable dikendorkan, sehingga bucket jatuh tegak lurus ke bawah.
- Sampai di tanah, drag cable ditarik, hoist cable digerakkan agar bucket bisa mengikuti permukaan tebing galian, sehingga kedalaman lapisan tanah yang terkikis dalam satu pass dapat teratur dan terkumpul dalam bucket.
- Kadang-kadang hoist cable dikunci saat penggalian. Berarti ketika drag cable ditarik, bucket bergerak mengikuti lingkaran yang berpusat pada ujung boom bagian atas. Dengan cara ini, tekanan gigi bucket ke dalam tanah menjadi maksimal.
- Setelah bucket terisi penuh, sementara drag cable masih ditarik, hoist cable dikunci sehingga bucket terangkat lepas dari permukaan tanah. Ini untuk menjaga agar muatan tidak tumpah, serta menjaga posisi dump cable tetap tegang dan tidak berubah kedudukannya.
- Selanjutnya dilakukan swing menuju alat angkut seperti truck. Sebaiknya truk ditempatkan sedemikian rupa sehingga swing tidak melewati kabin truk.

- Ketika bucket sudah di atas badan truk, drag cable dikendrokan. Bucket akan terjungkir ke bawah, sehingga muatan akan tertuang ke dalam bak truk.



Gambar 5.11
Komponen Dragline

5.5 Power Shovel



Gambar 5.12
Power Shovel

Power shovel (front shovel) terkadang sering disebut sebagai *front shovel* atau *hydraulic shovel*. Alat penggali ini banyak digunakan dalam proyek pertambangan dan penggalian besar. Alat ini mempunyai kapasitas bucket yang sangat besar,

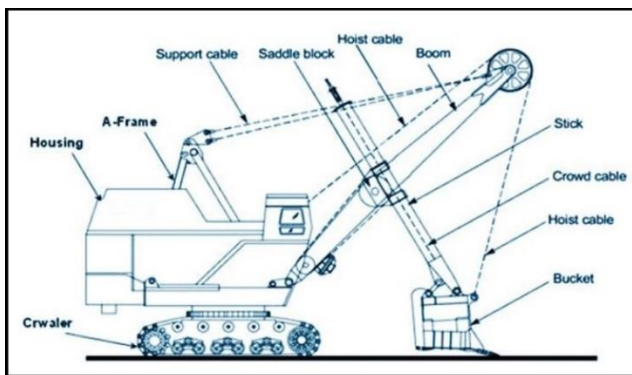
didukung mesin dengan tenaga sangat kuat. Tidak heran jika power shovel termasuk jenis alat berat yang paling kuat untuk kategori excavator.

Dengan memberikan *shovel attachment* pada excavator, maka didapatkan alat yang disebut power shovel. Alat ini bisa melakukan pekerjaan penggalian tanah tanpa bantuan alat lain, sekaligus dapat memindahkan material ke dalam truk atau alat angkut lainnya.

Tidak hanya itu, power shovel juga juga bagus untuk pekerjaan yang membutuhkan pengangkatan material berbobot besar. Misalnya mengangkat bebatuan besar, mineral, batubara, serta material berat lainnya.

Power shovel juga sering digunakan untuk menggali tebing yang letaknya lebih tinggi dari tempat kedudukan alat. Selain itu, bisa digunakan pula untuk membuat timbunan bahan persediaan (*stock piling*). Pada umumnya, power shovel dipasang di atas *crawler mounted*, karena diperoleh keuntungan yang besar antara lain stabilitas dan kemampuan *floatingnya*.

Kendati termasuk alat penggali sistem hidrolik, ada juga power shovel yang bekerja dengan kendali kabel (*cable controlled*). Namun power shovel dengan sistem hidrolik jauh lebih aman.



Gambar 5.13
Komponen Power Shovel

5.5.1 Cara Kerja Power Shovel

Pada dasarnya gerakan-gerakan selama bekerja dengan shovel ialah :

- Maju untuk menggerakkan dipper menusuk tebing;
- Mengangkat dipper / bucket untuk mengisi material;
- Mundur untuk melepaskan dari tanah / tebing;
- Swing (memutar) untuk membuang (dump) material;
- Berpindah jika sudah jauh dan tebing galian;
- Menaikkan / menurunkan sudut boom jika diperlukan.

5.6 Backhoe

Backhoe sering juga disebut pull shovel, yakni shovel yang khusus dibuat untuk menggali material di bawah permukaan tanah maupun di bawah tempat kedudukan alatnya. Galian di bawah permukaan misalnya parit, lubang untuk pondasi bangunan, lubang galian pipa, dan sebagainya.



Gambar 5.14
Back Hoe

Beckhoe dapat melakukan pekerjaan penggalian, sambil mengatur dalamnya galian yang lebih baik. Karena jangkauan konstruksinya, beckhoe lebih menguntungkan untuk penggalian jarak dekat dan memuat hasil galian ke truk.

Berdasarkan alat kendalinya, backhoe dibedakan menjadi dua tipe, yaitu backhoe kendali kabel (cable controlled) dan kendali hidrolis (hydraulic controlled).

Kalau melihat roda penggeraknya, backhoe terdiri atas dua jenis, yaitu roda ban (*wheel mounted*) dan roda rantai (*crawler mounted*).

5.6.1 Cara Kerja Backhoe

Sebelum mulai bekerja, pelajari dulu kemampuan backhoe seperti tertera pada buku manual. Misal jarak jangkauan, tinggi maksimal pembuangan, dan kedalaman maksimal penggalian.

Berikut ini cara kerja backhoe :

- Awalnya, bucket dijulurkan ke depan ke tempat galian;
- Jika sudah berada pada posisi yang diinginkan, bucket diayun ke bawah seperti dicangkulkan. Lengan bucket diputar ke arah alatnya;
- Setelah terisi penuh, bucket diangkat dari tempat penggalian dan dilakukan gerakan swing;
- Material hasil galian bisa dibuang ke dalam bak truk atau tempat lainnya.



Gambar 5.15
Komponen Back Hoe

5.7 Bucket Wheel Excavator

Bucket wheel excavator (BWE) adalah alat berat yang digunakan pada surface mining, dengan fungsi utama sebagai

mesin penggali terus-menerus (*continuous digging machine*) dan dalam skala besar.

Fungsinya mirip excavator, namun prinsip kerjanya sedikit berbeda. BWE mempunyai banyak bucket yang diletakan pada sisi roda raksasa. Jika roda raksasa berputar, bucket akan menggali permukaan tanah secara terus-menerus.

Material pada bucket-bucket ini akan ditumpahkan langsung ke belt conveyer yang berada di lengan BWE. Jadi alat ini cukup lengkap, karena dapat menggali sekaligus memindahkan material.

Komponen utama BWE adalah roda besar berputar yang dipasang pada lengan raksasa. Ujung roda dipasangi bucket dengan gigi-gigi logam di pinggiran bucket yang digunakan untuk menggali tanah.

Bucket akan terus berputar, seiring perputaran roda (wheel) yang dirancang untuk menumpahkan material pada belt conveyer yang terdapat di badan BWE.



Gambar 5.16
Bucket Wheel Excavator

BWE sering disebut sebagai *continuous excavators*, karena bisa menggali terus-menerus tanpa henti. Bucket yang terus berputar akan memberikan tingkat penggalian maksimal,

dan tidak membutuhkan alat angkut tambahan seperti dump truck.

Sebab material yang digali dapat langsung diangkut oleh *belt conveyor*.

Ini jelas sangat menguntungkan, sebab lebih efisien dan efektif. Namun harga BWE sangat tinggi, dan hanya cocok digunakan di tanah yang relatif lunak. Umumnya BWE digunakan di tambang batubara.

5.8 Gantry Launcher

Dalam proses konstruksi LRT (*Light Rail Transit*) atau Lintas Rel Terpadu Jabodebek (Jakarta Bogor Depok Bekasi), pemasangan gelagar seperti *Pierhead* maupun *U-Shaped Girder* dilakukan dengan menggunakan 2 (dua) jenis alat yang berbeda, yaitu *Crane* dan *Gantry Launcher* yang lebih dikenal dengan nama *Launching Gantry*.

Pada dasarnya, kedua alat tersebut memiliki fungsi yang sama, yaitu sebagai alat pemasangan gelagar.

Namun, ternyata terdapat banyak perbedaan di antara keduanya.



Gambar 5.17
Gantry Launcher

5.8.1 Perbedaan Crane & Gantry Launcher



Gambar 5.18
Crane

Crane merupakan salah satu alat berat yang digunakan sebagai alat pengangkat dalam proyek konstruksi. *Crane* bekerja mengangkat material yang akan dipindahkan secara horizontal, kemudian menurunkan material di tempat yang diinginkan. Keuntungan dari *crane*, yaitu memiliki mobilisasi yang lebih mudah dan jarak jangkauan *crane* pun dapat mencapai hingga puluhan meter. Kinerja *crane* juga lebih murah dan cepat. Namun, mobilisasinya tidak bisa di semua tempat dan jam kerjanya hanya pada malam hari. Ini dikarenakan kinerja *crane* yang bergerak, membuatnya membutuhkan medan yang tidak mengganggu khalayak.

Sedangkan untuk *Launching Gantry*, posisinya stabil dan membuatnya tidak membutuhkan ruang yang terlalu besar. Walau *Launching Gantry* lebih mahal dan pekerjaannya membutuhkan waktu lebih lama, tapi posisi stabil ini membuatnya tidak mengganggu kegiatan pekerjaan di sekitarnya. Kinerja *launching gantry* juga luas, yaitu 2,5 km ke depan dan 2,5 km ke belakang. Total jangkauannya mencapai 5

km. Sebenarnya jangkauannya bisa lebih jauh dari pada itu, namun semua itu bergantung dari efisiensi waktu dan barang yang diangkut.

Alat launching gantry ini berfungsi dalam pengangkatan (lifting) balok jembatan tipe box girder. Instalasi ini menggunakan teknologi tingkat tinggi, sehingga bisa menjadi akselerator pembangunan sebuah infrastruktur.

Alat launching gantry yang digunakan ini bisa langsung mengangkat beberapa produk sekaligus sehingga pemasangan beton pracetak jadi efektif.

5.8.2 Instalasi Girder Dengan Gantry Launcher.

Launching gantry memiliki bagian bernama master winch yang berfungsi untuk mengangkat (lifting) box girder. Master winch tersebut dapat bergerak naik-turun, kanan-kiri, dan depan-belakang.

Pelaksanaan instalasi box girder dengan alat launching gantry ini dilakukan di atas pier head atau pilar, dengan pertamanya meluncurkan girder dari span satu menuju span yang dituju menggunakan metode launching yang digerakkan menggunakan sistem hidrolis.

Setelah girder sampai pada posisi launching gantry, kemudian master winch yang membawa box girder tersebut bergerak secara transversal menuju bearing pad dimana girder tersebut akan diletakkan.

Setelah pekerjaan erection girder atau pengangkatan pada satu span tersebut selesai, dilanjutkan dengan perapatan (joint segmen), setelah semua segmen tersambung dilanjutkan dengan pekerjaan stressing per span nya, lalu setelah stressing satu span selesai, dilanjutkan dengan proses launching menuju span berikutnya.

5.9 Feller Bunchers

Feller Buncher adalah alat berat penebang pohon yang digunakan untuk menebang pohon besar di bidang konstruksi.



Gambar 5.19
Feller Bunchers

Jenis alat berat ini digunakan untuk menebang pohon dan mengambilnya tanpa menebang, juga mengumpulkan semua pohon yang ditebang di satu tempat yang memudahkan pekerjaan *loader & dump truck*.

5.10 Telehandlers

Telehandler adalah peralatan pengangkat yang digunakan dalam konstruksi untuk mengangkat material berat hingga ketinggian yang dibutuhkan atau untuk menyediakan platform konstruksi bagi pekerja di ketinggian yang lebih tinggi & lain-lain.



Gambar 5.20
Telehandlers

Alat ini berisi boom teleskopik panjang yang dapat dinaikkan atau diturunkan atau diteruskan. Berbagai jenis pengaturan seperti forklift, bucket, kabin, lift jib, dll. Dapat dipasang di ujung boom teleskopik berdasarkan kebutuhan pekerjaan.

5.11 Trenchers

Mesin parit atau parit digunakan untuk menggali parit di tanah. Parit ini umumnya digunakan untuk peletakan pipa, peletakan kabel, keperluan drainase & lain - lain. Mesin parit tersedia dalam dua jenis yaitu parit rantai & parit beroda.



Gambar 5.21
Trenchers

5.12 Ripper Bucket



Gambar 5.22
Ripper Bucket

Ripper adalah traktor dengan fungsi utama sebagai bajak, ripper memiliki batang baja berujung lancip (blade) yang sengaja dipasang pada bagian belakang bulldozer (traktor) untuk mengemburkan, memecahkan atau pun membajak lapisan batuan dan material lainnya yang bersifat keras.

BAB VI

BIAYA OPERASIONAL PERALATAN BERAT

6.1 Pendahuluan

Bonafiditas suatu perusahaan kontruksi tergantung dari asset-aset yang di milikinya. Salah satunya adalah alat berat. Alat berat yang dimiliki sendiri oleh perusahaan kontruksi akan sangat menguntungkan dalam memenangkan tender proyek kontruksi dan menyelesaikan proyek yang dikerjakan. Akan tetapi dalam kepemilikan alat berat perlu suatu pertimbangan, apakah perusahaan akan menggunakannya secara kontinu atau tidak. Hal ini berkaitan dengan biaya pengadaan alat berat yang tinggi. Jika alat berat di gunakan secara terus menerus maka kepemilikan alat akan menjadi beban perusahaan. Pertimbangan lain yang harus di perhatikan adalah bahwa umumnya suatu alat tidak bekerja sendiri, tetapi bekerja bersama alat-alat lain dalam suatu kelompok atau fleet. Jadi, perusahaan kontruksi perlu melakukan analisis untuk melihat apakah lebih menguntungkan jika memiliki suatu alat atau bermacam-macam alat atau mengadakan alat dari pihak luar.

6.2 Sumber Alat Berat

Didalam suatu proyek konstruksi alat-alat berat yang digunakan dapat berasal dari bermacam-macam sumber, antara lain alat berat yang dibeli oleh kontraktor, alat berat yang disewa oleh kontraktor.

6.2.1 Alat Berat Yang Dibeli Oleh Kontraktor

Perusahaan kontruksi dapat membeli alat berat sebagai aset perusahaan. Keuntungan dari pembelian ini adalah biaya pemakaian per jam yang sangat kecil jika alat tersebut dipergunakan secara optimal. Dilihat dari segi keuntungan perusahaan, kepemilikan alat berat merupakan suatu factor yang penting karena kadang-kadang pemilik proyek melihat kemampuan suatu kontraktor berdasarkan alat yang dimilikinya.

6.2.2 Alat Berat Yang Disewa Oleh Kontraktor

Perbedaan dari alat berat yang disewa dengan disewabeli adalah dari lamanya penyewaan. Alat berat yang disewa umumnya dalam jangka waktu yang tidak lama. Biaya pemakaian alat berat sewa adalah yang tertinggi, akan tetapi tidak akan berlangsung lama karena penyewaan dilakukan pada waktu yang singkat.

6.3 Biaya Kepemilikan Alat Berat

Biaya alat berat dapat dibagi di dalam 2 (dua) kategori, biaya kepemilikan alat dan biaya pengoperasian alat. Kontraktor yang memiliki alat berat harus menanggung biaya yang disebut biaya kepemilikan alat berat (*ownership cost*). Pada saat alat berat di operasikan maka akan ada biaya pengoperasian (*operation cost*).

Perhitungan biaya kepemilikan alat berat didasarkan pada ilmu ekonomi rekayasa. Pada ilmu ini uang mempunyai uang terhadap waktu. Sebagai contoh nilai uang sebesar satu juta rupiah saat ini tidak akan sama nilainya dengan beberapa tahun yang akan datang. Atau dapat di katakan terdapat nilai waktu terhadap uang (*time value of money*). Konsep dari nilai waktu terhadap uang di notasikan dengan waktu (*time, t*) & bunga (*interest, i*).

6.3.1 Nilai Waktu Terhadap Uang

Dalam ilmu ekonomi rekayasa dikenal beberapa istilah yang berkaitan dengan kepemilikan alat berat, yaitu nilai pada tahun sekarang (*P, Present*) nilai pada n tahun yang akan datang (*F, Future*), nilai rangkian seragam (*A, Annual*), nilai sisa aset pada tahun ke n (*S, Salvage*) & jumlah tahun (*n*). Hubungan dari istilah-istilah ini adalah sebagai berikut :

- 1) Untuk mencapai nilai uang pada tahun ke n (*F*) dengan mengetahui nilainya pada saat ini (*P*), maka menggunakan rumus :

$$F = P x (1 + i)^n$$

$$F = P \times \left(\frac{F}{P}, i\%, n\right)$$

$(1 + i)^n$ adalah factor jumlah majemuk pembayaran tunggal yang dapat disimbolkan sebagai $(F/P, i\%, n)$.

- 2) Untuk mencari nilai uang pada rangkaian seragam (A) selama n tahun dengan mengetahui nilainya pada saat ini (P) digunakan rumus :

$$A = P \times \left[\frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \right]$$

$$A = P \times (A/P, i\%, n)$$

$\left[\frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \right]$ adalah faktor pemulihan modal yang dapat disimbolkan sebagai $(A/P, i\%, n)$.

- 3) Untuk mencari nilai uang dalam rangkaian seragam (A) selama n tahun dengan mengetahui nilainya pada tahun ke-n (F) digunakan rumus :

$$A = F \times \left[\frac{i}{(1+i)^n - 1} \right]$$

$$A = F \times (A/F, i\%, n)$$

$\left[\frac{i}{(1+i)^n - 1} \right]$ adalah factor dana diendapkan & disimbolkan dengan $(A/F, i\%, n)$.

- 4) Untuk mencari nilai uang pada masa sekarang (P) dengan mengetahui nilai uang pada tahun ke-n (F) dilakukan dengan menggunakan rumus :

$$P = \frac{F}{(1+i)^n}$$

$$P = F \times (P/F, i\%, n)$$

$\frac{F}{(1+i)^n}$ adalah factor nilai sekarang pembayaran tunggal & disimbolkan dengan $(P/F, i\%, n)$

- 5) S adalah nilai sisa suatu alat yang merupakan akibat dari penyusutan alat atau depresiasi, dengan demikian nilai S tidak sama dengan nilai F.

6.3.2 Biaya Kepemilikan Alat Berat

Biaya kepemilikan alat berat terdiri dari beberapa faktor yaitu :

1. Biaya investasi pembelian alat;
2. Depresiasi (penurunan nilai alat yang di sebabkan bertambahnya umur alat);
3. Pajak;
4. Biaya asuransi alat;
5. Biaya untuk menyediakan tempat penyimpanan alat.

a) Depresiasi

Depresiasi adalah penurunan nilai alat yang dikarenakan adanya kerusakan, pengurangan, dan harga pasaran alat. Perhitungan depresiasi diperlukan untuk mengetahui nilai alat setelah pemakaian alat tersebut selama suatu masa tertentu. Selain itu bagi pemilik alat, dengan mengitung depresiasi alat tersebut maka pemilik dapat memperitungkan modal yang akan dikeluarkan di masa alat sudah tidak dapat digunakan dan alat baru arus dibeli.

Dalam pelaksanaannya depresiasi juga dipakai untuk mengitung biaya perawatan alat berat. Ada beberapa cara yang dipakai untuk menghitung depresiasi alat berat. cara tersebut adala sebagai berikut :

1. Metode garis lurus (*straight line method*)
Metode ini merupakan metode termudah dalam perhitungan depresiasi. Hampir semua perhitungan depresiasi menggunakan metode ini. Untuk menghitung depresiasi per taun digunakan rumus berikut :

$$R_k = \frac{1}{n}$$

k adalah tahun depresiasi itu dihitung. Untuk menghitung depresiasi per tahun digunakan rumus sebagai berikut :

$$D_k = \frac{P-S}{n}$$

D_k adalah depresiasi per tahun yang tergantung pada harga alat pada saat pembelian, nilai sisa & umur ekonomis alat (n). Nilai D_k pada metode ini selalu konstan. Nilai buku (*book value*, B_k) dari alat dihitung dengan rumus :

$$B_k = p - kD_k$$

Contoh soal 1 :

Suatu alat berat dibeli dengan harga 500 juta rupiah dengan perkiraan nilai sisa 75 juta rupiah. Alat tersebut memiliki umur ekonomis 5 tahun. Hitunglah depresiasi per tahun & nilai buku alat tersebut dengan menggunakan metode garis lurus ?

Penyelesaian :

Maka depresiasi per tahun menjadi :

$$D_k = \frac{500.000.000 - 75.000.000}{5}$$

$$D_k = \text{Rp } 85.000.000 \text{ per tahun}$$

Nilai buku pada akhir tahun ke- k adalah :

Tabel 6.1
Metode Garis Lurus

k	B_{k-1} (Rp)	D_k (Rp)	B_k (Rp)
0	0	0	500.000.000
1	500.000.000	85.000.000	415.000.000
2	415.000.000	85.000.000	330.000.000
3	330.000.000	85.000.000	245.000.000
4	245.000.000	85.000.000	160.000.000
5	160.000.000	85.000.000	75.000.000

2. Metode penjumlahan tahun (*sum of the years method*)

Metode ini merupakan metode percepatan sehingga nilai depresiasinya akan lebih besar daripada depresiasi yang dihitung dengan metode garis lurus. Pertama kali yang harus dihitung adalah nilai SOY (*sum of years*) dengan menggunakan rumus :

$$SOY = \frac{n(n+1)}{2}$$

Kemudian dicari tingkat depresiasinya dengan menggunakan rumus :

$$R_k = \frac{n-k+1}{SOY}$$

Depresiasi tahunan dihitung dengan rumus :

$$D_k = R_k \times (P - S)$$

Nilai buku pada akhir tahun ke-k adalah :

$$B_k = P - (P - S) \times \left[\frac{k \left(n - \frac{k}{2} \right) + 0,5}{SOY} \right]$$

Contoh soal 2

Untuk contoh kasus soal 1 diatas, hitunglah depresiasi dengan metode penjumlahan tahun & nilai bukunya ?

Penyelesaian :

$$SOY = \frac{5(5+1)}{2} = 15$$

Maka :

Tabel 6.2
Metode Penjumlahan Tahun

K	$D_k(\text{Rp})$	$B_k(\text{Rp})$
0	0	500.000.000
1	141.666.667	358.333.333
2	113.333.333	245.000.000
3	85.000.000	160.000.000
4	56.666.667	103.333.333
5	28.333.333	75.000.000

3. Metode penurunan seimbang (*declining balance method*)

Metode ini menghitung depresiasi per tahun dengan mengalikan nilai buku pada akhir tahun dengan suatu factor. Nilai depresiasi dengan cara ini lebih besar Daripada dengan dua metode sebelumnya. Factor percepatan (R) tersebut berkisar antara 1, 25 per umur alat sampai 2, 00 per umur alat. Tingkat depresiasi di hitung dengan rumus :

$$R = \frac{x}{n}$$

Metode ini disebut sebagai metode penurunan seimbang ganda (*double declining-balance method*)

$$R = \frac{2}{n}$$

Depresiasi tahunan dengan metode ini dihitung dengan rumus :

$$D_k = R (1 - R)^{k-1} \times P$$

Pada awal umur alat, nilai buku pada metode ini berkurang dengan cepat. Nilai buku akhir tahun ke-k dihitung dengan rumus :

$$B_k = R (1 - R)^k \times P$$

Pada perhitungan depresiasi dengan metode ini tidak memperhitungkan nilai sisa alat. Akan tetapi pada akhir perhitungan nilai buku tidak boleh kurang dari perkiraan nilai sisa alat.

Contoh soal 3 :

Dengan kasus soal seperti nomor 1, hitunglah depresiasi dengan metode penurunan seimbang ganda.

Penyelesaian :

$$\begin{aligned} D_1 &= \frac{2}{5} \left(1 - \frac{2}{5}\right)^{1-1} \times 500.000.000 \\ &= 200.000.000 \end{aligned}$$

Bila dibuatkan table, maka :

Tabel 6.3
Metode Penurunan Seimbang

K	D_k (Rp)	B_k (Rp)
0	0	500.000.000
1	200.000.000	300.000.000
2	120.000.000	180.000.000
3	72.000.000	108.000.000
4	33.000.000	75.000.000
5	0	75.000.000

Keterangan :

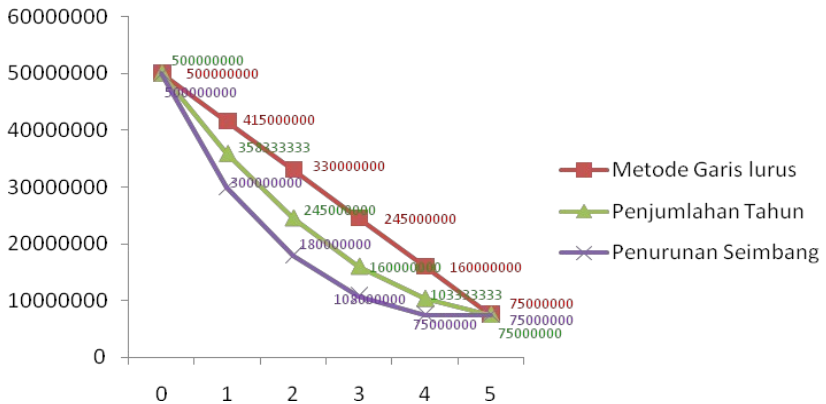
- Pada tahun keempat dengan menggunakan metode penurunan seimbang didapat nilai buku yang kurang dari perkiraan nilai sisa, pada tahun tersebut sebenarnya diperoleh $D_k = \text{Rp } 43.200.000$ sehingga nilai buku menjadi kurang dari $\text{Rp } 75.000.000$. Dengan demikian depresiasi yang diperbolehkan adalah $\text{Rp } 33.000.000$ agar diperoleh nilai buku = nilai sisa.
- Pada tahun kelima, untuk menjaga nilai buku tetap seperti perkiraan nilai sisa maka depresiasinya adalah 0.

Dari penggunaan ketiga metode diatas untuk perhitungan depresiasi, diperoleh perbandingan yang adalah sebagai berikut :

Tabel 6.4
Perbandingan Ketiga Metode

Umur alat (n)	Nilai Buku (Rp)		
	Metode Garis Lurus	Penjumlahan Tahun	Penurunan Seimbang
0	500.000.000	500.000.000	500.000.000
1	415.000.000	358.333.333	300.000.000
2	330.000.000	245.000.000	180.000.000
3	245.000.000	160.000.000	108.000.000
4	160.000.000	103.333.333	75.000.000
5	75.000.000	75.000.000	75.000.000

Grafik perbandingan hasil perhitungan depresiasi



Gambar 6.1 Kurva depresiasi dari 3 metode yang ada

b) Metode Perhitungan Biaya Kepemilikan

Perhitungan biaya kepemilikan per tahun dilakukan dengan 2 (dua) cara yaitu dengan memperhitungkan bunga dan tanpa memperhitungkan bunga. Biaya

kepemilikan per tahun yang memperhitungkan bunga dapat juga ditulis sebagai berikut :

$$A = P (A/P, i\%, n)$$

Jika nilai sisa alat diperhitungkan, maka nilai S pun diubah menjadi nilai tahunan & rumusnya adalah :

$$A = \left(\frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \right) - S \left(\frac{i}{(1+i)^n - 1} \right)$$

Atau jika menggunakan symbol yang ada maka rumusnya adalah :

$$A = P (A/P, i\%, n) - S (A/F, i\%, n)$$

Untuk menghitung biaya kepemilikan tahunan tanpa memperhitungkan bunga ditentukan oleh rumus :

$$A = \frac{P (n + 1)}{2n^2}$$

Jika nilai sisa diperhitungkan :

$$A = \frac{P (n + 1) + S(n - 1)}{2n^2}$$

6.3.3 Biaya Pengoperasian Alat Berat

Biaya pengoperasian alat akan timbul setiap saat alat berat dipakai. Biaya pengoperasian alat berat meliputi biaya bahan bakar, gemuk, pelumas, perawatan dan perbaikan, serta alat penggerak atau roda. Operator yang menggerakkan alat juga termasuk dalam biaya pengoperasian alat. selain itu mobilisasi dan demobilisasi alat juga merupakan biaya operasional alat.

a) Bahan Bakar

Jumlah bahan bakar untuk alat berat yang menggunakan bensin atau solar berbeda-beda. Rata-rata alat berat yang menggunakan bahan bakar bensin 0, 06 gallon per hourse-power (hp) per jam, sedangkan alat berat yang menggunakan bahan bakar solar mengkonsumsi bahan

bakar 0,04 gallon per horse-power (hp) per jam. Nilai yang didapat kemudian dikalikan dengan factor pengoperasian. Rumus penggunaan bahan bakar perjam adalah :

$$\text{Bensin} = 0,06 \times \text{HP} \times \text{eff}$$

$$\text{Solar} = 0,04 \times \text{HP} \times \text{eff}$$

b) Pelumas

Perhitungan penggunaan pelumas perjam (Q_p) biasanya berdasarkan jumlah waktu operasi dan lamanya penggantian pelumas. Perkiraan dihitung dengan menggunakan rumus :

$$Q_p = \frac{f \times \text{hp} \times 0,006}{7,4} + \frac{c}{t}$$

Keterangan :

hp = horse power

c = kapasitas crankcase

t = lama penggunaan pelumas

f = factor pengoperasian

c) Roda

Perhitungan depresiasi alat berat beroda ban dengan alat berat beroda crawler berbeda. Umumnya crawler mempunyai depresiasi sama dengan depresiasi alat sedangkan ban mempunyai depresiasi lebih pendek dari pada umur alat.

d) Pemeliharaan & Perawatan Alat

Perbedaan mendasar dari pemeliharaan dan perawatan adalah pada besarnya pekerjaan. Perbaikan besar akan mempengaruhi nilai depresiasi alat dan umur alat. Perbaikan besar di hitung pada alat. Dilain sisi, perbaikan kecil merupakan pemeliharaan normal yang di hitung pada pekerjaan.

e) Mobilisasi & Demobilisasi Alat

Mobilisasi adalah pengadaan alat ke proyek konstruksi dan demobilisasi adalah pengembalian alat dari proyek setelah alat tersebut tidak di gunakan lagi. Jadi biaya ini merupakan biaya yang di keluarkan untuk mengangkut alat antara proyek atau garasi atau tempat penyimpanan alat.

Contoh soal 4 :

Hitunglah biaya perjam alat beroda crawler dengan ketentuan seperti di bawah ini :

- Mesin diesel 160 hp
- Kapasitas crankcase 6 gal
- Pelumas diganti setiap 100 jam
- Factor pengoperasian 0,6
- Harga alat 400.000.000 rupiah tanpa nilai alat sisa
- Pemakaian gemuk per jam 0,25 kg
- Umur ekonomis alat 5 tahun (1 tahun dipakai 1400 jam)
- Bunga pinjaman, pajak, asuransi 20%
- BBM menggunakan solar @ Rp4500/ liter
- Harga pelumas @Rp120.000/ liter
- Harga gemuk Rp5.000/ kg
- Biaya operator = Rp12.500/ jam
- Harga ban Rp25.000.000 dengan masa pakai 5000 jam dan perbaikan ban 15% dari depresiasi ban.

Pembahasan :

1) Biaya kepemilikan per jam :

- Perhitungan dengan menggunakan tabel suku bunga $A = P (A/P, i, n)$

Dengan menggunakan tabel suku bunga, diperoleh nilai $(A/P, i=20, n=5)$

Diperoleh = 0,334380

Sehingga : $A = 400.000.000 \times 0,334380$

$$\begin{aligned}
&= \text{Rp } 133.752.000 / \text{tahun} \\
&= \text{Rp } 133.752.000 / 1400 \\
&= \text{Rp } 95.538 / \text{jam}
\end{aligned}$$

- Perhitungan tanpa menggunakan tabel suku bunga
Dengan rumus :

$$\begin{aligned}
&= 400.000.000 \times \left[\frac{0,2 (1+0,2)^5}{(1+0,2)^5 - 1} \right] \times \frac{1}{1400} \\
&= \text{Rp } 95.537 / \text{jam}
\end{aligned}$$

2) Biaya pengoperasian per jam :

- Konsumsi BBM

$$\text{Per jam} = 160 \times 0,04 \times 0,6 = 3,9 \text{ gallon}$$

- Konsumsi pelumas

$$\begin{aligned}
\text{Per jam} &= \frac{160 \times 0,6 \times 0,006}{7,4} + \frac{6}{100} \\
&= 0,138 \text{ gallon}
\end{aligned}$$

- Biaya kepemilikan ban per jam

$$\begin{aligned}
\text{Umur ban} &= \frac{5000}{1400} \\
&= 3,57 \text{ tahun}
\end{aligned}$$

$$A_{rata-rata} = \left[\frac{P(n+1)}{2n^2} \right]$$

$$\begin{aligned}
A_{per \text{ jam}} &= \left[\frac{P(n+1)}{2n^2} \right] \times \frac{1}{n \times 1400} \\
&= \frac{25.000.000 (3,75 + 1)}{2 (3,75)} \times \frac{1}{3,73 \times 1400} \\
&= \text{Rp } 3.202 / \text{jam}
\end{aligned}$$

- Biaya perawatan alat berat per jam

Perawatan & pemeliharaan diasumsikan 100% dari depresiasi (metode garis lurus)

$$= 400.000.000 / 5 = \text{Rp } 80.000.000 / \text{tahun}$$

$$= \text{Rp } 80.000.000 / 1400$$

$$= \text{Rp } 57.143$$

➤ Biaya perawatan ban per jam

Biaya perawatan & pemeliharaan diasumsikan 15% dari depresiasi ban (metode garis lurus)

$$= \text{Rp } 25.000.000 / 5000 \times 0,15 = \text{Rp } 750 \text{ per jam}$$

Secara keseluruhan biaya alat berat per jam adalah sebagai berikut :

Tabel 6.5
Biaya Total Alat Berat Per Jam

No	Uraian	Rp / Jam
1	Biaya kepemilikan alat berat	95.538
2	Biaya kepemilikan ban	3.202
3	Pemeliharaan & perawatan	57.243
4	BBM $3,9 \times 3,78541 \times 4500$	66.434
5	Pelumas $0,138 \times 3,78541 \times 80.000$	41.791
6	Gemuk $0,25 \times 5000$	1.250
7	Pemeliharaan ban perawatan ban	750
Biaya total alat berat		226.108

DAFTAR PUSTAKA

- Rochmanhadi dan Suyono. 1982. Alat-Alat Berat Dan Penggunaannya. Jakarta: Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum (YBPPU).
- Rineka Cipta Rostiyanti, S.F. 2014. Alat Berat Untuk Proyek Konstruksi – Edisi kedua. Jakarta: Rineka Cipta
- Wedhanto, S. 2010 Alat Berat dan Pemindahan Tanah Mekanis (Buku Diktat Kuliah Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil Universitas Negeri Malang)
- Zainuri, A.M. 2009. Mesin Pemindah Bahan. Yogyakarta: ANDI