

OPTIMASI PELAKSANAAN PENGECORAN ANTARA BETON *SITE MIX* DAN *READY MIX* DARI *BATCHING PLANT* PADA PEKERJAAN PENGENDALIAN BANJIR SUNGAI BOLANGO KOTA GORONTALO

Gustina¹, M. Yusuf Tuloli^{2*} dan Aryati Alitu³

¹Fakultas Teknik, Universitas Negeri Gorontalo², Indonesia; ³

*Penulis yang sesuai, Diterima: 24 Sep. 2021, Direvisi: 27 Sep. 2021, Diterima: 30 Sep. 2021

ABSTRAK - Beton merupakan salah satu item yang sangat penting dalam pembuatan sebuah konstruksi bangunan saat ini. Tak jarang kita jumpai pembangunan misalkan jalan, jembatan ataupun bangunan lainnya yang menggunakan beton dalam pembuatannya. Secara umum, terdapat perbedaan proses pembuatan beton *site mix* dengan beton *ready mix*. Beton *site mix* menggunakan tenaga manusia, sedangkan beton *ready mix* menggunakan tenaga mesin yang dikontrol oleh sistem komputerisasi dan dibuat langsung ditempat produksi yang disebut *batching plant*. Tujuan dalam penelitian ini adalah untuk menganalisis perbandingan biaya dan waktu dari pengecoran *site mix* dan *ready mix*. Metode pengumpulan data yaitu melakukan pengamatan secara langsung di lapangan serta wawancara terhadap pihak terkait. Pengolahan data dalam penelitian ini adalah menganalisis waktu pekerjaan serta menghitung optimasi biaya. Berdasarkan hasil analisis menunjukkan bahwa pengecoran balok tarik pada CCSP (*Corrugated Concrete Sheet Pile*) menggunakan beton *site mix* memiliki total biaya Rp. 2.167.427.922 sedangkan biaya menggunakan *ready mix* sebesar Rp. 1.956.456.000. Waktu pengecoran *Site Mix* yaitu 117 jam atau 15 hari, sedangkan waktu untuk *ready mix* 109,09 jam atau 14 hari. Dalam hal pekerjaan pengecoran balok didapatkan selisih biaya sebesar Rp. 210.971.922 dan selisih waktu selama 7,91 jam atau sehari.

Kata kunci : *Site Mix, Ready Mix, Batching Plant*

1. PENDAHULUAN

Beton merupakan campuran agregat halus, agregat kasar, semen dan air dengan atau tanpa bahan tambahan lainnya. Pengadukan beton secara masinal melalui dua jenis yaitu, beton *site mix* dan *ready mix* [1]

Secara umum, terdapat perbedaan proses pembuatan beton *site mix* dengan beton *ready mix*. Penggunaan beton *site mix* dan *ready mix* banyak dipakai oleh para pemilik proyek di Indonesia, termasuk pemilik proyek di Provinsi Gorontalo. Awalnya, pengerjaan beton di Gorontalo hanya menggunakan *site mix*. Namun, sejak berdirinya perusahaan yang memproduksi beton *ready mix* di Gorontalo, penggunaan beton *ready mix* mulai dikenal dan digunakan oleh pemilik proyek.

Tujuan dilakukan penelitian ini antara lain:

1. Mengevaluasi selisih waktu pengecoran antara beton *site mix* dan *ready mix* dari *batching plant* pada pekerjaan pengendali banjir sungai Bolango, Kota Gorontalo.
2. Menganalisis besar perbandingan biaya antara beton *site mix* dan *ready mix* dari *batching plant* pada pekerjaan pengendalian banjir sungai Bolango, Kota Gorontalo.

2. KAJIAN TEORITIS

2.1 Banjir

Banjir adalah suatu kondisi dimana tidak tertampungnya air dalam saluran pembuang atau terhambatnya aliran air dalam saluran pembuang, sehingga meluap dan menggenangi daerah (dataran banjir) sekitarnya. Banjir merupakan peristiwa alam yang dapat menimbulkan kerugian harta benda serta dapat pula menimbulkan korban jiwa [2].

2.2 Sistem Pengendalian Banjir

Kegiatan pengendalian banjir meliputi aktivitas mengenali besarnya debit banjir, mengisolasi daerah genangan banjir, serta mengurangi elevasi air banjir.

Pengendalian banjir dapat dilakukan dengan berbagai cara, namun yang penting adalah pertimbangan secara keseluruhan dan menggunakan sistem yang paling optimal.

Kegiatan pengendalian banjir menurut lokasi/daerah pengendaliannya dapat dikelompokkan menjadi dua [3]:

1. Bagian hulu: yaitu dengan membangun bangunan pengendali banjir yang dapat memperlambat waktu tiba banjir dan menurunkan besarnya debit banjir, pembuatan waduk lapangan yang dapat merubah pola hidrograf banjir dan penghijauan di Daerah Aliran Sungai.

2. Bagian hilir: yaitu dengan melakukan perbaikan alur sungai dan tanggul, sudetan pada alur yang kritis, pembuatan alur pengendali banjir atau *flood way*, pemanfaatan daerah genangan untuk *retarding basin* dan sebagainya.

2.3 Beton

Beton adalah suatu campuran yang terdiri dari pasir, kerikil, batu pecah atau agregat agregat lain yang dicampur jadi satu dengan suatu pasta, terbuat dari semen dan air membentuk suatu massa mirip batuan. Terkadang satu atau lebih bahan aditif ditambahkan untuk menghasilkan beton dengan kataristik tertentu, seperti kemudahan pengerjaan (*workability*), durabilitas, dan waktu pengerasan [4].

Beton diperoleh dengan cara mencampurkan semen, air, agregat dengan atau tanpa bahan tambah tertentu. Material pembentuk beton tersebut, dicampur merata dengan komposisi yang menghasilkan suatu campuran plastis sehingga dapat dituang dalam cetakan untuk dibentuk sesuai dengan keinginan.

2.4 Pengecoran

Pengertian mengenai pengecoran, adalah sebagai berikut:

1. Pengecoran adalah proses, cara, perbuatan mengecor (Kamus Besar Bahasa Indonesia).
2. Pengecoran (*casting*) adalah suatu proses penuangan materi cair seperti logam atau plastik yang dimasukkan ke dalam cetakan, kemudian dibiarkan membeku di dalam cetakan tersebut dan kemudian dikeluarkan atau dipecah-pecah untuk jadi komponen mesin [5].
3. Pengecoran merupakan proses membuat benda coran, yang mana coran dibuat dari logam yang dicairkan, dituang dalam cetakan, kemudian dibiarkan sampai dingin dan membeku [6].

2.5 Beton Site Mix

Site mix adalah metode pengolahan beton yang dicampur di lapangan, biasanya menggunakan mesin pengaduk molen. Sewaktu mencampur di lapangan, agregat kasar (kerikil/*split*) dimasukkan ke dalam molen terlebih dahulu, kemudian diikuti agregat halus (pasir) dan terakhir semen. Semuanya dalam takaran tertentu sesuai dengan mutu beton yang diinginkan.

Salah satu hal yang perlu diperhatikan untuk beton yang menggunakan *site mix* adalah saat pencampuran dan pengadukan sering tidak merata baik dari volume campuran maupun proses pengadukan yang tidak bagus, apalagi dilakukan secara manual.

2.6 Beton Ready Mix

Beton *Ready Mix* adalah sebuah campuran dari bahan pasir dengan formulasi khusus serta tergolong kedalam beton siap pakai. Jenis beton *raedy mix* adalah sebuah jenis beton yang belum pernah mendapatkan proses pengikatan dan pengerasan yang diproduksi di *batching plant* dengan adanya penambahan bahan kimia atau bahan yang sering disebut dengan *admixture*.

Sejarah berdirinya industri pabrik beton *ready mix* ini dimulai dari tahun 1930-an. Setelah proses di *batching plant* beton *ready mix* akan langsung dipindahkan ke mobil molen. Sejalan dengan revolusi industri 2.0, ditemukannya tenaga listrik sebagai sumber penggerak mesin, hingga penciptaan penggerak mesin jarak jauh yang memberikan dampak besar dalam proses pembuatan alat untuk perang dunia. Era industri inilah yang membuat masyarakat agraris berubah menjadi masyarakat industry [7].

2.7 Batching Plant

Batching plant merupakan sebuah tempat pengolahan semua bahan pembuat beton untuk menghasilkan beton segar. Hasil dari pembuatan di *batching plant* sering disebut dengan *ready mix concrete*. Termasuk dalam pembuatan beton *precast*, pada sebagian kasus ada yang dikerjakan ditempat proyek (*in situ*) ada juga yang betonnya dikirim dari *batching plant*.

Fungsi *batching plant* cukup vital, namun tetap ada dampak tersendiri yang dihasilkan alat ini terhadap lingkungan. Dampak pada lingkungan pada area *batching plant* adalah debu dari hasil pembuatan beton baik itu semen, pasir atau lainnya yang merupakan material yang menghasilkan debu.

Solusi yang dapat dilakukan untuk meminimalisir debu yang dihasilkan pada proses *mixing* bahan beton di *batching plant* adalah dengan dilakukan penyiraman secara berkala menggunakan air. Lingkungan yang kering akan mendukung debu hasil material *batching plant* berterbangan sehingga dengan menyiramnya, debu tidak akan berterbangan.

2.8 Komposisi Bahan Adukan

Daya tahan dan kekuatan beton adalah salah satu

kinerja utama dari beton sendiri. Kualitas yang dihasilkan oleh beton dapat dicapai jika produk sesuai dengan prosedur yang telah ditetapkan. Beton tersusun atas campuran semen portland/semen hidrolik, agregat halus, agregat kasar, dan air yang bisa diberikan campuran tambahan atau tidak. Campuran- campuran beton di atas dipengaruhi oleh produk yang ingin dibuat sesuai pengaplikasiannya.

2.9 Optimasi Biaya

Biaya sebagai suatu pengorbanan atau nilai tukar guna mendapatkan manfaat, termasuk didalamnya pengeluaran yang tidak dapat dihindarkan. Optimasi biaya dari pengecoran beton dapat dihitung dengan melihat berapa volume beton yang akan dibuat serta harga satuan dari beton itu sendiri.

$$TC = V \times UC \quad (1)$$

dengan, TC : total cost atau total biaya,

V : volume,

UC : harga satuan.

2.10 Optimasi Sumber Daya

Optimasi sumberdaya sangat mempengaruhi seberapa besar kinerja sistem operasi optimal baik dari waktu dan biaya pengecoran. Sistem operasi pengecoran beton melibatkan tiga sumber daya yaitu: *truck mixer*, *concrete pump*, dan pekerja. Kinerja sistem operasi dari ketiga sumber ya pekerjaan pengecoran dipengaruhi oleh faktor output ideal concrete pump. Ketinggian lantai dan slump. Program optimasi ini akan menampilkan output optimasi, grafik dan tabel dari ketiga sumber daya agar dapat lebih mudah dan lebih praktis digunakan oleh kontraktor, sehingga durasi dalam pengerjaan sebuah program bisa lebih maksimal dan tidak menguras waktu pengerjaan [8].

2.11 Optimasi Waktu

Keberhasilan dan kegagalan suatu proyek dipengaruhi oleh waktu serta biaya. Keduanya dijadikan tolok ukur keberhasilan suatu proyek, biasanya akan terlihat pada waktu penyelesaian yang singkat, biaya minimal, akan tetapi mutu yang dihasilkan tetap sesuai yang direncanakan.

Dwijono, D., (2017) menyebutkan bahwa percepatan waktu setiap kegiatan dalam suatu proyek (*crashing project time*) dari waktu normalnya, pasti menyebabkan waktu selesainya proyek menjadi lebih cepat. Optimasi waktu pengecoran dapat dihitung dengan melihat produksi alat, efisiensi alat, waktu siklus alat serta jumlah alat yang bekerja (PermenPUPR28-2016). Produksi dari *truck mixer* dapat dihitung dengan persamaan dibawah ini:

$$Q = \frac{v \times Fa \times 60}{1000 \times Ts} \quad (2)$$

dengan : Q : kapasitas produksi dari *truck mixer*,

Fa : faktor efisiensi kerja *truck mixer*,

Ts : waktu siklus *truck mixer* (menit).

3. METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini dilakukan di Sungai Bolango, Jalan Jenderal Katamso 2, Kelurahan Donggala, Kecamatan Hulonthalangi, Kota Gorontalo.



Gambar 1. Lokasi Penelitian (Google Earth, 2021)

3.2 Metode Pengumpulan Data

Data Primer

Data primer adalah data asli atau data baru yang diperoleh dari survey di lapangan. Data tersebut berupa produksi harian beton site mix dan beton ready mix di batching plant serta mengamati langsung proses kerja dari *truck mixer* untuk mendapatkan waktu siklus dari alat yang digunakan.

Data Sekunder

Data sekunder, yaitu data yang diperoleh dari informasi yang sudah ada melalui kerjasama dengan instansi pengelola atau sumber-sumber yang dianggap berkepentingan untuk dijadikan bahan masukan dan referensi.

3.3 Metode Pengolahan Data

Analisis Biaya

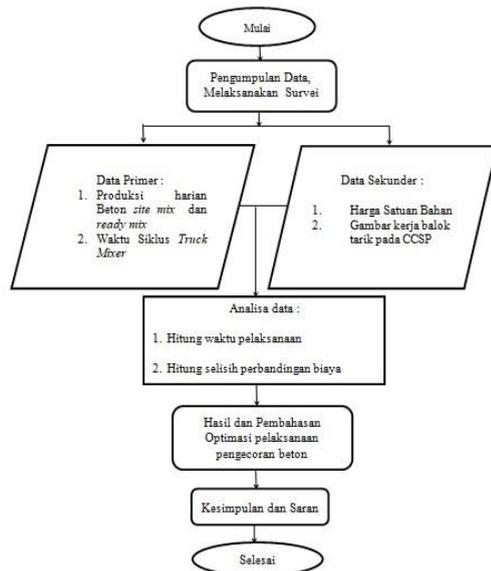
Perhitungan biaya beton site mix menggunakan harga setempat. Sedangkan beton ready-mix menggunakan standar harga yang telah ditetapkan oleh perusahaan penyuplai beton ready mix untuk setiap mutu beton yang digunakan.

Analisis Waktu

Dalam menganalisis waktu pekerjaan beton site mix didapat dari analisa data waktupenyelesaian proyek, sedangkan untuk beton ready mix didapat dari analisa data pada penyedia jasa dan data waktu penyelesaian proyek.

3.4 Tahapan Pelaksanaan

Pengecoran beton pada pembangunan pengendalian banjir ini membutuhkan suatu diagram alir (*flow chart*) untuk mempermudah dalam perhitungan nantinya. Diagram alir yang digunakan dalam penyusunan penelitian ini adalah sebagai berikut:



Gambar 2. Diagram Alir Tahapan Pelaksanaan

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Sumber Data

Data primer berupa produksi harian beton *site mix* dan *ready mix* di batching plant. Pada *ready mix* pengumpulan data dilakukan dengan wawancara pada salah satu perusahaan yang memiliki *batching plant* di Provinsi Gorontalo. Data sekunder berupa harga satuan bahan dan gambar kerja balok tarik pada CCSP.

4.2 Pengamatan Site Mix

Pengumpulan data primer untuk *site mix* dilakukan pengamatan langsung di lapangan selama 3 minggu dimana terdapat pengecoran balok tarik pada CCSP. Bahan-bahan yang digunakan untuk pengecoran telah disiapkan terlebih dahulu pada lokasi proyek ataupun lokasi pencampuran beton. Alat-alat yang mereka gunakan yakni truck mixer minimix yang berkapasitas 3 kubik, dump truck kapasitas 5 kubik dan excavator PC 300.

Ready Mix

Produksi harian mereka sangat variatif ataupun tergantung banyaknya jumlah permintaan pada hari itu. Melihat truck mixer yang mereka gunakan berkapasitas lebih besar yakni 6 kubik, hal ini dapat diketahui bahwa produksi harian mereka lebih banyak dari pada beton *site mix*. Setelah melakukan wawancara diketahui produksi

harian mereka bisa 60 m³. Truck mixer mereka juga berjumlah empat unit.

4.3 Analisis Biaya dan Waktu

Sebelum menganalisis kita perlu mengetahui berapa banyak volume yang akan dibuat serta harga satuan dari beton itu sendiri. Pada proyek pengendalian banjir Sungai Bolango direncanakan volume balok tarik yang akan dibuat yaitu sebanyak 1499,20 m³.

Untuk *site mix* dengan harga satuan yang telah ditetapkan oleh kontraktor pelaksana sebesar Rp.1.455.723/m³, maka optimasi biaya dapat dihitung dengan Persamaan 1 yakni:

$$\begin{aligned}
 TC &= V \times UC \\
 &= 1.499,20 \times 1.455.723 \\
 &= \text{Rp.}2.167.427.922
 \end{aligned}$$

Pada lokasi proyek pengendalian banjir Sungai Bolango, mereka menggunakan *truck mixer* dengan kapasitas tiga kubik dan berjumlah tiga unit. Melihat pemeliharaan *truck mixer* dilakukan dengan cukup baik dan kondisi alat saat beroperasi juga baik, maka efisiensi alat adalah 0,71 sesuai dengan tabel faktor efisiensi.

Waktu siklus (Kunu, 2019: 22) adalah waktu muat yang dibutuhkan alat untuk 1 kali produksi. Perhitungan waktu siklus berbeda untuk setiap jenis alat menurut fungsinya. Untuk waktu siklus *truck mixer* dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Waktu Siklus Alat Truck Mixer Pada Site Mix

No	Truck	Waktu Muat (Menit)	Waktu Mengaduk (Menit)	Waktu Angkut (Menit)	Waktu Menuang (Menit)	Waktu Menunggu dll. (Menit)	Waktu Kembali (Menit)	Total Waktu (Menit)
1	1	5,18	4,31	2,15	3,54	3,09	1,25	16,43
2	2	5,20	4,35	2,11	3,48	3,08	1,28	19,5
3	3	5,21	4,33	2,17	3,49	3,04	1,30	19,45
TOTAL								55,47

Untuk perhitungan produktivitas dari *truck mixer* dapat dilakukan dengan menggunakan Persamaan 2:

$$\begin{aligned}
 Q &= \frac{v \times Fa \times 60}{1000 \times Ts} \\
 Q &= \frac{3000 \times 0,71 \times 60 \times 3}{1000 \times 29,92} \\
 &= 383400 \\
 Q &= \frac{383400}{1000 \times 29,92} \\
 &= 12,81 \text{ m}^3/\text{jam}
 \end{aligned}$$

Melihat hasil analisis sebelumnya kapasitas produksi dari *truck mixer* untuk beton *site mix* 12,81 m³/menit. Volume beton sebanyak 1.499,20 m³ akan dibagi dengan kapasitas produksi dari *truck mixer*, maka diperoleh waktu untuk pengecoran balok tarik selama 117 jam atau 15 hari.

Untuk *ready mix* dengan harga satuan yang telah ditetapkan oleh kontraktor pelaksana sebesar

Rp.1.305.000/m³, maka untuk mendapatkan hasil total biaya peneliti menghitungnya menggunakan persamaan:

$$\begin{aligned} TC &= V \times UC \\ &= 1.499,20 \times 1.305.000 \\ &= \text{Rp } 1.956.456.000 \end{aligned}$$

Pada beton *ready mix* dengan menggunakan persamaan yang sama seperti *site mix*, volume sebesar 1.499,20, faktor efisiensi alat adalah 0,71. Menggunakan *ready mix* pada proyek perlu memperhatikan jarak dari *batching plant* ke lokasi proyek dan waktu siklus pada *ready mix* dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Waktu Siklus Alat *Truck Mixer* Pada *Ready*

No	Truck	Waktu Muat Beton ke <i>Truck Mixer</i> (Menit)	Waktu Angkut Ke Lokasi Proyek (Menit)	Waktu Menuang (Menit)	Waktu Tunggu (Menit)	Waktu Kembali Ke Pabrik Beton (Menit)	Waktu Tunggu untuk Dimulai Kembali (Menit)	Waktu Total
1	1	5,09	27,04	3,54	3,28	16,05	3,40	58,40
2	2	5,11	27,06	3,48	3,30	16,10	3,42	58,47
3	3	5,15	27,10	3,49	3,48	16,15	3,38	58,75
4	4	5,17	27,11	3,51	3,50	16,18	3,58	59,05
TOTAL								234,67

Untuk perhitungan produktivitas *truck mixer* dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan:

$$Q = \frac{v \times Fa \times 60}{1000 \times Ts}$$

$$\begin{aligned} Q &= 6000 \times 0,71 \\ &\times 60 \times 4 \\ &= 383400 \end{aligned}$$

$$Q = \frac{1022400}{1000 \times 74,40}$$

$$\begin{aligned} &= 13,74 \\ &\text{m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

Volume beton sebanyak 1.499,20 m³ akan dibagi dengan kapasitas produksi dari *truck mixer*, maka diperoleh waktu untuk pengecoran selama 109,09 jam atau 14 hari.

4.4 Hasil Optimasi Pelaksanaan Pengecoran Beton

Berdasarkan hasil analisis pengecoran di atas, *site mix* memiliki total biaya Rp. 2.167.427.922, sedangkan *ready mix* Rp. 1.956.456.000, maka dalam pekerjaan pengecoran balok tarik pada CCSP (*Corrugated Concrete Sheet Pile*) selisih yang didapatkan sebesar Rp. 210.971.922. Waktu pengecoran *site mix* 117 jam atau 15 hari, sedangkan waktu untuk *ready mix* yaitu 109,09 jam atau 14 hari, maka dengan ini dapat diketahui bahwa pengecoran balok tarik dengan volume yang besar, menggunakan *ready mix* lebih efisien biaya dan waktu.

5. KESIMPULAN

Adapun kesimpulan dalam penelitian ini adalah:

1. Pekerjaan pengecoran balokt pada CCSP (*Corrugated Concrete Sheet Pile*) dalam proyek pengendalian banjir Sungai Bolango menggunakan metode *site mix* dengan volume 1.499,20 m³ membutuhkan waktu selama 117 jam (15 hari), sedangkan *ready mix* membutuhkan waktu selama 109,09 jam (14 hari). Hal ini bisa diketahui kalau menggunakan *ready mix* lebih efisien selama 7,91 jam atau sehari.
2. Pekerjaan pengecoran balok tarik pada CCSP (*Corrugated Concrete Sheet Pile*) dalam proyek pengendalian banjir Sungai Bolango dengan metode *site mix* dengan volume 1.499,20 m³ menggunakan biaya sebesar Rp. 2.167.427.922, sedangkan biaya menggunakan *ready mix* di *batching plant* sebesar Rp. 1.956.456.000, sehingga disimpulkan menggunakan *ready mix* lebih efisien biaya sebesar Rp. 210.971.922.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] L. J. Murdock and K. M. Brook, "Bahan dan Praktek Beton oleh Ir. Stephanus Hendarko," Erlangga, 1999.
- [2] Suripin, Sistem Drainase Kota Yang Berkelanjutan, Yogyakarta: Andi, 2003.
- [3] K. J. Robert, Banjir Beberapa Penyebab dan Metode Pengendaliannya Dalam Perspektif Lingkungan, Yogyakarta: Pustaka Pelajar, 2002.
- [4] C. Mc and C. Jack, Desain Betob Bertulang Edisi Kelima Jilid 2, Jakarta : Erlangga, 2004.
- [5] Widarto, Teknik Pemesanan, Jakarta: Depdiknas, 2008.
- [6] T. Surdia and K. Chijiwa, Pengetahuan Bahan Teknik Cetakan Ke-3, Jakarta: PT. Pradnya Paramita, 1985.
- [7] F. Ulfa, "Study Perbandingan Beton Ready Mix dengan Beton Olah di Tempat Pada Proyek Pembangunan Ruko Di Kota Banjarbaru," *Info Teknik*, vol. 7, 2006.
- [8] Dwijono and D, Optimalisasi Waktu Percepatan dan Biaya Kegiatan di dalam Metode Jalur Kritis dengan Pemrograman Linier, Terapan Teknologi Informatika, 2017.