

PENERAPAN EFISIENSI ALAT BERAT PADA *BATCHING PLANT* DALAM MENINGKATKAN PRODUKTIVITAS BETON READY MIX (STUDI KASUS: *BATCHING PLANT*-PT.Prayoga Abudya Sejahtera)

Ilham Surya Pratama¹⁾, Puji Wiranto²⁾, Hikmad Lukman³⁾

ABSTRAK

Batching Plant merupakan alat berat yang digunakan untuk produksi beton *readymix*. Penggunaan alat berat *batching plant* dapat meningkatkan efisiensi dan efektivitas produktivitas perusahaan dalam memproduksi beton *readymix*. Dalam produktivitasnya dibutuhkan peralatan teknis dalam menunjang pendistribusian material beton untuk keberlangsungan produktivitas beton untuk memenuhi kebutuhan proyek konstruksi. Penelitian ini dilakukan di pabrik pembuatan beton *ready mix* PT.Prayoga Abudya Sejahtera dengan tujuan untuk mengetahui Proses yang dibutuhkan alat berat dalam satu siklus produksi beton *ready mix*, berapa produktivitas alat berat dalam satu siklus, faktor yang mempengaruhi kinerja alat berat *batching plant* dalam menghasilkan beton *ready mix* Berdasarkan hasil perhitungan produktivitas alat berat dalam pendistribusian material pada *batching plant* dengan total produktivitas *excavator* untuk memindahkan material Agregat kasar Kapasitas muat 11,904 m³ dalam waktu 7,296 menit. sedangkan pada aggregate halus kapasitas muat 12,09 m³ dalam waktu 5,928 menit. *Dumptruck* mengisi stockpile agregat kasar dengan kapasitas ±43 m³ dengan waktu siklus 58,01 menit dengan produktivitas 9,97 m³/jam pemenuhan ditempuh dalam waktu 232,04 menit, dan agregat halus dengan waktu siklus 56,63 menit dengan produktivitas 10,37 m³/jam sedangkan waktu dalam mengisi stockpile ditempuh dalam waktu 226,52 menit. *Wheel loader* produktivitas nya untuk material pasir sebesar 58,56 m³/jam hanya saja dalam pemenuhin bin agregat dimana kapasitas bin 11 m³ maka waktu tempuh sekitar 8,88 menit. Sedangkan Sedangkan untuk material agregat kasar (spit) produktivitas perjamnya sekitar 49,93 m³/jam dan untuk pemenuhan bin agregat dengan kapasitas 11 m³ dalam waktu tempuh 8,34 menit. Besaran Produksi *Batching plant* fc 15 Nilai produktivitas yang terbesar 47,004 m³/jam dengan durasi 4,14 menit dan fc 20 Nilai produktivitas terbesar 44,228 m³/jam dengan durasi 4,58 menit

Kata kunci : Alat berat, *Batchingplant*, Produktivitas, *Readymix*

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Dalam Produktivitas beton *ready mix* di *batching plant* dibutuhkan juga peralatan teknis untuk menampung material yang akan di gunakan dalam pembuatan beton *ready mix*. Untuk itu di butuhkan efisiensi penggunaan alat berat dalam menunjang keberlangsungan produktivitas beton. Tentunya dengan ketersediaan alat tersebut harusnya menjadi penunjang produksi dan target produksi yang telah direncanakan. Dengan demikian agar dapat mengetahui produktivitas dan efisiensi alat yang ada dan mengetahui apakah alat tersebut digunakan sesuai dengan kapasitas yang dimiliki sebabnya perlu ditinjau kembali total keseluruhan alat ataupun waktu yang optimal yang biasa dilakukan alat tersebut dalam meningkatkan produktivitas beton.

1.2. Maksud dan Tujuan penelitian

a. Maksud Penelitian

1. Mengetahui pendistribusian material Agregat kasar dan halus dengan alat berat dalam pembuatan beton *readymix*
2. Mengamati proses produksi beton *readymix* dalam *batching plant* PT.Prayoga Abudya Sejahtera.

b. Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui besar produktivitas *batching plant* dalam menghasilkan beton dalam waktu dengan jenis beton yang berbeda.
2. Mengidentifikasi produktivitas yang dihasilkan alat berat dalam satu siklus.
3. Untuk mengetahui faktor faktor yang dapat mempengaruhi kinerja alat berat *batching plant* dalam menghasilkan beton *ready mix*.

1.3. Batasan Masalah

1. Pada penelitian ini hanya mengamati Produktivitas alat berat *Wheel loader*, *Dumptruck*, dan *excavator* dalam pendistribusian material Agregat Halus (Pasir) dan Agregat Kasar (Batu split), serta produktivitas *Batchingplant* dalam menunjang produksi beton ready mix.
2. Penelitian tidak membahas biaya operasional alat dan operator.
3. Perhitungan produktivitas *Batchingplant* dilakukan sebanyak 8 kali Observasi untuk fc 15 dan 5 Observasi untuk fc 20.

1.4. Manfaat Penelitian

1. Sebagai salah satu syarat bagi peneliti untuk mendapatkan gelar strata 1 (S1) Teknik Sipil di Fakultas Teknik Universitas Pakuan Bogor.
2. Menambah wawasan dan pengetahuan peneliti serta menjadi bahan kajian/referensi untuk penelitian mahasiswa/I yang membaca dalam memahami alat berat pada *batching plant* serta produktivitas dalam menghasilkan beton *ready mix*.
3. Sebagai informasi bagi perusahaan untuk bisa lebih bisa mengoptimalkan produksi beton *readymix*

1.5. Metode Pengumpulan Data

Data Primer

1. Metode Observasi
Meninjau dan mengamati secara langsung keadaan yang terjadi dilapangan, sehingga dapat mempelajari masalah yang terjadi pada objek kajian.
2. Survei
Survei merupakan tindak lanjut dari metode observasi. Untuk mengetahui terkait produktivitas alat berat yang digunakan.

Data Sekunder

1. Inventaris Data
Pengumpulan data-data yang berkaitan dengan produktivitas alat berat diperlukan untuk melengkapi penulisan tugas akhir. Data tersebut berupa data denah lokasi, data katalog alat berat yang digunakan, dan lain-lain.
2. Studi Pustaka

Metode ini dapat dilakukan dengan cara mencari literatur yang berkaitan dengan produktivitas alat berat. Literatur tersebut berupa buku, jurnal dan skripsi penelitian lain yang relevan. Dari pustaka tersebut penulis dapat melengkapi kebutuhan untuk menyusun tugas akhir.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. *Batchingplant*

Batching Plant merupakan istilah lain dari tempat pabrikasi beton *ready mix* atau tempat Proses pengadukan dan pencampuran material dasar beton dilaksanakan. *Batching plant* biasanya diperuntukkan untuk memenuhi kegiatan atau proyek konstruksi. Dalam pengoperasiannya mencampur (agregat, semen, *admixture*, dan air) melalui suatu proses aliran komponen material dalam komponen utama *batching plant* yang berlangsung secara bersamaan dengan pengaturan waktu yang telah teratur, sehingga dicapai waktu produksi yang efektif dengan menghasilkan mutu beton yang baik sesuai dengan *jobmix* yang ditetapkan (Departemen PU,2007)

2.1.1. Jenis Beton *Readymix*

Beton *readymix* adalah beton yang telah diaduk dengan rangkaian bahan (air, semen, agregat halus, aggregate kasar dan *admixture*) yang dilaksanakan di *batching plant* sehingga menghasilkan beton segar siap pakai (instan). berdasarkan cara pencampuran beton *readymix* dibedakan menjadi 2 yaitu :

1. Pencampuran *wetmix*
2. Pencampuran *drymix*

2.2. Definisi Alat Berat

Alat-alat berat yang sering dikenal didalam ilmu teknik sipil merupakan alat yang digunakan untuk membantu manusia dalam melakukan pekerjaan pembangunan suatu struktur bangunan. Alat berat merupakan faktor penting di dalam proyek, terutama proyek-proyek konstruksi maupun pertambangan dan kegiatan lainnya dengan skala yang besar. Tujuan penggunaan alat berat adalah untuk memudahkan manusia dalam melakukan pekerjaannya dan untuk mendapatkan hasil yang diinginkan dengan

lebih mudah dalam waktu yang relatif singkat (Rochmanhadi,1982).

2.2.1. Klasifikasi Alat Berat

1. Klasifikasi Fungsional

Alat berat klasifikasi ini merinci setiap fungsi utama alat. Hal ini dapat dibagi menjadi 7 fungsi berdasarkan fungsi alat berat dasar yaitu:

- Alat pengolah lahan
- Alat penggali
- Alat pengangkut material
- Alat pemindahan material
- Alat pemadatan
- Alat pemproses material
- Alat penempatan akhir

2. Klasifikasi operasional

Klasifikasi alat berat berdasarkan pergerakan alat berat :

- Alat dengan penggerak
- Alat statis

2.2.2. Jenis Alat Berat yang digunakan, fungsi dan cara kerja

1. Dump Truck

Dump Truck adalah jenis kendaraan yang digunakan untuk mengangkut material seperti pasir, kerikil dan tanah untuk keperluan konstruksi, dapat memindahkan material dalam jarak menengah dan hingga jarak jauh. Dump truck merupakan alat berat yang dapat mengisi loader dengan isi muatan dan mengangkat bak untuk bekerja sendiri menggunakan teknologi hidrolik.

- Hino Dutro FM 260 JD *Dumptruck*

Tabel 1. Spesifikasi Dumpttruck Hino Dutro Fm 260 JD

Jenis	Spesifikasi
Total Panjang	8654 mm
Lebar Luar	2490 mm
Tinggi luar	2770 mm
Jarak Sumbu roda	4030+1350 mm
Kabin Kesumbu roda	3875 mm
Julur depan	1280 mm
Julur belakang	1985 mm
Type	Mesin Diesel 4 langkah
Tenaga Maks	260/2500 PS/rpm
Daya Maks	76/1500 Kg.m/rpm
Jumlah silinder	6
Isi silinder	7684 cc
Daya angkut	12-15 m ³

(Sumber:hino.co.id/product)

2. Excavator

Excavator adalah beberapa jenis alat berat yang digunakan untuk menggali material di bawah tanah lokasi tambang. Alat ini dapat menggali dengan control kedalaman yang baik. Mesin excavator terdiri cancer (lengan), boom (shoulder), bucket (alat pengerukan), digerakkan oleh tenaga hidrolik yang berasal dari mesin diesel, dipasang pada roda lantai (Trackshoe), Digunakan sebagai alat kombinasi untuk membuang tanah, memuat truck, mengangkat material, memecah cedera tebing dan dan meratakan batu, atau memecah aspal.

- Excavator Kobelco SK200-8*

Tabel 2. Spesifikasi *Kobelco SK200-8*

Boom/Stick	Dimensi on
Shipping length	9450 mm
shipping height	3030 mm
max load height	6910 mm
max reach along ground	9730 mm
max vertical wall	6100 mm
max digging dept	6700 mm
widht to outside tracks	2800 mm
Length of tracks ground	3370 mm
Ground clearance	450 mm
Tail swings radius	2750 mm
Shoe size	600 mm
Bucket capacity	0.93 m ³

(Sumber: <https://dspace.uui.ac.id>)

3. Wheel loader

Wheel loader adalah sebuah alat berat yang digunakan untuk mengangkut atau membawa material yang nantinya akan dimasukkan ke storage bin batching plant atau alat ini juga bisa dipakai untuk memindahkan material. Alat berat ini digunakan di daerah yang permukaannya lebih rata, keras, serta kering dan tidak licin.

- Wheel loader Komatsu WA 200PT-5

Tabel 3. Spesifikasi wheel loader komatsu WA 200PT-5

Number Of Cylinder	6
Net Power	89.5 kw
Gross Power	94.7 kw
Max Speed Forward	38 km/h
Max Speed Reverse	38 km/h
Full Capacity	156 L/min
Bucket Capacity Heaped	1.9 m3

(sumber:<https://komatsu.co.id>)

2.3. Efisiensi Kerja

Produktivitas alat pada kenyataan di lapangan tidak sama jika dibandingkan dengan kondisi ideal alat dikarenakan hal-hal tertentu seperti topografi, keahlian operator, pengoperasian dan pemeliharaan alat. Produktivitas per jam alat harus diperhitungkan dalam perencanaan adalah produktivitas standar alat pada kondisi ideal dikalikan faktor yang disebut efisiensi kerja. Besarnya nilai efisiensi kerja ini sulit ditentukan secara tepat tetapi berdasarkan pengalaman-pengalaman dapat ditentukan efisiensi kerja yang mendekati kenyataan. Sebagai pendekatan dapat dipergunakan tabel sebagai berikut:

Tabel 4. Efisiensi Kerja

KONDISI OPERASI ALAT	PEMELIHARAAN MESIN				
	Sangat Baik	Baik	Sedang	Buruk	Sangat Buruk
Baik Sekali	0,83	0,81	0,76	0,70	0,63
Baik	0,78	0,75	0,71	0,65	0,60
Sedang	0,72	0,69	0,65	0,60	0,54
Buruk	0,63	0,61	0,57	0,52	0,45
Buruk Sekali	0,52	0,50	0,47	0,42	0,32

(Sumber: Rochmanhadi, 1986)

2.4. Produktivitas Alat Berat

2.4.1. Produktivitas Dumptruck

Untuk menghitung produksi *dump truck* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (Rochmanhadi, 1987) :

$$Q = \frac{C \times 60 \times E}{Cm}$$

Waktu siklus dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (Rochmanhadi, 1987) :

$$Q = n \times Cms + \frac{D}{V} + \frac{D}{V} + t1 + t2$$

Tabel 5. Waktu Bongkar muat t1

KONDISI OPERASI KERJA	BAIK	SEDANG	KURANG
Waktu buang (menit)	0,5 – 0,7	1,0 – 1,3	1,5 – 2,0

(Sumber: Rochmanhadi, 1986)

Tabel 6. Waktu tunggu dan tunda t2

KONDISI OPERASI KERJA	BAIK	SEDANG	KURANG
Waktu buang (menit)	0,1 – 0,2	0,25 – 0,35	0,4 – 0,5

(Sumber: Rochmanhadi, 1986)

2.4.2. Produktivitas Wheel loader

Produksi *wheel loader* dapat dihitung menggunakan persamaan dibawah ini:

$$Q = qx \frac{60}{Cm} x E$$

Rumus kapasitas *bucket*

$$q = q' \times K$$

Dimana:

q' = Kapasitas munjung (penuh) yang tercantum dalam spesifikasi

K = Faktor *bucket* yang besarnya tergantung tipe dan keadaan

Waktu siklus *wheel loader* untuk menggusur, ganti persenelling dan mundur, diperhitungkan dengan rumus berikut:

- Muat angkut

$$Cm = 2 \times \frac{D}{F} + 2 \times \frac{D}{R} + Z$$

Tabel 7. Faktor Bucket *Wheel loader*

Kondisi Pemuatan	Faktor
Pemuatan Ringan Pemuatan material dari stockpile atau dari material yang telah dikeruk oleh ekskavator lain, dengan tidak memerlukan lagi daya gali dan bahan dapat munjung di dalam bucket : pasir, tanah berpasir, tanah colloidal berkeadar air sedang, dsb	1,0 - 0,8
Pemuatan Sedang Pemuatan dari stockpile tanah lepas yang lebih sukar dikeruk dan dimasukkan ke dalam bucket tetapi dapat dimuat sampai hampir munjung : pasir kering, tanah berpasir, tanah bercampur tanah liat, tanah liat, gravel yang belum disaring, pasir padat.	0,8 - 0,6
Pemuatan Agak Sulit Pemuatan batu belah atau batu cadas belah, tanah liat yang lemas, pasir bercampur gravel, tanah berpasir, tanah colloidal yang liat, tanah liat dengan kadar air tinggi, bahan tersebut ada pada stockpile sulit untuk mengisi bucket dengan material-material tersebut	0,6 - 0,5
Pemuatan Sulit Batu bongkah besar-besar dengan bentuk tidak beraturan dengan banyak ruangan di antara tumpukannya, batu hasil ledakan, batu-batu bundar yang besar-besar, pasir bercampur batu besar, tanah berpasir, tanah campur lempung, tanah liat yang tidak bisa dimuat-gusur ke dalam bucket	0,5 - 0,4

(Sumber: Rochmanhadi, 1986)

Tabel 8. Waktu tetap *Wheel loader*

kondisi Bucket	Pemuatan bentuk V	Pemuatan Melintang	Muat dan angkut
	Mesin gerak langsung	0,25	
Mesin gerak hidrolis	0,20	0,30	-
Mesin gerak <i>lordflow</i>	0,20	0,30	0,35

(Sumber: Rochmanhadi, 1986)

2.4.3. Produktivitas Excavator

Produksi *excavator* dapat dihitung dengan persamaan dibawah ini:

$$Q = \frac{q \times 3600 \times E}{Cm}$$

Sedangkan kapasitas *bucket excavator* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (Rochmanhadi, 1987):

Rumus kapasitas *bucket*:

$$q=q' \times K$$

Untuk menentukan faktor bucket diperlukan data yang sesuai dengan apa yang dikerjakan excavator di lapangan.

Tabel 9. Faktor *Bucket Excavator*

Kondisi Pemuatan		Faktor
Pemuatan Ringan	Pemuatan material dari stockpile atau dari material yang telah dikeruk oleh ekskavator lain, dengan tidak memerlukan lagi daya gali dan bahan dapat munjung di dalam bucket : pasir, tanah berpasir, tanah coloidal berkadair air sedang, dsb.	1.0 - 0.8
Pemuatan Sedang	Pemuatan dari stockpile tanah lepas yang lebih sukar dikeruk dan dimasukkan ke dalam bucket tetapi dapat dimuat sampai hampir munjung : pasir kering, tanah berpasir, tanah bercampur tanah liat, tanah liat, gravel yang belum disaring, pasir padat.	0.8 - 0.6
Pemuatan Agak Sulit	Pemuatan batu belah atau batu cadas belah, tanah liat yang kemas, pasir bercampur gravel, tanah berpasir, tanah coloidal yang liat, tanah liat dengan kadar air tinggi, bahan tersebut ada pada stockpile sulit untuk mengisi bucket dengan material-material tersebut	0.6 - 0.5
Pemuatan Sulit	Batu bongkah besar-besar dengan bentuk tidak beraturan dengan banyak ruangan di antara tumpukannya, batu hasil ledakan, batu-batu bundar yang besar-besar, pasir bercampur batu besar, tanah berpasir, tanah campur lempung, tanah liat yang tidak bisa dimuat-gusur ke dalam bucket.	0.5 - 0.4

(Sumber: Rochmanhadi, 1986)

2.4.4. Produktivitas *Batchingplant*

Produktivitas *Batching plant* adalah kemampuan alat berat dalam menghasilkan beton readymix dalam satuan waktu m³/jam. Besarnya dipengaruhi oleh kapasitas, Efisiensi, dan periode siklus. Menurut Peraturan Menteri PUPR. No.28/PRT/M/2016. Produktivitas *Batching plant* dapat dihitung dengan persamaan :

$$\text{Produktivitas} = Q = \frac{V \times F_a \times 60}{1000 \times T_s}$$

Q = Produktivitas (m³/Jam).

V = Kapasitas Produksi (Kg).

F_a = Efisiensi Alat.

T_s = Cycle time/ Waktu siklus (menit).

60 = Konversi jam ke menit.

1000= Konversi Kilometer ke meter

2.5. Faktor yang mempengaruhi kinerja *batchingplant*

Dalam setiap kegiatan produksi selalu ada faktor yang mempengaruhi berhasil tidaknya suatu komponen alat dalam menghasilkan produk yang baik dan berkualitas tinggi. Hal tersebut juga berlaku bagi *batching plant*.

1. Volume Produksi

Dasar penentuan volume dan laju produksi ini adalah peramalan penjualan untuk jangka panjang dan jangka pendek, tetapi juga harus merancang proses sehingga dapat diubah atau mengisi pemenuhan kebutuhan dimasa yang akan datang, baik volume maupun produksi.

2. Kapasitas Produksi

Hal ini sehubungan dengan terbatasnya kemampuan sumber daya yang ada. Dengan pertimbangan kapasitas produksi maka perusahaan akan selalu melihat kemampuan produksinya sebelum menerima atau meluaskan pasarnya

3. Ketersediaan Sumber Material

Bahan baku yang tidak memenuhi syarat secara kualitas untuk mencapai kekuatan beton serta kelangkaan suatu jenis material perlu dipertimbangkan bagaimana jalan keluarnya.

4. Metode Produksi

Alat-alat serta sumber daya lainnya ditentukan oleh metode yang dipakai. Keberhasilan suatu proses sangat tergantung pada seberapa jauh metode yang dipakai sesuai dengan yang seharusnya.

III. METODE PENELITIAN

3.1. Metode Penelitian

Metode penelitian adalah langkah-langkah dari rencana proses berpikir dan memecahkan masalah yang dimulai dari penelitian pendahuluan, penemuan masalah, pengamatan, pengumpulan data baik dari referensi tertulis maupun observasi langsung di lapangan. Serta melakukan pengolahan dan interpretasi data sampai penarikan kesimpulan atas permasalahan yang diteliti.

Penelitian ini hanya berfokus kepada produktivitas proses produksi alat berat pada *batching plant*, kemudian dilakukan analisis untuk mengetahui waktu siklus, kapasitas produksi, dan faktor faktor yang mempengaruhi kinerja alat berat tersebut.

3.2. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini dilakukan pada perusahaan PT.Prayoga Abudya Sejahtera yang memproduksi di bidang industri beton *readymix*. Lokasi Batching plant ini bertepatan di Jl.HM Ashari No.21 Kp.Bojong Koneng Cibinong-Kab.Bogor, Jawa Barat 16911, Indonesia.

3.3. Data Penelitian

1. Data Primer

Sumber data primer biasa langsung didapatkan dengan melakukan wawancara langsung di lapangan dan pengambilan data yang diperoleh dari proyek untuk kepentingan penelitian. Data yang diperlukan untuk penelitian adalah Data tipe alat berat dan waktu siklus.

2. Data Sekunder

Data Sekunder adalah sumber data yang tidak langsung memberikan informasi pada peneliti. Data sekunder diperoleh dengan cara meminta langsung kepada pihak Perusahaan terkait, data sekunder yang digunakan pada peneliti ini adalah Data mix desain beton pada PT. Prayoga Abudya Sejahtera.

3.4. Pengolahan Data

Setelah mendapatkan semua data yang diperlukan, proses selanjutnya yaitu pengolahan data dengan cara perhitungan manual. Sebelum pengolahan data dilakukan terlebih dahulu melalui tahapan-tahapan sebagai berikut :

1. Melakukan studi pustaka yang didapat dari berbagai buku-buku literatur.
2. Observasi data dipergunakan untuk mengetahui hasil pengukuran data waktu siklus yang dibutuhkan dalam pelaksanaan aktivitas suatu waktu.
3. Merangkum teori yang berhubungan langsung dengan objek penelitian terkait.

Melakukan penyusunan hal-hal yang akan dihitung dengan cara perhitungan manual adalah seperti Produktivitas alat berat.

3.5. Rencana Penelitian

1. Persiapan penelitian

Pada proses persiapan ini hal-hal yang harus dilakukan meliputi pengumpulan data untuk tugas akhir, penyusunan tugas akhir dan seminar tugas akhir. Dengan

mempersiapkan gambaran tentang penelitian yang akan dilakukan berdasarkan judul penelitian yang ditetapkan.

2. Pelaksanaan penelitian

Pelaksanaan penelitian memiliki beberapa tahap, dimulai dengan pengumpulan literatu yang akan digunakan dalam penelitian serta analisa pengolahan data yang dapat melalui referensi buku, jurnal, skripsi terdahulu sampai dengan pengambilan data yang dilakukan langsung di lapangan untuk keperluan penyusun laporan tugas akhir.

3. Penyusunan laporan tugas akhir

Setelah pengumpulan data selesai dilakukan, dilanjutkan pengolahan dan analisa data. Pengolahan data ini bertujuan untuk mendapatkan gambaran dari hasil penelitian yang dilakukan yaitu durasi waktu siklus, nilai produktivitas yang dihasilkan alat berat pada *batching plant*. Setelah itu Memberikan kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian dan memberikan saran kepada pembaca terkait produktivitas alat berat *batching plant* dalam produksi beton *readymix*.

IV. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1. Analisis Data

4.1.1. Alat Berat yang digunakan

Berikut ini merupakan jenis alat berat yang akan digunakan pada tugas akhir ini sebagai perhitungan Produktivitas Alat berat pada *Batching plant* dalam menunjang pendistribusian material agregat kasar (batu split) dan agregat halus (pasir) ke dalam *stockpile batching plant*

1. Jenis Alat : Excavator
Merk/Jenis :Kobelco SK200-8
Kapasitas : 0,93 m³
Tahun : 2012
Kondisi : Baik
Fungsi Alat : Pemuat material pasir dan split ke *Dumptruck*
2. Jenis Alat : *Wheel loader*
Merk/Jenis :Komatsu WA200
Kapasitas : 1,9 m³
Tahun : 2012
Kondisi : Baik
Fungsi Alat :Pemuat material dari stock kedalam Bin agregat
3. Jenis Alat : *Dumptruck*

Merk/Jenis : Hino Dutro 260-JD
 Kapasitas : 12 m³
 Tahun : 2016
 Kondisi : Baik
 Fungsi alat : Pemuat material dari lokasi penempatan material ke dalam *stockpile batching plant*.

Faktor bucket (K) : 1,0
 Waktu ambil : 6,06 detik
 Waktu putar : 8,53 detik
 Waktu buang : 4,22 detik

4.1.2. Perhitungan Produktivitas Alat Berat

1. Produktivitas Excavator

a. Produktivitas Excavator untuk angkut Agregat Kasar (Split)

- Efisiensi kerja (E) : 0,81
- Faktor bucket (K) : 0,8
- Waktu ambil : 7,44 detik
- Waktu putar : 7,23 detik
- Waktu buang : 5,43 detik

- Waktu siklus (Cm)=Waktu ambil+(2x Waktu putar)+ waktu buang
 = 7,44 +(2 x 7,23) + 5,43
 = 27,33 detik / 0,456 menit

- Produksi persiklus (q) = q' x K
 = 0,93 x 0,8
 = 0,744 m³

- Produktivitas Excavator per jam (m³/jam)

$$Q = \frac{q \times 3600 \times E}{Cm}$$

$$= \frac{0,744 \times 3600 \times 0,81}{27,33}$$
 = 79,382 m³/jam

- Jumlah siklus *Excavator* untuk mengisi *dump truck*

$$n = \frac{C}{q \times K}$$

$$= \frac{12}{0,93 \times 0,8}$$
 = 16,1 = 16 siklus

Jadi waktu tempuh Excavator dalam memenuhi kapasitas *Dumptruck*,
 = Waktu siklus x Jumlah siklus
Excavator memuat DT
 = 0,456 menit x 16 = 7,296 menit

b. Produktivitas Excavator untuk angkut Agregat Halus (Pasir)

Efisiensi kerja (E) : 0,81

- Waktu siklus (Cm)=Waktu gali +(2 x Waktu putar)+ waktu buang
 = 6,06 +(2 x 8,53) + 4,22
 = 27,34 detik / 0,456 menit

- Produksi persiklus (q) = q' x K
 = 0,93 x 1,0
 = 0,93 m³

- Produktivitas Excavator per jam (m³/jam)

$$Q = \frac{q \times 3600 \times E}{Cm}$$

$$= \frac{0,93 \times 3600 \times 0,81}{27,34}$$
 = 99,19 m³/jam

- Jumlah siklus *Excavator* untuk mengisi *dump truck*

$$n = \frac{C}{q \times K}$$

$$= \frac{12}{0,93 \times 1,0}$$
 = 12,9 = 13 siklus

Jadi waktu tempuh Excavator dalam memenuhi kapasitas *Dumptruck*,
 = Waktu siklus x Jumlah siklus
Excavator memuat DT
 = 0,456 menit x 13 = 5,928 menit

2. Produktivitas *Dumptruck*

Pada perhitungan produktivitas alat berat *dump truck* penulis melakukan peninjauan langsung terhadap waktu angkut bermuatan dan waktu angkut kosong. Hal ini dilakukan karena jalur yang dilewati oleh *dump truck* adalah Kawasan lalu lintas padat serta kawasan industri daerah citeureup. Berikut adalah perhitungan produktivitas *Dump truck*.

- Faktor Bucket pemuat (split) (K) : 0,8
- Faktor Bucket pemuat (pasir) (K): 1,0
- Efisiensi kerja (E) : 0,81
- Waktu angkut bermuatan (ta1) : 27,55 menit
- Waktu angkut kosong (ta2) : 22,4

menit

- Waktu buang (t_1) : 0,5 menit
 - Waktu tunggu (t_2) : 0,2 menit
 - Waktu siklus pemuat (Cms) : 0,46 menit
- a. Produktivitas *Dump truck* yang dimuat *Excavator* muatan (split)

Untuk produktivitas *Dump truck* yang dimuat oleh *Excavator* pada pekerjaan ini menggunakan excavator kapasitas bucket $0,93 \text{ m}^3$ dengan waktu siklus pemuat 27,33 detik = 0,46 menit.

- Jumlah siklus *Excavator* untuk mengisi *dump truck*

$$n = \frac{C}{\frac{q \cdot xk}{12}} = \frac{C}{0,93 \times 0,8} = 16,1 = 16 \text{ siklus}$$

- Kapasitas muat $DT (C) = n \times q' \times K$

$$= 16 \times 0,93 \times 0,8$$

$$= 11,904 \text{ m}^3$$

- Waktu siklus (Cm)

$$= n \times Cms + ta1 + ta2 + t1 + t2$$

$$= 16 \times 0,46 + 27,55 + 22,4 + 0,5 + 0,2$$

$$= 58,01 \text{ menit}$$

- Produktivitas per jam (m^3/jam)

$$Q = \frac{C \times 60 \times E}{Cm} = \frac{11,904 \times 60 \times 0,81}{58,01} = 9,97 \text{ m}^3/\text{jam}$$

- Jumlah siklus *Dump truck* untuk mengisi *Stockpile* material

$$n = \frac{\text{kapasitas Stockpile}}{\text{Kapasitas muat } DT(C)}$$

$$= \frac{43}{11,904}$$

$$= 3,61 = 4 \text{ siklus}$$

Jadi, Waktu *Dump truck* dalam mengisi *stockpile* material adalah

$$= \text{Waktu siklus} \times \text{Jumlah siklus } \textit{Dump Truck mengisi Stockpile}$$

$$= 58,01 \text{ menit} \times 4 \text{ kali siklus}$$

$$= 232,04 \text{ menit}$$

- b. Produktivitas *Dump truck* yang dimuat *Excavator* muatan (Pasir)

Untuk produktivitas *Dump truck* yang dimuat oleh *Excavator* pada pekerjaan ini menggunakan excavator kapasitas bucket $0,93 \text{ m}^3$ dengan waktu siklus pemuat 27,34 detik = 0,46 menit.

- Jumlah siklus *Excavator* untuk mengisi *dump truck*

$$n = \frac{C}{\frac{q \cdot xk}{12}} = \frac{C}{0,93 \times 1,0} = 12,9 = 13 \text{ siklus}$$

- Kapasitas muat $DT (C) = n \times q' \times K$

$$= 13 \times 0,93 \times 1,0$$

$$= 12,09 \text{ m}^3$$

- Waktu siklus (Cm)

$$= n \times Cms + ta1 + ta2 + t1 + t2$$

$$= 13 \times 0,46 + 27,55 + 22,4 + 0,5 + 0,2$$

$$= 56,63 \text{ menit}$$

- Produktivitas per jam (m^3/jam)

$$Q = \frac{C \times 60 \times E}{Cm} = \frac{12,09 \times 60 \times 0,81}{56,63} = 10,37 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Jadi, Waktu *Dump truck* dalam mengisi *stockpile* material adalah

$$= \text{Waktu siklus} \times \text{Jumlah siklus } \textit{Dump Truck mengisi Stockpile}$$

$$= 56,63 \text{ menit} \times 4 \text{ kali siklus}$$

$$= 226,52 \text{ menit}$$

3. Produktivitas *Wheel loader*

Pada perhitungan produktivitas alat berat *wheel loader* peninjauan langsung pada waktu angkut muat dan angkut kosong dalam pendistribusian material agregat halus dan kasar kedalam *aggregate bin batching plant*.

- a. Produktivitas *Wheel loader* untuk memindahkan material agregat (Pasir)

Metode angkut : Muat-angkut

Jarak angkut : 41 m (Stockpile-bin agregat)

Tipe material : Pasir

Faktor Bucket(K) : 1,0

Efisiensi Kerja (E) : 0,75

Kecepatan Maju(F): 8 km/jam

Kecepatan Mundur (R): 10 km/jam

- Produksi persiklus(q)

$$\begin{aligned} &= q' \times K \\ &= 1,9 \times 1,0 \\ &= 1,9 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

- Kecepatan maju (F)

$$\begin{aligned} &= 8 \times 1,0 \\ &= 8 \text{ km/jam} = 133,33 \text{ m/menit} \end{aligned}$$

- Kecepatan mundur (R)

$$\begin{aligned} &= 10 \times 1,0 \\ &= 10 \text{ km/jam} = 166,67 \text{ m/menit} \end{aligned}$$

- Waktu tetap (Z)= 0,35 menit

- Waktu siklus (Cm)

$$\begin{aligned} &= 2 \times \frac{D}{F} + 2 \times \frac{D}{R} + Z \\ &= 2 \times \frac{41}{133,33} + 2 \times \frac{41}{166,67} + 0,35 \\ &= 1,46 \text{ menit} \end{aligned}$$

- Produktivitas perjam (Q)

$$\begin{aligned} &= q \times \frac{60}{Cm} \times E \\ &= 1,9 \times \frac{60}{1,46} \times 0,75 \\ &= 58,56 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

- Jumlah siklus *Wheel loader* untuk mengisi bin aggregate

$$\begin{aligned} n &= \frac{\text{kapasitas bin agregat(Pasir)}}{\text{Kapasitas bucket}(q')} \\ &= \frac{11}{1,9} \\ &= 5,78 = 6 \text{ siklus} \end{aligned}$$

- Kapasitas bin aggregate

$$\begin{aligned} &= n \times q' \times K \\ &= 6 \times 1,9 \times 1,0 \\ &= 11,4 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Jadi, Waktu *Wheel loader* dalam mengisi agregat bin material (pasir) adalah.

= Waktu siklus x Jumlah siklus *wheel loader* mengisi agregat bin

$$= 1,48 \text{ menit} \times 6 \text{ kali siklus}$$

$$= 8,88 \text{ menit}$$

- b. Produktivitas *Wheel loader* untuk memindahkan material aggregate (Split)

Metode angkut : Muat-angkut

Jarak angkut : 38 m (Stockpile-bin agregat)

Tipe material : Split

Faktor Bucket(K) : 0,8

Efisiensi Kerja (E) : 0,75

Kecepatan Maju(F): 8 km/jam

Kecepatan Mundur (R): 10 km/jam

- Produksi persiklus(q)

$$\begin{aligned} &= q' \times K \\ &= 1,9 \times 0,8 \\ &= 1,52 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

- Kecepatan maju (F)

$$\begin{aligned} &= 8 \times 1,0 \\ &= 8 \text{ km/jam} = 133,33 \text{ m/menit} \end{aligned}$$

- Kecepatan mundur (R)

$$\begin{aligned} &= 10 \times 1,0 \\ &= 10 \text{ km/jam} = 166,67 \text{ m/menit} \end{aligned}$$

- Waktu tetap (Z)= 0,35 menit

- Waktu siklus (Cm)

$$\begin{aligned} &= 2 \times \frac{D}{F} + 2 \times \frac{D}{R} + Z \\ &= 2 \times \frac{38}{133,33} + 2 \times \frac{38}{166,67} + 0,35 \\ &= 1,37 \text{ menit} \end{aligned}$$

- Produktivitas perjam (Q)

$$\begin{aligned} &= q \times \frac{60}{Cm} \times E \\ &= 1,52 \times \frac{60}{1,37} \times 0,75 \\ &= 49,93 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

- Jumlah siklus *Wheel loader* untuk mengisi bin aggregate

$$\begin{aligned} n &= \frac{\text{kapasitas bin agregat(Pasir)}}{\text{Kapasitas bucket}(q')} \\ &= \frac{11}{1,9} \\ &= 5,78 = 6 \text{ siklus} \end{aligned}$$

- Kapasitas bin aggregate

$$\begin{aligned} &= n \times q' \times K \\ &= 6 \times 1,9 \times 0,8 \end{aligned}$$

$$= 9,12 \text{ m}^3$$

Jadi, Waktu *Wheel loader* dalam mengisi *agregat bin* material (pasir) adalah.

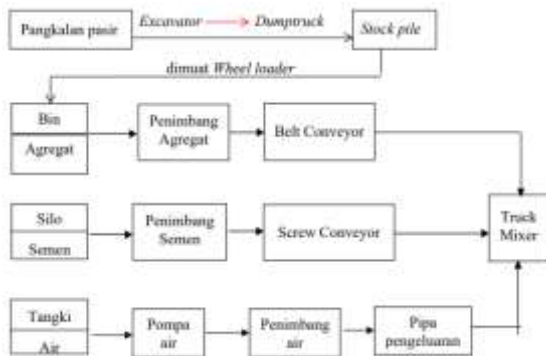
$$= \text{Waktu siklus} \times \text{Jumlah siklus wheel loader mengisi agregat bin}$$

$$= 1,39 \text{ menit} \times 6 \text{ kali siklus}$$

$$= 8,34 \text{ menit}$$

4.1.3. Aliran Proses Produksi Beton *Readymix*

Tahapan dalam proses produksi beton ready mix dikendalikan oleh operator yang bertanggung jawab mengoperasikan batching plant. Dalam menghidupkan batching plant perlu diperiksa juga tegangan listrik sebagai sumberdaya motor penggerak komponen utama dan tekanan katup (valve) dan pintu (gates), lalu lakukan pemeriksaan komponen utama seperti pemeliharaan harian yang menyangkut kondisi setiap alat, serta memeriksa fungsi tiap komponen. Proses produksi beton pada batching plant secara skematis dapat dilihat pada gambar



Gambar 1. Aliran Proses *Batchingplant*

4.1.4. Perhitungan Produktivitas *Batchingplant*

Untuk perhitungan produktivitas aliran proses produksi beton ready mix pada batching plant tipe drymix ini didapat melalui pengamatan langsung di pabriasi pengolahan. Observasi dari pengukuran dilakukan selama proses produksi berlangsung. Dari proses kegiatan akan didapatkan data yang akan dianalisa untuk mengetahui waktu siklus dan nilai produktivitas alat *batching plant* pada mutu beton fc 15 dan fc 20.

1. Identifikasi waktu siklus dan Produktivitas Beton fc 15

Beton fc 15 termasuk kedalam salah satu beton non structural yang pekerjaan pengecorannya tidak mengandung secara langsung unsur structural antara lain besi sebagai bahan penulangan cor beton Tanpa variable yaitu dengan mengamati proses produksinya sampai proses pengadukan dengan *truck mixer*. Pengamatan dilakukan sebanyak 8 kali siklus untuk mutu beton fc 15. Dan dapat dilihat pada tabel

Tabel 10. Identifikasi waktu siklus beton fc 15

Observasi	Volume produksi	Total	
		Detik	Menit
1	2	259.1	4.32
2	2	260.4	4.34
3	2	248.2	4.14
4	2	263.3	4.39
5	2	263.1	4.39
6	2	259.3	4.32
7	2	260.5	4.34
8	2	255.9	4.27

(Sumber: Pengamatan lapangan)

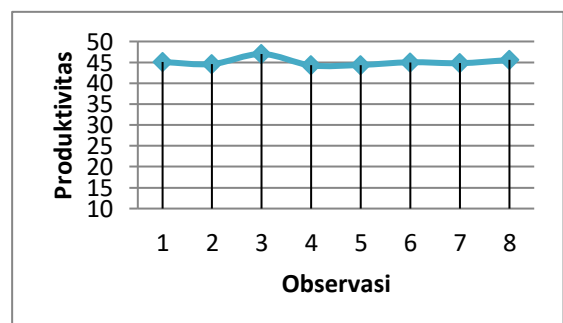
Hasil pengamatan waktu siklus untuk produksi beton readymix ini menggunakan satuan menit pada setiap observasinya. Analisis produktivitas dapat dihitung berdasarkan persamaan

$$\text{Produktivitas} = \frac{V \times Fa \times 60}{1000 \times Ts} = \text{m}^3/\text{jam}$$

Tabel 11. Perhitungan Produktivitas Beton fc 15

Observasi	Kapasitas Produksi m ³	Volume (Kg)	Waktu Siklus menit	Produktivitas
				(m ³ /jam)
1	2	4572	4.32	45.085
2	2	4544	4.34	44.602
3	2	4568	4.14	47.004
4	2	4562	4.39	44.269
5	2	4574	4.39	44.386
6	2	4566	4.32	45.026
7	2	4564	4.34	44.799
8	2	4568	4.27	45.573
Rata - rata		4564.75	4.314	45.093

(Sumber: Perhitungan berdasarkan persamaan)



Gambar 2. Grafik hasil produktivitas beton fc 15

nilai rata-rata produktivitas beton readymix fc 15 dengan nilai 45.093 m³/jam dan waktu siklus 4,314 menit dengan jumlah campuran beton rata rata 4564,75 kg. Nilai produktivitas yang terbesar terdapat pada observasi ke-3 sebesar 47,004 m³/jam dengan durasi 4,14. Sedangkan produktivitas terkecil terdapat pada observasi ke-4 dengan nilai 44,269 m³/jam dengan durasi 4,39 menit.

2. Identifikasi waktu siklus dan Produktivitas Beton fc 20

Mutu beton fc 20 termasuk salah satu beton structural atau jenis beton yang pada umumnya digunakan untuk pengecoran plat lantai, gorong gorong beton bertulang, dan bangunan rumah 2 lantai. Dalam pengamatan beton fc 20 ini di lakukan dengan cara metode observasi langsung dan di di amati sebanyak 5 siklus pada produksi nya.

Tabel 12. Identifikasi siklus beton fc 20

Observasi	Volume produksi	Total	
		Detik	Menit
1	2	283	4.72
2	2	275	4.58
3	2	281	4.68
4	2	276	4.6
5	2	277	4.62

(Sumber: Pengamatan lapangan)

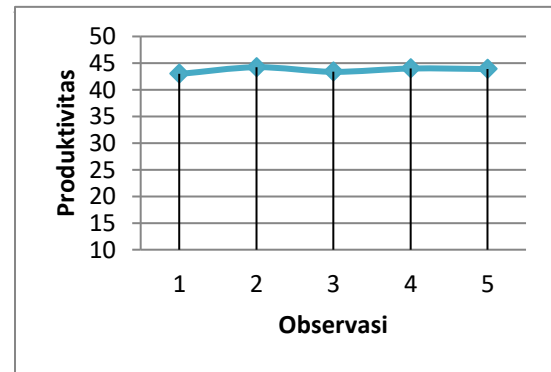
Hasil pengamatan waktu siklus untuk produksi beton readymix ini menggunakan satuan menit pada setiap observasinya. Analisis produktivitas dapat dihitung berdasarkan persamaan

$$\text{Produktivitas} = \frac{V \times Fa \times 60}{1000 \times Ts} = m^3/\text{jam}$$

Tabel 13. Perhitungan Produktivitas beton fc 20

Observasi	Kapasitas	Volume (Kg)	Waktu Siklus	Produktivitas
	Produksi m ³			
1	2	4760	4.72	42.961
2	2	4755	4.58	44.228
3	2	4765	4.68	43.374
4	2	4750	4.6	43.989
5	2	4760	4.62	43.891
Rata - rata		4758	4.64	43.689

(Sumber:Perhitungan Berdasarkan Persamaan)



Gambar 3. Grafik hasil produktivitas beton fc 20

nilai rata-rata produktivitas beton readymix fc 20 dengan nilai 43,689 m³/jam dan waktu siklus 4,640 menit dengan jumlah campuran beton rata rata 4758 kg. Nilai produktivitas yang terbesar terdapat pada observasi ke-2 sebesar 44,228 m³/jam dengan durasi 4,58. Sedangkan produktivitas terkecil terdapat pada observasi ke-1 dengan nilai 42,961 m³/jam dengan durasi 4,72 menit

4.1.5. Faktor yang mempengaruhi Produktivitas *Batching plant*

Dalam kegiatan Produksi beton *Ready mix, Batching plant* sangat berpengaruh terhadap kegiatan produksinya. Dimana Kinerja dari Operator serta komponen pada *batching plant* pun sangat perlu di perhatikan terutama pemeliharannya. Berikut faktor yang mempengaruhi kinerja produktivitas *batching plant*.

1. Operator

Dalam hal Pengoperasian peralatan khususnya *batching plant* operator sangat berperan penting terhadap kualitas serta kuantitas campuran beton yang akan di buat sesuai *jobmix* pemesanan. Oleh karena itu yang bertanggung jawab dalam kegiatan produksi terutama dalam mengontrol volume campuran beton yang akan digunakan adalah seorang operator. Dibutuhkan konsentrasi yang tinggi untuk mengurangi kesalahan dalam mengontrol data dalam pencampuran material agar kualitas serta mutu dari *readymix* sesuai *jobmix* yang dilaksanakan

2. Cuaca

Pada saat pengamatan cuaca cukup mendukung tetapi ada waktu dimana pada saat selesai operasi produksi *ready mix* dimana turun hujan, akan tetapi apabila hujan turun pada saat produksi operator *batching plant* segera mematikan atau menstop pemroduksiannya karena di khawatirkan apabila berlanjut akan mempengaruhi hasil dari kualitas serta mutu beton *readymix* itu sendiri.

3. Ketersediaan material

Salah satu faktor yang sangat mempengaruhi produksi beton *readymix*, dalam pengamatan penelitian bin agregat diisi saat produksi atau pemesanan dalam jumlah besar yang dimana kebutuhan material agregat kasar dan halus dibutuhkan besar secara kubikasi dalam kapasitas nya agregat bin menampung $\pm 11 \text{ m}^3$ dalam hal ini alat berat *wheel loader* yang bekerja dalam mendistribusikannya dari *stockpile* agregat ke dalam agregat *bin*. Dalam hal ini operator alat berat *wheel loader* diperlukan dan harus standby untuk mengisi kebutuhan material yang diperlukan untuk keberlangsungan produksi beton *readymi* apabila kondisi bin agregat kosong.

4. Jaringan Elektrik/listrik

Dimana proses produksi dalam *batching plant* ini mengedepankan kualitas beton *readymix* maka dari itu Sumber daya listrik pada saat produksi berperan penting karena apabila terjadi pemadaman listrik kegiatan produksi dihentikan sementara, dan kurangnya bantuan aliran listrik dikarenakan genset sementara waktu tidak bias dipakai maka harus menunggu hingga aliran listrik nyala kembali.

V. Kesimpulan dan Saran

5.1. Kesimpulan

1. Besaran Produktivitas dan pemenuhan material oleh alat berat:
 - Agregat halus (Pasir)

Excavator dengan Kapasitas muat $12,09 \text{ m}^3$ ditempuh dalam waktu 7,296 menit, Dumptruck untuk mengisi *stockpile* dengan produktivitas $10,37 \text{ m}^3/\text{jam}$ waktu pemenuhan *stockpile* 226,52 menit, Lalu di distribusikan *Wheel loader* dengan Produktivitas $58,56 \text{ m}^3/\text{jam}$ dengan waktu pemenuhan 8,88 menit.

- Agregat kasar (Split)

Excavator dengan Kapasitas muat $11,904 \text{ m}^3$ ditempuh dalam waktu 5,298 menit, Dumptruck untuk mengisi *stockpile* dengan produktivitas $9,97 \text{ m}^3/\text{jam}$ waktu pemenuhan *stockpile* 232,04 menit, Lalu di distribusikan *Wheel loader* dengan Produktivitas $49,93 \text{ m}^3/\text{jam}$ dengan waktu pemenuhan 8,34 menit.

2. Besaran Produktivitas *Batching plant* dalam penelitian sebanyak 8 observasi untuk fc 15 dan 5 siklus pada fc 20. Pada beton fc 15 Nilai produktivitas yang terbesar $47,004 \text{ m}^3/\text{jam}$ dengan durasi 4,14, . Sedangkan produktivitas terkecil dengan nilai $44,269 \text{ m}^3/\text{jam}$ dengan durasi 4,39 menit. Dan pada beton fc 20 Nilai produktivitas terbesar $44,228 \text{ m}^3/\text{jam}$ dengan durasi 4,58 menit, Sedangkan produktivitas terkecil dengan nilai $42,961 \text{ m}^3/\text{jam}$ dengan durasi 4,72 menit. Pada kedua mutu beton fc 15 dan 20 Produktivitas terbesar pada mutu beton fc 20 dimana *jobmix* campuran bias dikatakan semakin besar.
3. Faktor utama yang memegang peranan penting dalam kegiatan produksi beton *ready mix* di *batching plant* adalah operator. Dimana yang bertanggung jawab dalam setiap kegiatan produksi beton harus selalu fokus dan teliti ketika mengontrol volume dari campuran *jobmix* beton yang akan digunakan, karena kesalahan dapat berakibat pada kualitas beton itu sendiri.

5.2. Saran

1. Dalam peningkatan produksi beton *ready mix* adalah mengupayakan setiap alat berat saling bekerjasama dengan baik. Mengingat kebutuhan beton pada lingkup ini banyak serta *batching plant* di daerah lokasi penelitian cukup banyak

2. Sebaiknya untuk tenaga kerja diberikan pelatihan/pembinaan terhadap alat berat batching plant. Serta melakukan evaluasi terhadap factor factor yang dapat menghambat produksi beton ready mix.
3. Untuk peneliti selanjutnya dianjurkan untuk melakukan penelitian berkelompok, karena dalam menggunakan variabel produktivitas batching plant tersebut banyak komponen yang memerlukan ketelitian dan kefokusannya, agar hasil waktu siklus lebih akurat.

Produksi Beton Readymix Metode Wetmix dan Drymix, Jurnal teknik Sipil Vol.13 (Hal 118-131). Politeknik Negeri Malang 2019

BIODATA PENULIS :

¹⁾**Ilham Surya Pratama, ST. Alumni (2022)**
Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik-Universitas Pakuan
(ilhamsurya414@gmail.com)

²⁾**Ir. Puji Wiranto, MT.** Staf Dosen pengajar Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik-Universitas Pakuan

³⁾**Ir. Hikmad Lukman, MT.** Staf Dosen pengajar Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik- Universitas Pakuan

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ahmad S, Kushartanto dan Junaedik, R. , Manajemen Persediaan Material Pada Industri Beton jadi (Readymix), Tugas Akhir, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta, 2000
- [2] Departemen Pekerjaan Umum, *Mengoperasikan Batching Plant sesuai dengan prosedur*, 2007
- [3] Harfaz,N. dan Wardhona,A. *Analisis Pengendalian Material pada Batching plant PT.Siam Cement Group (SCG) Readymix Indonesia Cabang Dupak Surabaya Menggunakan Metode Economic Order*.2017
- [4] Harkoni,A. Hardjasaputra,H. Simanjuntak,M. *Analisis Produktivitas Beton Readymix Di Banten Dan Jawa Barat Untuk Proyek Infrastruktur*.ISSN: 2459-9272
- [5] Komatsu, <https://komatsu.co.id>, 2020
- [6] Komatsu Ltd. *Spesification and application handbook 5th Edition*
- [7] Lestari, Irma, Analisis Produktivitas Batching Plant Menggunakan metode *Time Study*, Tugas Akhir, Universitas Islam Riau, Pekanbaru. 2021
- [8] Mulyono, Tri. *Teknologi Beton*. Yogyakarta. 2004
- [9] Rochmanhadi, Perhitungan Biaya Pelaksanaan Pekerjaan dengan Menggunakan Alat-alat berat, Departemen PU, Jakarta, 1986
- [10] Salim dan B. Santoso, *Optimalisasi Produksi Beton Readymix Dengan Metode Linear Programming*. Jurnal Mitra Teknik sipil: 65-71.2018
- [11] Suyanto, S Sugiharti, dan Fauzi, A.R. *Analisis Perbandingan Produktivitas*