

PRODUKTIVITAS TRUCK CONCRETE PUMP DAN TRUCK MIXER PADA PEKERJAAN PENGECORAN BETON READY MIX

I Wayan Jawat ¹⁾, Anak Agung Sagung Dewi Rahadiani¹⁾ dan Ni Komang Armaeni¹⁾

1) Jurusan Teknik Sipil, Universitas Warmadewa, Denpasar, Bali

jawatiwayan76@gmail.com

ABSTRACT

In determining the duration of a job, the things that need to be known are the volume of work and the productivity of the tool. The need for heavy equipment, especially in foundry work, needs to pay attention to the number of equipment to be used so that the number of truck concrete pumps and truck mixers to be used can be balanced. Based on this, the purpose of this study is to determine the productivity of construction equipment, especially truck concrete pumps and truck mixers in ready mix concrete casting jobs in accordance with the real conditions in the field. Data analysis method was carried out after the data collection in the field was obtained, then the analysis was carried out by performing direct calculations for cycle times for each activity of truck concrete pumps and truck mixers. Calculate the productivity of truck concrete pumps and truck mixers. Furthermore, the production capacity of truck concrete pumps and truck mixers is calculated. Calculating the duration of truck concrete pumps and determining the cost of using truck concrete pumps and truck mixers per hour. Based on the research, truck concrete pump productivity obtained was 0.521m³/minute while the productivity of the truck mixer was 0.835 m³/minute. This productivity was determined by cycle time, equipment conditions, work area conditions, work methods, work volume. The duration required by truck concrete pump to complete the ready mix concrete casting work on plates and beams with a volume of 65 m³ is 2.079 hours while the duration required by the truck mixer is 1.297 hours. The total truck concrete pump cost after being analyzed was obtained at IDR.376,765.21, while the total truck mixer cost was IDR.4,583,876.13.

Keywords: productivity, truck concrete pump, truck mixer, ready mix.

ABSTRAK

Dalam menentukan durasi suatu pekerjaan maka hal-hal yang perlu diketahui adalah volume pekerjaan dan produktivitas alat. Kebutuhan peralatan berat khususnya pada pekerjaan pengecoran, perlu memperhatikan jumlah alat yang akan dipergunakan sehingga antara jumlah truck concrete pump dan truck mixer yang akan digunakan dapat seimbang. Berdasarkan hal tersebut, maka tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui produktivitas alat konstruksi khususnya truck concrete pump dan truck mixer pada pekerjaan pengecoran beton ready mix sesuai dengan kondisi riil dilapangan. Metode analisis data dilakukan setelah pengumpulan data di lapangan didapat, selanjutnya dilakukan analisis dengan melakukan perhitungan langsung untuk waktu siklus untuk setiap kegiatan truck concrete pump dan truck mixer. Melakukan perhitungan produktivitas truck concrete pump dan truck mixer. selanjutnya dihitung kapasitas produksi truck concrete pump dan truck mixer. Menghitung durasi dari truck concrete pump dan menentukan biaya penggunaan truck concrete pump dan truck mixer perjam. Berdasarkan penelitian yang dilakukan diperoleh produktivitas truck concrete pump sebesar $0.521 \text{ m}^3/\text{menit}$ sedangkan produktivitas dari truck mixer sebesar $0.835 \text{ m}^3/\text{menit}$. Produktivitas ini ditentukan oleh waktu siklus, kondisi alat, kondisi area pekerjaan, metode pekerjaan, volume pekerjaan. Durasi yang dibutuhkan truck concrete pump untuk dapat menyelesaikan pekerjaan pengecoran beton ready mix pada plat dan balok dengan volume 65 m^3 adalah 2.079 jam sedangkan durasi yang dibutuhkan truck mixer adalah 1.297 jam. Biaya total truck concrete pump setelah dianalisis diperoleh sebesar Rp.376,765.21, sedangkan biaya total truck mixer diperoleh sebesar Rp.4,583,876.13.

Kata kunci: produktivitas, truck concrete pump, truck mixer, beton ready mix.

1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Semakin berkembangnya proyek konstruksi, maka semakin berkembang pula penggunaan teknologi peralatan konstruksi. Untuk pekerjaan pengecoran saat ini banyak digunakan beton *ready mix* dan peralatan yang diperlukan untuk mendukung kegiatan tersebut adalah truck concrete pump yang berfungsi untuk menyalurkan beton sampai ke area pengecoran. Sedangkan untuk mensuplai beton dari instalasi prosesing produksi beton digunakan *truck mixer*.

Banyaknya penggunaan alat berat pada pekerjaan pengecoran tentunya akan memperbesar biaya pelaksanaan pekerjaan, maka dari itu, pemakaian alat berat pada proyek sangat diperlukan khususnya pada pekerjaan pengecoran karena sangat membantu untuk menyelesaikan pengecoran agar waktu yang direncanakan dapat tercapai dengan maksimal. Kebutuhan peralatan berat khususnya pada pekerjaan pengecoran, perlu memperhatikan jumlah alat yang akan dipergunakan sehingga antara jumlah truck concrete pump dan truck mixer yang akan digunakan dapat seimbang. Hal ini juga diperhatikan apakah medan yang memadai untuk memasukkan *truck concrete pump* lebih dari satu memadai atau tidak

mengingat waktu pengecoran agar lebih efektif dan *truck mixer* yang menunggu juga tidak terlalu lama.

Salah satu yang menentukan keberhasilan suatu proyek adalah produktivitas. Secara teori, produktivitas adalah rasio antara output dengan input atau rasio antara hasil produksi dengan total sumber daya yang digunakan. Dalam proyek konstruksi, rasio produktivitas adalah nilai yang diukur selama proses konstruksi, dapat dipisahkan menjadi biaya tenaga kerja, material, uang, metode dan alat. Sukses atau tidaknya proyek konstruksi tergantung pada efektifitas pengelolaan sumber daya (Wulfram, 2005).

Produktivitas alat, dalam hal ini *concrete pump* outputnya adalah volume pekerjaan, sedangkan inputnya adalah waktu pompa efektif.

Dengan demikian, agar dapat mengetahui jumlah alat yang sebaiknya digunakan pada saat *truck concrete pump* bekerja melayani truck mixer maka perlu dilakukan peninjauan kembali secara khusus baik itu jumlah alat yang akan digunakan maupun besarnya biaya pelaksanaan dan waktu yang paling optimal.

Untuk itu menarik untuk mengkaji produktivitas alat pada pekerjaan beton *ready mix*.

1.2 Permasalahan Penelitian

Dari latar belakang tersebut, maka permasalahan yang peneliti angkat dalam penelitian ini adalah bagaimanakah menghitung produktivitas alat konstruksi pada pekerjaan pengecoran beton *ready mix*.

1.3 Tujuan Khusus Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini untuk mengetahui produktivitas alat konstruksi pada pekerjaan pengecoran beton *ready mix*

1.4 Manfaat Penelitian

1.4.1 Manfaat Teoritis

1. Meningkatkan pemahaman tentang penerapan teori produktivitas alat konstruksi pada pekerjaan pengecoran beton *ready mix*.
2. Sebagai sumbangan dalam pengembangan ilmu pengetahuan tentang penerapan teori produktivitas alat konstruksi pada pekerjaan pengecoran beton *ready mix* dan merupakan informasi bagi mereka yang tertarik dengan penelitian selanjutnya.

1.4.2 Manfaat Praktis

1. Sebagai sumbangan pemikiran bagi institusi pendidikan dalam

mengembangkan dan menerapkan pengetahuan tentang produktivitas alat konstruksi pada pekerjaan pengecoran beton *ready mix*.

2. Memberikan masukan terhadap hasil kajian yang dilakukan sebagai upaya peningkatan pemahaman manajerial dalam dunia konstruksi bagi kontraktor, konsultan dan supplier beton *ready mix* dalam pengelolaan proyek konstruksi sehingga mampu meningkatkan keunggulan kompetitif.

2 KAJIAN PUSTAKA

2.1 Alat Pemroses Beton

Pekerjaan dalam pembuatan beton meliputi:

1. Pengukuran berat setiap komponen beton.
2. Pencampuran bahan beton.
3. Pemindahan campuran beton.
4. Penempatan.
5. Konsolidasi.
6. Pengeringan.

Agar mencapai hasil yang baik campuran beton harus memenuhi beberapa kriteria, seperti kemudahan untuk dicampurkan dan dipindahkan, seragam,

tidak mengalami segregasi, dan memenuhi seluruh cetakan.

Dalam memproduksi beton secara massal peralatan untuk membuat beton sangat diperlukan. Pengadaan alat untuk membuat beton dilakukan agar produktivitas dapat ditingkatkan sehingga hasil beton perjam menjadi lebih besar. Selain itu juga keseragaman hasil dapat dipertahankan. Peralatan yang biasanya dipakai dalam proses pembuatan beton sampai beton tersebut ditempatkan adalah (Rostiyanti, 2008):

1. Peralatan pencampuran beton.
2. Peralatan pemindahan campuran beton.
3. Peralatan pengecoran

2.2 *Truck Concrete Pump*

Kegunaan dari pompa beton adalah menyalurkan bahan cor beton melalui sebuah saluran yang tertutup ke tempat pengecoran, hal ini karena campuran-campuran beton berupa cairan sehingga memungkinkan untuk dipompa, pemompaan ini melalui suatu pipa atau slang, pipa dan slang ini dapat dipasang kombinasi vertikal dan horizontal atau miring, akibatnya pemompaan merupakan metoda yang fleksibel untuk memindahkan campuran beton ke sembarang tempat pada bidang pengecoran, dan merupakan cara

yang paling cepat dibandingkan dengan pembawaan material beton cara lainnya.

Cara pompa beton telah dicoba pada pekerjaan pembuatan terowongan, yang nyatanya merupakan metoda yang cocok dari metoda-metoda pengecoran yang tersedia. Selain digunakan pada pembuatan terowongan, ternyata cara ini juga cocok untuk pengecoran jembatan lantai dan dinding yang panjang (misal pada stadion dan lain-lain) dan pada pokoknya cara ini cocok untuk kondisi lapangan yang sulit, seperti sempit dan sesak atau tidak terdapatnya jalan jika dioperasikan bucket dengan crane atau buggy.

2.2.1 *Waktu total truck concrete pump*

Waktu total truck concrete pump dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut (Limanto, 2010):

$$\text{Waktu total} = \text{waktu efektif} + \text{waktu delay (menit)} \dots\dots\dots(1)$$

Waktu efektif adalah waktu dimana concrete pump memompa beton cair untuk dialirkan ke segmen-segmen. Waktu delay adalah waktu dimana concrete pump berhenti melakukan pemompaan. Waktu *delay* ini bisa disebabkan bermacam-macam hal, seperti pemindahan pipa dari segmen 1 ke segmen 2, atau bisa juga pekerja yang bermalas-malasan.

2.2.2 Produktivitas *truck concrete pump*

Produksi didasarkan pada pelaksanaan volume yang dikerjakan per siklus waktu. Produktivitas *concrete pump* adalah volume *truck mixer* dibagi dengan waktu pompa efektif atau ditulis dalam perumusan sebagai berikut:

$$\text{Produktivitas} = \frac{\text{volume tiap segmen/waktu total}}{\dots\dots\dots(2)}$$

2.3 *Truck Mixer*

Truck mixer ini berguna untuk mengangkut *ready mix concrete* dari *batching plant* ke lokasi pengecoran. Biasanya *truck mixer* ini didalamnya diisi dengan bahan material kering dan air yang proses pengadukan (pencampuran) bahan material tersebut terjadi selama waktu transportasi ke lokasi pengecoran. Untuk mempertahankan stabilitas kekentalan beton cor yang berada dalam *truck-truck mixer* ini melalui proses agitasi atau memutar drum (tangki yang berada diatas *truck mixer*) yang bagian dalam drum tersebut dilengkapi dengan spiral pisau satu arah rotasi putaran, sebagai pengaduk material beton cor selama waktu transportasi ke lokasi pengecoran (Wior, 2015).

Ada beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam pengangkutan beton. Yang pertama adalah segregasi. Segregasi dapat terjadi pada saat pengangkutan beton

plastis. Untuk menghindari segregasi maka tinggi jatuh beton pada saat dikeluarkan dari atau dimasukkan kedalam drum mixer harus lebih kecil dari 1.5 m, kecuali jika menggunakan pipa. Faktor lainnya yaitu jarak tempuh pengangkutan (Rostiyanti, 2008):

2.3.1 Waktu siklus *truck mixer*

Menghitung siklus *truck mixer* hampir sama dengan *truck* jenis lainnya dengan menghitung waktu-waktu yang diperlukan yaitu (Rochmanhadi, 1984):

1. Waktu muat, yang diperlukan *batching plant* memuat beton ke *mixer* (Cms).
2. Waktu angkut beton ke lokasi proyek dan kembali dalam keadaan kosong ke lokasi produksi beton (tam)(tk).
3. Waktu bongkar muatan didaerah bongkaran yaitu waktu penuangan beton kedalam pompa beton untuk selanjutnya dituang ke tempat pengecoran (tb).
4. Waktu yang dibutuhkan *truck mixer* untuk mengambil posisi pembongkaran muatan dan menunggu untuk beton dituang kepompa (tt).

Jadi waktu siklus adalah:

$$C_m = C_{ms} + t_{am} + t_k + t_b + t_t$$

(menit).....(3)

2.3.2 Produktivitas *truck mixer*

Produksi per jam total dari beberapa *truck mixer* yang mengerjakan pekerjaan yang sama secara simultan dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$P = \{(60 \times E_t) / C_{mt}\} \times M.....(4)$$

dimana:

P = produksi

E_t = efisiensi kerja *truck mixer*

C_{mt} = waktu siklus *truck mixer*
(menit)

M = jumlah *truck mixer* yang bekerja

2.4 Perhitungan Durasi/Waktu

Dalam perhitungan durasi waktu harus diketahui kebutuhan akan komposisi sumber daya manusia sesuai keahlian, kebutuhan kepastian sumber daya manusia dan volume untuk masing – masing jenis pekerjaan, dengan memperhatikan ketersediaan sumber daya dan metode kerja. Dalam menentukan nilai durasi (d), salah satunya dapat diambil dari daftar analisa. Untuk menentukan besarnya durasi (d) untuk masing-masing jenis pekerjaan dapat dihitung dengan rumus berikut (Kamarwan, 1998) :

$$d = V / P(5)$$

atau

$$d = K1 / K2.....(6)$$

$$K1 = K_t \times V.....(7)$$

Dari hasil perhitungan durasi, maka durasi (d) yang dipilih adalah durasi yang terbesar untuk menyelesaikan item pekerjaan.

dimana:

d = durasi

V = volume

P = produktivitas berdasarkan komposisi sumber daya untuk menyelesaikan persatuan volume sesuai daftar analisa (1 m³/hari, 1 m²/hari dan 1 m/hari).

K_t = kebutuhan komposisi sumber daya per satuan volume (sesuai dengan daftar analisa yang berlaku)

K_1 = kebutuhan komposisi sumber daya keseluruhan

K_2 = Komposisi sumber daya yang tersedia.

2.5 Perhitungan Durasi/Waktu

Yang dimaksud dengan biaya pemilikan adalah biaya yang menunjukkan jumlah biaya depresiasi, biaya bunga modal, biaya manajemen (Asiyanto, 2008):

1. Biaya depresiasi

$$\text{Depresiasi} = D/a \text{ (Rp/jam)}.....(8)$$

D = depresiasi untuk 1 tahun yang bersangkutan (rupiah)

a = standar jam kerja pertahun (jam)

Untuk menghitung D dapat dilakukan dengan cara metode *Straight Line Method* artinya pada sistem ini, depresiasi alat dihitung secara merata untuk tiap tahun, jadi deprisiasinya sama setiap tahun, artinya nilai deprisiasi alat pada umur tahun pertama, kedua, ketiga dan selanjutnya dihitung sama (merata).

2. Biaya bunga modal

Bunga Modal = $\{(i \times N)/a\}$ (Rp./jam).....(9)

i = ketetapan bunga satu tahun dalam %

N = nilai buku alat pada awal tahun yang bersangkutan (rupiah)

a = standar jam kerja pertahun (jam)

3. Biaya manajemen

Biaya Manajemen = $\{m \times A\}/a$ (Rp/jam).....(10)

m = faktor dalam %, biasanya diambil 5%.

A = harga beli alat (rupiah)

a = standar jam kerja pertahun (jam)

4. Biaya operasi alat

Biaya operasi alat adalah semua biaya yang ada dikeluarkan untuk pelaksanaan operasi alat. Adapun biaya-biaya operasi alat tersebut adalah:

a. Biaya bahan bakar

Bahan bakar = $F \times \{0.3$ (premium) atau 0.2 (solar) $\} \times h$ (Rp/jam).....(11)

h = harga bahan bakar per liter (Rp.)

F = faktor efisiensi (60% - 80%)

b. Biaya minyak pelumas

Minyak Pelumas = $\{(F/195.5) + (C/t)\} \times h$ (Rp/jam)(12)

F = faktor

C = isi carter mesin, gear *box* dan lain-lain (liter)

t = waktu antara penggantian minyak pelumas (jam).

h = harga minyak pelumas per liter (Rp.)

c. Biaya minyak hidrolik

Minyak hidrolik = $\{1.2 (C/t)\} \times h$ (Rp/jam).....(13)

C = kapasitas isi minyak hidrolik (liter)

t = waktu antara penggantian minyak hidraulik (jam)

h = harga minyak hidraulik per liter (Rp.)

d. Biaya gemuk (*grease*)

$G = g \times h$ (Rp/jam).....(14)

G = kebutuhan *grease* (kg/jam)

h = harga *grease* per kg (Rp.)

5. Biaya operator per jam

Biaya operator, bergantung jumlah tenaga yang dikerjakan pada satu alat dan bergantung sistem penggajian perusahaan yang bersangkutan.

6. Biaya perbaikan/pemeliharaan

Total biaya pemeliharaan/perbaikan suatu alat sampai dengan umur ekonominya sulit ditetapkan karena bergantung banyak faktor. Total biaya perbaikan untuk alat berat yang bekerja berat = 90% harga alat, sedangkan untuk alat yang bekerja ringan = 60% harga alat. Penyebaran biaya perbaikan pertahun dibuat menurun sesuai dengan jumlah digit tahun. Biaya perbaikan perjam, dibagi standar jam kerja per tahun.

Biaya perbaikan ini termasuk semua suku cadang dan mekanik.

Biaya perbaikan = {harga alat x 90% (kerja berat)/60% (kerja ringan)}/standar jam kerja alat per tahun (Rp/jam).....(15)

3 METODOLOGI

3.1 Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian digunakan untuk mengukur nilai variabel yang diteliti. Instrumen-instrumen ini dapat dijadikan dasar dalam proses penelitian ini. Untuk mengetahui instrumen, maka perlu diketahui dahulu permasalahan-permasalahan yang muncul berkaitan dengan penggunaan *truck concrete pump* dan *truck mixer*. Berikut ini beberapa instrument penelitian selama penelitian dilakukan:

1. *List* pencatatan waktu siklus *truck concrete pump*.
2. *List* pencatatan waktu siklus *truck mixer*.

Beberapa instrumen penelitian dapat dirinci:

1. *Truck concrete pump*:
 - a. *Type*/kapasitas alat, volume pekerjaan, tenaga kerja.
 - b. *Cycle time*: waktu efektif, waktu tunggu, waktu total.
2. *Truck mixer*:

- a. *Type*/kapasitas alat, volume pekerjaan, tenaga kerja.
- b. *Cycle time*: waktu muat, waktu angkut, waktu tunggu, waktu dumping, waktu kembali, waktu total.

Instrumen pendukung prosesing beton *ready mix* di *batching plant* seperti *circle time* peralatan yang digunakan, diperlukan untuk memberikan gambaran lebih detail sebelum proses pengangkutan beton dilakukan ke lokasi pekerjaan pengecoran di lapangan. Penyusunan instrumen operasi alat diperlukan untuk mengetahui biaya operasi alat. Instrumen yang dimaksud list mengenai: jenis alat, *type*/kapasitas alat, harga alat, tahun pembelian, biaya bahan bakar, pelumas, minyak hidrolik, gemuk, operator.

Diharapkan dengan dilakukan penelitian ini dapat memberikan gambaran secara menyeluruh tentang permasalahan mengenai penggunaan truck concrete pump dan truck mixer pada pelaksanaan pekerjaan konstruksi dan dapat ditemukan solusi dari permasalahan tersebut.

3.2 Metode Pengambilan Data

Dalam metode pengambilan data untuk produktivitas penggunaan *truck concrete pump* dan *truck mixer* pada

pekerjaan pengecoran, digunakan beberapa cara yaitu:

1. Metode wawancara

Metode wawancara ini dilakukan dengan cara menanyakan informasi mengenai *type*/spesifikasi alat, harga baru *truck concrete pump* dan *truck mixer*, kebutuhan pelumas dan *grease truck concrete pump* dan *truck mixer* kepada operator dan mekanik.

2. Metode studi pustaka

Metode studi pustaka ini dilakukan dengan mencari literatur yang berhubungan dengan topik yang diangkat atau dibahas didalam penelitian ini.

3. Metode observasi

Metode observasi dilakukan dengan cara pengamatan *survey* waktu siklus dari *truck concrete pump* dan *truck mixer* yang akan ditinjau guna untuk mendapatkan produktivitas dari *truck concrete pump* dan *truck mixer* tersebut dengan cara *survey* langsung ke lapangan.

3.3 Metode Analisis Data

Dalam menganalisa data yang ada diperlukan metode analisis yaitu suatu cara atau metode yang dipakai untuk menganalisa data dengan berpedoman pada pustaka yang ada, untuk memperoleh solusi

dari tujuan penelitian. Berikut ini langkah-langkah metode menganalisis data sebagai berikut:

1. Melakukan perhitungan langsung untuk waktu siklus untuk setiap kegiatan *truck concrete pump* dan *truck mixer*.
2. Melakukan perhitungan produktivitas *truck concrete pump* dan *truck mixer*. Berdasarkan data teknis lapangan, dapat dihitung kapasitas produksi *truck concrete pump* dan *truck mixer*.
3. Menghitung durasi dari *truck concrete pump*.
4. Menentukan biaya penggunaan *truck concrete pump* dan *truck mixer* per jam.

3.4 Prosedur Penelitian

Untuk memperlancar kegiatan penelitian, tahapan yang dilaksanakan sebagai berikut:

1. Pengumpulan data dasar penelitian dilakukan dengan survey wawancara mendalam dan mengambil dokumen data yang telah ada sebagai pendukung awal.
2. Data dari lapangan kemudian diolah dalam bentuk perhitungan

sistematis yang saling berkait dan untuk selanjutnya dipakai sebagai dasar analisis.

3. Berdasarkan suatu rumus yang digunakan diambil dari studi pustaka selanjutnya dilakukan analisis data. Hasil dari analisis data tersebut dipakai sebagai dasar dalam menentukan produktivitas alat dan perhitungan biaya alat dan pembuatan simpulan, selanjutnya diberikan saran-saran bila dianggap perlu.

Untuk dapat lebih mengarahkan pada jalannya penelitian dan dapat menghasilkan hasil penelitian yang cermat dan teliti, maka dibutuhkan adanya prosedur penelitian sebagai pedoman dalam pelaksanaannya.

4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisa Proses Produksi *Ready Mix*

Pada perusahaan industri *ready mix* PT. AJB menerapkan konsep sistem produksi yaitu mengolah input menjadi output. Input dalam proses ini adalah agregat kasar, agregat halus, bahan tambahan (*additive*), semen dan air. Sedangkan outputnya adalah berupa beton *ready mix*.

Proses produksinya dapat dianalisa sebagai berikut:

Material dasar pembentuk beton *ready mix* seperti agregat kasar, agregat halus ditempatkan di *stock pile* dalam area perusahaan dan diatur penempatannya sedemikian rupa sehingga jenis material yang digunakan tidak tercampur satu dengan yang lainnya. Material ini diangkut dengan menggunakan *wheel loader* dan dituangkan ke dalam *bin* sesuai dengan jenis material. Dalam penelitian ini waktu siklus *loader* mengangkut dari *stock pile* hingga menuangkannya ke dalam *bin* dicatat dengan seksama dan didapat waktu siklus seperti dalam Tabel 1.

Tabel 1. Waktu Siklus Loader

No	Uraian	Waktu siklus (menit)
1	Tahap I	0.347
2	Tahap II	0.327
3	Tahap III	0.415
Rerata		0.363

Waktu siklus ini bisa berbeda tergantung dari beberapa faktor seperti: keterampilan operator, kondisi peralatan, kondisi lingkungan kerja dan jarak angkut.

Untuk menghitung produktivitas dari *wheel loader* ini dapat digunakan rumus = $(V \times F_b \times F_a \times 60) / F_s = (1.5 \times 0.85 \times 0.83 \times 60) / 0.363 = 174.917 \text{ m}^3/\text{jam}$

Proses selanjutnya adalah penimbangan material pembentuk beton seperti agregat kasar (koral), agregat halus

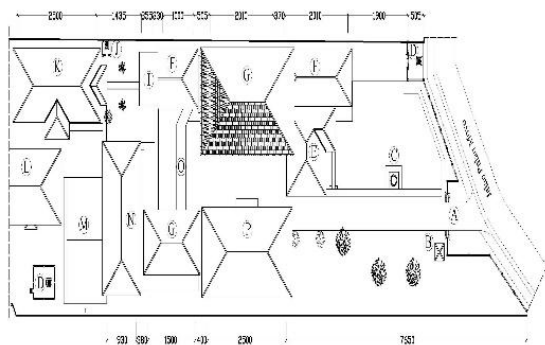
(pasir), bahan tambahan, semen dan air. Setelah agregat melewati proses penimbangan mekanis dengan *belt conveyor* dimasukkan ke dalam *mixer*. Proses berikutnya air dimasukkan melalui pipa. Air ini berasal dari sumur yang dipompa dengan tekanan tinggi. Sedangkan zat *additive* dimasukan bersamaan dengan air. Selanjutnya setelah melalui proses penimbangan yang terdapat dibawah silo semen dimasukan ke *mixer*. Waktu dibutuhkan selama proses ini dalam penelitian seperti dalam Tabel 2.

Tabel 2. Waktu Penakaran di batching plant

No	Tahap penakaran	Waktu penakaran (menit)	Waktu memasukkan ke dalam <i>mixer</i> (menit)	Waktu total (menit)
1	Tahap 1	1.30	5.38	7.08
2	Tahap 2	1.30	5.43	7.13
3	Tahap 3	1.30	5.41	7.11
4	Tahap 4	1.30	5.43	7.13
5	Tahap 5	1.30	5.42	7.12
6	Tahap 6	1.30	5.42	7.12
7	Tahap 7	1.30	5.41	7.11
8	Tahap 8	1.30	5.44	7.14
9	Tahap 9	1.30	5.43	7.13
10	Tahap 10	1.30	5.43	7.13
11	Tahap 11	1.30	5.40	7.10
Rerata				7.12

Waktu yang dibutuhkan dalam proses penimbangan/penakaran hingga material hingga keseluruhan material dituangkan ke *truck mixer* adalah 7.12 menit. Produktivitas dari batching plant dapat dihitung dengan rumus = $(V \times F_a \times 60) / (1000 \times T_s) = (1200 \times 0.83 \times 60) / (1000 \times 7.12) = 3.034 \text{ m}^3/\text{jam}$.

4.2 Analisa Tempat Pengecoran



Gambar 1. Lokasi Pengecoran Beton Ready Mix

Gambar 1 menunjukkan pengecoran beton *ready mix* dilakukan pada pelat lantai dua dan balok pada proyek. Dengan kondisi yang ada disekitar lokasi pengecoran dan dengan mempertimbangkan akses jalan keluar masuk sehingga pemilihan penggunaan *truck mixer* kapasitas 7 m³ memungkinkan untuk dipakai mengangkut beton *ready mix* dari *batching plant*. Demikian pula pemakaian *truck concrete pump* dapat menjangkau lokasi pengecoran. Pengaturan keluar masuk *truck mixer* dilakukan untuk menghindari kemacetan yang terjadi pada akses jalan ke lokasi pengecoran. Sebelum pekerjaan pengecoran dilakukan, semua bagian-bagian yang dicor terlebih dahulu harus dibersihkan dari segala kotoran seperti: potongan kayu, batu, sisa beton, tanah, kotoran serbuk gergaji, potongan kawat pengikat dan lain-lain, dan dibasahi dengan

air semen. Tinggi jatuh dari beton yang dicor tidak lebih dari 7.00 m.

Bekisting yang digunakan harus menghasilkan konstruksi akhir yang mempunyai bentuk, ukuran dan batas-batas yang sesuai dengan gambar rencana. Bekisting harus rapat dan kokoh sehingga tidak terjadi kebocoran adukan beton *ready mix*. Bekisting yang digunakan adalah dari bahan yang baik dan tidak meresap air direncanakan sedemikian rupa agar mudah dilepaskan dari beton tanpa menyebabkan kerusakan pada bagian beton yang dicor.

Konstruksi perancah yang digunakan harus mampu untuk mendukung acuan dan beton yang belum mengeras. Untuk itu perancah yang digunakan merupakan konstruksi yang kokoh, kuat dan terhindar dari bahaya pengerusan, dan penurunan.

4.3 Perhitungan Produktivitas Peralatan

Dalam merencanakan peralatan untuk pekerjaan konstruksi, perhitungan produktivitas alat yang digunakan merupakan komponen yang sangat penting. Produktivitas merupakan perbandingan antara out put dan input, hasil yang didapat (output) dengan seluruh sumber daya yang digunakan (input). Produktivitas alat tergantung pada kapasitas dan waktu siklus alat.

4.3.1 Perhitungan produktivitas *truck concrete pump*

Pada pembahasan ini produktivitas adalah perbandingan antara kegiatan (output) dan masukan (input). Dalam hal ini yang disebut output adalah luasan dari segmen-segmen untuk tiap area pengecoran, sedangkan input adalah waktu. Waktu dalam perhitungan produktivitas pengecoran meliputi: waktu efektif, waktu delay dan waktu total.

Waktu efektif adalah waktu yang dibutuhkan *concrete pump* untuk memompa beton *ready mix* dan mengalirkan ke bagian yang di cor. Waktu *delay* adalah waktu ketika *concrete pump* berhenti melakukan pemompaan. Waktu total adalah jumlah waktu efektif dan waktu *delay*.

Untuk menghitung produktivitas *truck concrete pump* pada proyek penelitian ini, terlebih dahulu dihitung waktu siklus alat berdasarkan hasil pencatatan dilapangan dengan menggunakan Persamaan 1. Setelah dihitung, diperoleh hasil seperti dalam Tabel 3.

Setelah mendapatkan waktu siklus pengecoran, selanjutnya dapat dihitung produktivitas sebagai berikut:

Produktivitas alat = volume/waktu total. Produktivitas = $65 \text{ m}^3/124.79 \text{ menit} = 0.521 \text{ m}^3/\text{menit}$.

Tabel 3. Waktu Siklus *Truck Concrete Pump*

No	Tahap pengecoran	Waktu efektif (menit)	Waktu delay (menit)	Waktu total (menit)
1	Tahap 1	7.26	3.21	10.47
2	Tahap 2	7.05	3.07	10.12
3	Tahap 3	7.15	3.45	10.60
4	Tahap 4	7.18	3.48	10.66
5	Tahap 5	7.23	4.18	11.41
6	Tahap 6	6.28	4.02	10.30
7	Tahap 7	10.52	2.43	13.35
8	Tahap 8	7.42	2.19	10.01
9	Tahap 9	7.48	1.42	8.90
10	Tahap 10	9.23	6.21	15.44
11	Tahap 11	6.14	7.39	13.53
Waktu total siklus				124.79

4.3.2 Perhitungan produktivitas *truck mixer*

Untuk menghitung produktivitas dari *truck mixer*, maka perlu dihitung terlebih dulu waktu siklus dari *truck mixer* mulai dari *batching plant* hingga ke lokasi pengecoran dan kembali lagi ke *batching plant*. Menghitung siklus *truck mixer* dengan menggunakan Persamaan 3. Sehingga mendapatkan hasil seperti Tabel 4

Tabel 4. Waktu Siklus *Truck Mixer*

No	Truck	Waktu muat beton ke truck mixer (menit)	Waktu angkut ke lokasi proyek (menit)	Waktu tunggu (menit)	Waktu tuang ke concrete pump (menit)	Waktu kembali ke pabrik beton (menit)	Waktu tunggu untuk dimuati (menit)	Waktu total (menit)
1	Truck 1	5.38	15.11	3.28	6.47	15.07	3.00	48.31
2	Truck 2	5.43	14.43	4.09	6.23	13.11	4.14	47.43
3	Truck 3	5.41	15.16	4.21	6.13	14.27	3.38	48.56
4	Truck 4	5.43	15.30	4.18	6.20	15.15	3.58	50.24
5	Truck 5	5.42	14.56	3.48	6.26	15.21	4.09	49.02
6	Truck 6	5.42	15.46	4.02	6.03	15.03	5.17	51.13
7	Truck 7	5.41	17.05	2.43	10.25	17.23	4.03	56.40
8	Truck 8	5.44	17.19	4.37	7.15	17.49	4.19	56.23
9	Truck 9	5.43	19.09	4.43	7.23	20.01	4.23	60.42
10	Truck 10	5.43	19.20	6.21	9.00	19.38	4.36	63.58
11	Truck 11	5.40	19.53	7.39	5.42	19.57	4.15	61.46
Waktu total siklus								592.78

Setelah waktu siklus truck mixer diperoleh, selanjutnya dapat dihitung produktivitas dari *truck mixer*. Dengan pemeliharaan mesin *truck mixer* dilakukan dengan baik dan kondisi alat saat operasi baik, maka efisiensi alat adalah 0.75 sesuai dengan tabel, sehingga produktivitas dari truck mixer adalah $P = (60 \times 0.75/592.78) \times 11 = 0.835 \text{ m}^3/\text{menit}$.

4.3.3 Perhitungan Durasi

1. Perhitungan durasi *truck concrete pump*

Untuk menentukan besarnya durasi (d) pekerjaan pengecoran plat dan balok dapat dihitung: $d = 65/0.835 = 124.76$ menit atau 2.079 jam.

Jadi durasi yang dibutuhkan *truck concrete pump* untuk dapat menyelesaikan pekerjaan pengecoran beton *ready mix* pada plat dan balok dengan volume 65 m^3 adalah 2.079 jam.

2. Perhitungan durasi *truck mixer*

Untuk menentukan besarnya durasi (d) pekerjaan pengecoran plat dan balok dapat dihitung: $d = 65/0.835 = 77.844$ menit atau 1.297 jam

Jadi durasi yang dibutuhkan *truck mixer* untuk dapat menyelesaikan pekerjaan pengecoran beton *ready mix* pada plat dan balok dengan volume 65 m^3 adalah 1.297 jam.

4.4 Perhitungan Produktivitas Peralatan

Biaya pemilikan adalah biaya yang menunjukkan jumlah biaya depresiasi, biaya bunga modal, biaya manajemen (Asiyanto, 2008).

4.4.1 Perhitungan biaya depresiasi alat

Depresiasi merupakan penurunan nilai yang disebabkan oleh bertambahnya umur alat, adanya keausan, kerusakan atau pengurangan. Penyusutan peralatan berjalan terus hingga akhir umur ekonomis alat.

1. Biaya depresiasi *truck concrete pump*

Untuk menghitung biaya depresiasi *truck concrete pump* digunakan Persamaan 8, sehingga depresiasi *truck concrete pump* didapat: $\text{Rp.}180,000,000.00/1400 \text{ jam} = \text{Rp.}128,571.00/\text{jam}$.

2. Biaya depresiasi *truck mixer*

Untuk menghitung biaya depresiasi *truck concrete mixer* digunakan Persamaan 8, sehingga depresiasi *truck mixer* didapat: $\text{Rp.}100,000,000.00/1400 \text{ jam} = \text{Rp.}71,429.00/\text{jam}$.

4.4.2 Perhitungan biaya bunga modal

Bunga modal adalah bunga dari seluruh biaya yang harus dikeluarkan untuk memiliki alat, termasuk biaya asuransi dan

gudang. Bunga modal dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan 9.

1. Bunga modal *truck concrete pump*

Bunga modal untuk *truck concrete pump* = $(10 \% \times \text{Rp.}900,000,000.00)/1400 \text{ jam} = \text{Rp.}64,286.00/\text{jam}$.

2. Bunga modal *truck mixer*

Bunga modal untuk *truck mixer* = $(10 \% \times \text{Rp.}500,000,000.00)/1400 = \text{Rp.} 35,714.00/\text{jam}$

4.4.3 Perhitungan biaya manajemen

Biaya manajemen dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan 10, sehingga biaya untuk masing-masing adalah:

1. Biaya manajemen *truck concrete pump*

Biaya manajemen *truck concrete pump* = $(5 \% \times \text{Rp.} 900,000,000.00)/1400 = \text{Rp.}32,143.86/\text{jam}$.

2. Biaya manajemen *truck mixer*

Biaya manajemen *truck mixer* = $(5 \% \times \text{Rp.} 500,000,000.00)/1400 = \text{Rp.} 17,857.14/\text{jam}$

4.5 Perhitungan Biaya Operasi Alat

Biaya operasi alat adalah semua biaya yang dikeluarkan untuk pelaksanaan pengoperasian alat, yang terdiri dari: biaya bahan bakar, biaya minyak pelumas, biaya

minyak hidrolik, biaya gemuk (*grease*), dan biaya operator.

$$(14/2000) \times \text{Rp.20,000,00} = \text{Rp.1,476.73/jam.}$$

4.5.1 Perhitungan biaya bahan bakar

1. Biaya bakar untuk *truck concrete pump*

Biaya bakar untuk *truck concrete pump* dapat dihitung dengan Persamaan 11, sehingga biaya bakar untuk *truck concrete pump* = 60 % x 0.2 x Rp.5,500.00 = Rp.660.00/jam.

2. Biaya bakar untuk *truck mixer*

Biaya bakar untuk *truck mixer* dapat dihitung dengan Persamaan 11, sehingga biaya bakar untuk *truck mixer* = 75 % x 0.2 x Rp.5,500.00 = Rp. 825.00/jam.

4.5.2 Perhitungan biaya minyak pelumas

Biaya minyak pelumas dihitung dengan menggunakan Persamaan 12. Biaya minyak pelumas adalah:

1. Biaya minyak pelumas untuk *truck concrete pump*

Biaya minyak pelumas untuk *truck concrete pump* = (60 %/195.5) + (14/1400) x Rp.20,000.00 = Rp.261.38/jam.

2. Biaya minyak pelumas untuk *truck mixer*

Biaya minyak pelumas untuk *truck mixer* = (75%/195.5) +

4.5.3 Perhitungan biaya minyak hidrolik

Biaya minyak hidrolik dihitung dengan menggunakan Persamaan 13. Biaya minyak hidrolik adalah:

1. Biaya minyak hidrolik untuk *truck concrete pump*

Biaya minyak hidrolik untuk *truck concrete pump* = (1.2 x (100/1400) x Rp.18,000.00 = Rp.1,542.86/jam.

2. Biaya minyak hidrolik untuk *truck mixer*

Biaya minyak hidrolik untuk *truck mixer* = (1.2 x (25/2000) x Rp.18,000.00 = Rp.2,700.00/jam.

4.5.4 Perhitungan biaya gemuk (*grease*)

Biaya gemuk dihitung dengan menggunakan Persamaan 14. Biaya gemuk adalah:

1. Biaya gemuk untuk *truck concrete pump*

Biaya gemuk untuk *truck concrete pump* = 5 x Rp.45,000.00 = Rp. 225,000.00/jam.

2. Biaya gemuk untuk *truck mixer*

Sehingga biaya gemuk untuk *truck mixer* = 5 x Rp.45,000.00 = Rp.225,000.00/jam.

4.5.5 Perhitungan biaya operator

1. Biaya operator untuk *truck concrete pump*

Biaya operator untuk *truck concrete pump* adalah Rp.250,000.00/8 jam per orang = Rp.31,250.00/orang.

2. Biaya operator untuk *truck mixer*

Biaya operator untuk *truck mixer* adalah Rp.150,000.00/8 jam per orang = Rp.18,750.00/orang.

4.5.6 Perhitungan biaya perbaikan/pemeliharaan

Biaya perbaikan untuk peralatan yang bekerja berat adalah 90 % dari harga alat sedangkan untuk peralatan yang bekerja ringan adalah 60 % dari harga alat.

1. Biaya perbaikan/pemeliharaan untuk *truck concrete pump*

Biaya perbaikan = (60 % x harga alat)/1400 = (60 % x Rp.900,000,000.00)/1400 = Rp.385,714.27/jam.

2. Biaya perbaikan/pemeliharaan untuk *truck mixer*

Biaya perbaikan = (60 % x harga alat)/1400 = (60 % x Rp.500,000,000.00) / 2000 = Rp.150,000.00/jam.

4.6 Biaya Total *Truck Concrete Pump dan Truck Mixer*

Biaya pemakaian *truck concrete pump* dan *truck mixer* dihitung berdasarkan kebutuhan biaya untuk mengoperasikan alat per jam efektif. Komponen biaya yang harus dikeluarkan meliputi biaya kepemilikan, biaya operasi alat dan biaya perbaikan/pemeliharaan.

4.6.1 Biaya total *truck concrete pump*

Dalam penelitian ini *truck concrete pump* yang digunakan adalah type Isuzu IHI ipf/10-100 standart sebanyak 1 buah. Biaya total *truck concrete pump* = biaya kepemilikan + biaya operasi + biaya perbaikan/pemeliharaan. Sehingga biaya total *truck concrete pump* per jam = Rp.376,765.21.

4.6.2 Biaya total *truck mixer*

Dalam penelitian ini *truck mixer* yang digunakan adalah type FM 260 TI Hino 500HINO sebanyak 11 buah. Biaya total *truck mixer* = biaya kepemilikan + biaya operasi + biaya perbaikan/pemeliharaan. Sehingga biaya total *truck mixer* per jam = Rp.4,583,876,13.

5 SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil kajian yang dilakukan, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Produktivitas *truck concrete pump* diperoleh sebesar 0.521 m³/menit.
2. Produktivitas dari *truck mixer* diperoleh sebesar 0.835 m³/menit.
3. Durasi yang dibutuhkan *truck concrete pump* untuk dapat menyelesaikan pekerjaan pengecoran beton *ready mix* pada plat dan balok dengan volume 65 m³ adalah 2.079 jam.
4. Durasi yang dibutuhkan *truck mixer* adalah 1.297 jam.
5. Biaya total *truck concrete pump* type Isuzu IHI ipf/10-100 standart setelah dianalisis termasuk biaya kepemilikan, biaya operasi, biaya perbaikan/pemeliharaan diperoleh sebesar Rp.376,765.21.
6. Biaya total *truck mixer* setelah dianalisis diperoleh sebesar Rp.4,583,876.13.

5.2 Saran

1. Untuk mendapatkan produktivitas alat pada pekerjaan pengecoran beton *ready mix*, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut pada area yang lain dengan kapasitas alat yang berbeda serta melakukan kajian model

pembiayaan yang paling optimum peralatan pengecoran beton *ready mix*.

2. Sebelum melakukan pengecoran dengan menggunakan beton *ready mix*, ada beberapa hal yang perlu diperhatikan sehubungan dengan penggunaan *concrete truck mixer* di lapangan:

Perlu adanya koordinasi antara pengawas lapangan dengan site manager khususnya mengenai perhitungan volume beton yang diperlukan pada saat pengecoran. Hal ini sangat penting dilakukan agar volume beton yang dipesan sesuai dengan rencana kebutuhan.

Jarak lokasi pengecoran dengan lokasi perusahaan beton *ready mix* berada serta waktu tempuh yang diperlukan *truck mixer* dari perusahaan beton *ready mix* untuk sampai ke lokasi pengecoran. Hal ini sangat penting diketahui, agar perusahaan beton *ready mix* dapat memperkirakan waktu siklus satu *truck mixer* yang akan dikirim ke lokasi pengecoran karena berpengaruh terhadap produktivitas alat.

6 DAFTAR PUSTAKA

- Asiyanto. (2008). *Manajemen Alat Berat Untuk Konstruksi*. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Kamarwan, S. (1998). *Ilmu Manajemen Konstruksi Untuk Perguruan Tinggi*. Jakarta: Universitas Tarumanegara.
- Limanto, S. (2010). *Analisa Produktivitas Concrete Pump pada Proyek Bangunan Tinggi*. Surabaya: Universitas Kristen Petra.
- Rochmanhadi, I. (1984). *Perhitungan Biaya Pekasanaan Pekerjaan Dengan Menggunakan Alat Berat*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- Rostiyanti, S. F. (2008). *Alat Berat untuk Proyek Konstruksi, cetakan kedua*. Jakarta: PT. Rineka Cipta.
- Wior, M. H. (2015). Analisa Kelayakan Investasi Ready Mix Concrete di Provinsi Sulawesi Utara. *Jurnal Sipil Statik*, 3(7), 492-500.
- Wulfram, I. E. (2005). *Manajemen Proyek Konstruksi*. Yogyakarta: Andi Offset.