

ANALISIS PEMILIHAN METODE *CAST IN SITU* DAN *PRECAST* TERHADAP BIAYA PADA PEKERJAAN TEMPAT DUDUK TRIBUN STADION UTAMA JAKABARING PALEMBANG

Hamdi¹, Soegeng Harijadi²

^{1,2} Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Sriwijaya
Jln. Srijaya Negara Bukit Besar Palembang-30139

ABSTRACT

Cost efficiency has become a major problem in many construction projects, especially on large scale of concrete work. Concrete work can be divided in two types; which are cast-in-situ and precast. However, cost efficiency, by using such method, can be achieved if the concrete work meet these criteria; large scale volume, typically in form and repetitive work needed. This research is aimed to analyze concrete work using cast-in-situ and precast methods based on cost approach. The data of this research was taken from field study based on real condition of the project of the Jakabaring Sport Center Stadium, Palembang, which was focused on the concrete work of sport stadium benches. The research concludes as follows; the overall cost efficiency of the production of precast concrete of Jakabaring Sport Center Stadium, Palembang versus that of cast-in-situ is 18,29% (Rp. 840.217.466,19-). The efficient point achieved when the volume of production of precast concrete is 382,1m³ with cost of Rp. 1.021.630.000,- (27,21% of total cost of precast concrete production cost).

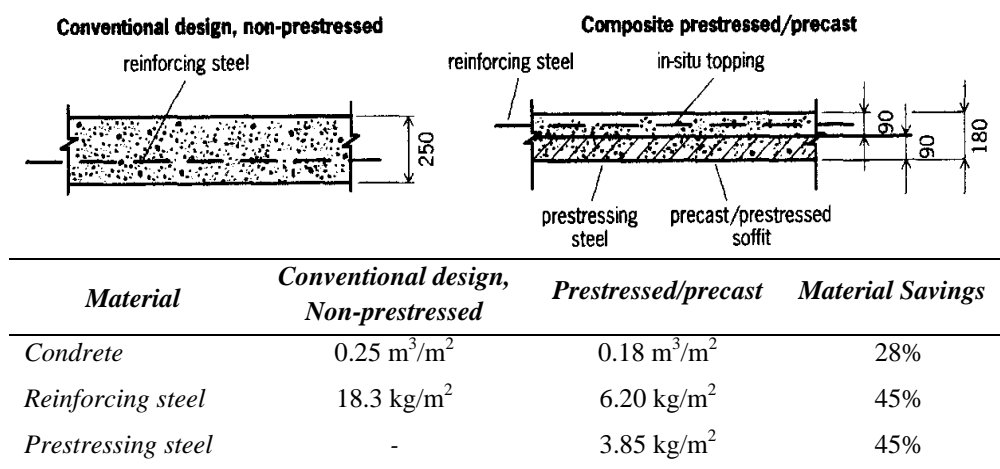
Keywords: Cost efficiency, Cast-in-situ, Precast, Repetitive work

PENDAHULUAN

Efektivitas pengelolaan proyek besar dapat diusahakan dengan menerapkan metode kerja yang tepat. Output yang diperoleh adalah reduksi biaya proyek dan waktu (Soedradjat,1984). Pada proyek yang mempunyai kegiatan pekerjaan beton dengan volume besar dan bentuk tipikal serta repetitif, umumnya metode *cast in situ* dan *precast* menjadi alternatif pilihan dalam pengambilan keputusan.

Komponen *precast* biasanya dirancang untuk meminimalkan bekisting. Sebagai hasilnya diperoleh tambahan penghematan waktu dan biaya konstruksi. Penghematan secara keseluruhan pada bahan bangunan membawa dampak yang

signifikan terhadap lingkungan (Yee, 2001). Penghematan bahan dapat dianalisis dengan pertimbangan dua dasar/basic elemen struktur, yaitu tipikal plat lantai dan tipikal balok lantai. Dalam kasus desain plat lantai beton konvensional (*cast in situ*), penghematan material dapat direalisasikan apabila dipakai sistem komposit plat *prestressed* dan *precast* (Kim, 2002). Pada aplikasi konstruksi sistem plat *prestressed precast* dengan bentang 8 meter (26 feet) dan desain beban hidup 4 kPa (83,6 lb/ft²) didapat nilai penghematan beton sebesar 28% dan material besi dapat dihemat 45% yang ditunjukkan dalam gambar 1.



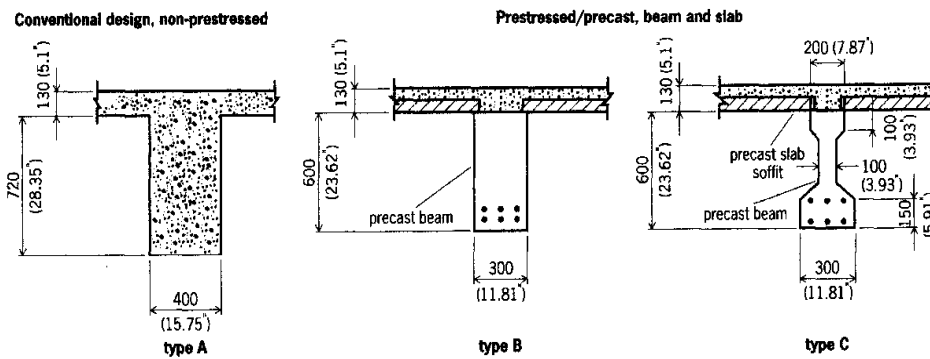
Gambar 1. Flat Slab (one-way span). Design for live load = 4 kPa (83.6 lb/ft²). Clear span = 8 m (26 ft). **Sumber:** Kim (2002)

Dalam kasus desain balok beton bertulang konvensional, penghematan signifikan material dapat direalisasikan dengan digunakan teknologi

prestressed precast. Pada contoh balok *prestressed* dan *precast* dengan *spaced* 4 meter (13 feet) dari as dan bentang 12 meter (39 feet) dengan

desain dukungan beban 4 kPa (83,6 lb/ft²) dapat diperoleh penghematan beton sebesar 60,8% dan penghematan material besi sebesar 66% dari

jumlah rancangan/desain balok cara konvensional (*cast in situ, non prestressed*) yang ditunjukkan dalam gambar 2. (Yee, 2001)



| Material | Conventional Design, Non-Prestressed Type A | | Prestressed/Precast, Beam and Slab | | | |
|--------------------|---|-------------------|------------------------------------|--|--|--|
| | Concrete | Reinforcing Steel | Prestressing Steel | Material Savings from type A to type B | Material Savings from type B to type C | Material Savings from type A to type C |
| Concrete | 0.288 m ³ /m | 42.03 kg/m | - | 37.5% | 37.2% | 60.8% |
| Reinforcing Steel | 42.03 kg/m | 6.20 kg/m | 8.47 kg/m | 66% | - | 66% |
| Prestressing Steel | - | 8.47 kg/m | 8.47 kg/m | 66% | - | 66% |

Gambar 2. Beams. Span = 12 m (39 ft). Clear spacing = 4 m (13 ft) center to center. Live load = 4 kPa (83.6 lb/ft²). Other dimensions are in millimeters (inches). Sumber: Yee (2002)

Berbagai kajian tentang teknologi beton *precast* yang merupakan cakupan dari berbagai kegiatan teknik sipil, antara lain menurut Koncz (1979) yaitu dasar perencanaan, sistem struktur, produksi, *erection*, biaya, waktu dan sebagainya dibahas guna dijadikan suatu kerangka kerja (*framework*) dari penelitian ini. Di samping itu, studi literatur juga digunakan sebagai dasar dalam pengidentifikasian variabel-variabel yang akan

diteliti dan memudahkan dalam merumuskan persoalan, evaluasi terhadap langkah-langkah penelitian serta pemahaman terhadap teori-teori dan rumusan-rumusan tentang pemilihan metode pelaksanaan beton *precast* dan *cast in situ* (konvensional).

Beberapa sudut pandang yang paling menonjol dalam pengaplikasian teknologi beton *precast* dan konvensional, antara lain :

Tabel 1. Komparasi beton *precast* dan beton konvensional

| Aspek | Beton <i>Precast</i> | Beton Konvensional |
|----------------------------|---|--|
| 1.Perencanaan | Metode analisis : USD atau WSD | Metode analisis : USD atau WSD |
| 2.Tipe struktur | Di Indonesia, umum dipakai tipe struktur <i>Open Frame</i> dengan plat lantai berupa <i>precast</i> | Tipe struktur konvensional |
| 3.Produksi | Tergantung kebutuhan komponen-komponen yang digunakan di proyek Diperlukan inovasi atas tuntutan arsitektural | Ketertgantungan produksi terbatas/hampir tidak ada Fleksibel terhadap tuntutan Arsitektural |
| 4.Transportasi | Jika diproduksi di luar proyek perlu biaya angkut Jika diproduksi di <i>site</i> proyek perlu biaya langsung/distribusi komponen | Tidak ada biaya angkut Tidak ada biaya langsung |
| 5. <i>Erection</i> | Perlu alat bantu instalasi (alat angkat <i>crane</i> untuk menginstal komponen beton <i>precast</i>) | Tidak ada pekerjaan <i>erection</i> (alat angkat dipakai untuk memindahkan besi tulangan dan <i>formwork</i>) |
| 6. <i>Connection</i> | Perlu menentukan jenis sambungan | Tidak perlu sambungan |
| 7.Perbaikan/ <i>Repair</i> | Kerusakan/cacat <i>precast</i> bisa diakibatkan pada saat produksi, transportasi dan <i>erection</i> | Kerusakan/cacat bisa diakibatkan karena bekisting mengalami perubahan bentuk/ ukuran |
| 8.Biaya | Semakin besar volume semakin ekonomis (mereduksi biaya bekisting, pekerja dan <i>overhead</i>) | Semakin besar volume semakin mahal (jumlah <i>material sistem & consumable</i> menjadi banyak) |
| 9.Waktu | Produksi hampir tidak terpengaruh cuaca Kegiatan pekerjaan bisa <i>over-lapping</i> dan <i>cycle time erection</i> lebih singkat Penyelesaian lebih cepat | Dipengaruhi oleh kondisi cuaca Ketertgantungan terhadap kegiatan pekerjaan struktur awal/sebelumnya Penyelesaian agak lambat |
| 10.Mutu | Konsistensi kualitas beton terjamin Permukaan beton yang halus (beton <i>expose</i>) Akurasi pekerjaan lebih presisi dan estetis/rapi | Konsistensi kualitas beton kurang terjaga Perlu pekerjaan finishing pada permukaan beton Kurang presisi dan kurang rapi |
| 11.Pengecoran | Cor di luar/terpisah dari elemen konstruksi yang dibangun | Cor di tempat/menyatu dengan elemen konstruksi yang dibangun |
| 12.Bekisting | Bekisting/ <i>moulding</i> dipasang di luar elemen konstruksi yang dibangun | Bekisting (konvensional/ sistem) dipasang menyatu dengan elemen konstruksi yang dibangun |
| 13.Bentuk | Paling efisien bentuk tipikal Bentuk lebih terkontrol <i>Segmental/module</i> | Tidak terpengaruh bentuk Bentuk bisa berubah sewaktu pengecoran Monolit |

Sumber: Wulfram (2006)

BAHAN DAN METODE

Pengumpulan data dilakukan di proyek Stadion Utama Jakabaring Palembang dengan metode tanya-jawab (wawancara) kepada tim *engineering* proyek dan tim lapangan (pelaksana). Wawancara kepada tim *engineering* proyek meliputi perihal kontrak, keadaan lokasi proyek, skedul pelaksanaan, metode kerja, gambar kerja, spesifikasi teknik, pengadaan material, dan pengadaan alat berat. Wawancara kepada tim lapangan (pelaksana) meliputi tentang proses pembuatan komponen *precast* dari mulai pekerjaan

persiapan hingga pemasangan. Proses pengadaan komponen *precast* berkaitan erat dengan produktivitas, baik pada waktu pembuatan hingga pemasangan komponen *precast*. Dalam proses produktivitas perlu suatu pengamatan yang seksama.

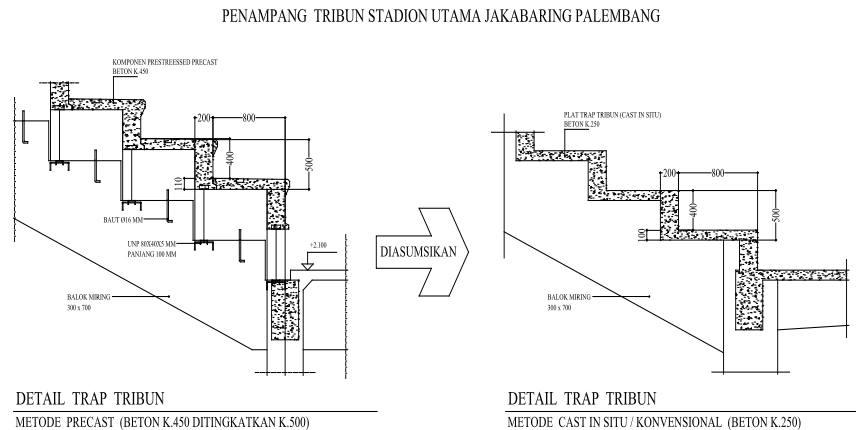
Kegiatan pengumpulan data primer dilakukan selama masa konstruksi pembangunan. Data sekunder juga diperoleh dari instansi terkait yang mengeluarkan informasi berupa harga satuan pekerjaan, bahan dan upah pekerjaan konstruksi. Adapun data-data yang diperoleh adalah:

Pertama, Metode kerja yang diterapkan dalam proyek tersebut, mulai dari pekerjaan persiapan (*casting yard*), proses produksi komponen (*moulding*, penulangan dan pengecoran), *demoulding* dan pemindahan komponen ke *stock yard*, *curing*, langsir/distribusi komponen, *erection* dan *connection* komponen.

Kedua, Gambar kerja (*shop drawing*) terdiri dari site plan, denah stadion, denah tribun, detail rangka struktur tribun, dan detail komponen *precast* (*prestressed/non prestressed*) beserta spesifikasi teknisnya.

Ketiga, Jadwal waktu pelaksanaan proyek.

Keempat, Foto dokumentasi pelaksanaan proyek



Gambar 3. Sketsa perbandingan cara pelaksanaan metode *precast* dan *cast in situ*

Analisis dilakukan untuk memprediksi besaran volume terhadap besaran biaya yang timbul dari akibat dua jenis metode kerja yang diteliti dengan melakukan studi terhadap hal-hal sebagai berikut:

Pertama, Besaran volume dan besaran biaya dari dua sistem metode (*cast in situ* dan *prestressed/non prestressed precast*) akan menghasilkan titik efisiensi dalam nilai produksi pekerjaan konstruksi beton, *Kedua*, Besaran nilai penghematan material ataupun penghematan biaya dari kedua sistem metode kerja, dan *Ketiga*, Pengaruh (reduksi) waktu pelaksanaan dari dampak penerapan metode *precast* (*prestressed/non prestressed*) terhadap metode *cast in situ*.

Data perhitungan volume diperoleh dari hasil membaca gambar kerja (*shop drawing*).

Kemudian perhitungan biaya pada setiap item pekerjaan diperoleh dari perkalian volume dan harga satuan pekerjaan. Selanjutnya data-data tersebut di atas diolah kembali berdasarkan parameter yang dipakai guna untuk mendapatkan nilai variabel bebas dan variabel tidak bebas dan dianalisis secara statistik melalui metode regresi dengan program aplikasi Microsoft Office Excel 2007.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data hasil survey yang meliputi gambar kerja maka dapat dilakukan perhitungan volume dari setiap jenis kegiatan pekerjaan dari kedua metode tersebut. Rangkuman hasil perhitungan volume untuk Stadion Utama Jakabaring Palembang ditampilkan pada tabel berikut.

Tabel 2. Komparasi volume pekerjaan berdasar dari masing-masing metode

| No. | Item Pekerjaan | Cast In Situ (volume) | | | Precast (volume) | | |
|-----|--|--------------------------|-----------------|-----------------------|---------------------|-----------------|-----------------------|
| | | 4 bh ~ 32m | 24 bh ~192 m | 1865 bh ~ 10,699 m | 4 bh ~ 32 m | 24 bh ~192 m | 1865 bh ~ 10,699 m |
| 1 | Beton K.250/K.500 (m3) | 5.12 | 30.72 | 1,717.74 | 5.37 | 32.25 | 1,801.42 |
| | Besi tulangan (kg) | 847.0 | 5,082.2 | 284,175.7 | 480.1 | 2,881.0 | 160,939.7 |
| 2 | Pretensioning 3 Monostrand 0.5" (m) | - | - | - | 31.92 | 191.52 | 10,699 |
| 3 | Bekisting (m2) / Moulding (unit) | 51.20 | 307.2 | 17,177.35 | 4 | 24 | 24 |
| 4 | Casting yard (m2) | | Tidak ada | | | Ada | |
| 5 | Curing (bh) | | Tidak ada | | | Ada | |
| 6 | Demoulding & pindah komponen ke Stock yard (bh) | | Tidak ada | | | Ada | |
| 7 | Langsir komponen (bh) | | Tidak ada | | | Ada | |
| 8 | Erection (bh) | | Tidak ada | | | Ada | |
| 9 | Connection (bh) | | Tidak ada | | | Ada | |

Sumber: Hasil olahan

Perbedaan volume pada pekerjaan beton antara *cast in situ* dan *precast* bisa terjadi oleh karena adanya perbedaan penampang dari kedua metode tersebut. Bentuk penampang *precast* lebih estetik daripada bentuk penampang *cast in situ* yang sangat sederhana. Perbandingan pada pekerjaan besi tulangan dan atau *pretensioning* serta *bekisting/moulding* tidak bisa disandingkan

karena adanya perbedaan satuan volume, tetapi secara keseluruhan jika dikalikan dengan faktor harga satuan pekerjaan maka akan terlihat perbedaannya (penghematannya). Untuk mengetahui nilai penghematan biaya secara keseluruhan pada pekerjaan tribun disajikan dengan tabel berikut ini.

Tabel 3. Nilai penghematan biaya pada pekerjaan tribun berdasar metode kerja

| No | Item Pekerjaan | Cast in Situ (Beton K.250) | | | | Precast (beton K.500) | | | |
|----|--|-------------------------------|------|------------|------------------|--------------------------|------|----------------|------------------|
| | | Vol | Sat. | Unit Price | Jumlah | Vol | Sat. | Unit Price | Jumlah |
| 1 | Beton (K.250/K.450/K.500) | 1.717.74 | m3 | 509.540.00 | 875.254.875.33 | 1801.42 | m3 | 636.940.00 | 1.147.397.203.51 |
| 2 | Besi Tulangan | 284.175.70 | kg | 5.514.00 | 1.566.944.790.23 | 160939.76 | kg | 5.514.00 | 887.421.813.71 |
| | Pretensioning 3 Monostrand dia.1/2 | | | Tidak ada | | 10698.55 | m1 | 47.300.00 | 506.041.225.80 |
| 3 | Bekisting/Moulding (dari baja) | 17.177.35 | m2 | 125.300.00 | 2.152.322.406.08 | 24.00 | unit | 17.310.439.12 | 415.450.523.83 |
| 4 | Costing Yard | | | | | | | | 82.248.974.06 |
| 5 | Curing | | | Tidak ada | | | | | 23.463.300.00 |
| 6 | Bongkar Moulding/ pindah ke Stock yard | | | | | | | | 99.240.000.00 |
| 7 | Distribusi/langsir komponen | | | | | | | | 34.890.000.00 |
| 8 | Erection | | | | | | | | 193.956.000.00 |
| 9 | Connection | | | | | | | | 237.423.549.54 |
| | Sealent (arah melintang) | | | | | 1.632.00 | ttk | 23.000.00 | 37.536.000.00 |
| | Sealent (arah memanjang) | | | | | 9.799.00 | m1 | 9.000.00 | 88.191.000.00 |
| | Biaya Beton bertulang A=(no.1 sd 3) | | | | 4.594.522.071.64 | | | | 2.956.310.781.85 |
| | Biaya pendukung produksi B=(no.4 sd 9) | | | Tidak ada | | | | | 797.993.823.60 |
| | Biaya terpasang (A+B) | | | | 4.594.522.071.64 | | | | 3.754.304.605.45 |
| | Nilai penhematan biaya antara metode cast in situ dan precast secara keseluruhan | | | | | | Rp | 840.217.466.19 | atau 18.29% |

Sumber: hasil olahan

Pada tabel 2 dan tabel 3, untuk kegiatan pekerjaan nomor 4 sampai dengan 9 hanya berlaku pada metode *precast* oleh karena merupakan

kebutuhan mutlak dalam mendukung proses produksi dan pemasangan komponen *precast*, sedangkan pada metode *cast in situ* tidak

diperlukan. Dalam setiap kegiatan pekerjaan seperti *casting yard*, *curing*, *demoulding*, *langsir*, *erection* dan *connection* merupakan himpunan sub kegiatan tersendiri sehingga tidak dapat dituliskan pada tabel tersebut di atas.

Input yang mempengaruhi proses kegiatan pekerjaan dalam penerapan suatu metode kerja

harus memperhitungkan jenis-jenis kegiatan yang dihimpun dan dikategorikan sebagai variabel bebas yang direpresentasikan melalui besaran volume beton dan variabel tidak bebas direpresentasikan melalui besaran biaya maka variabel tersebut dapat diidentifikasi dan disusun sebagai berikut:

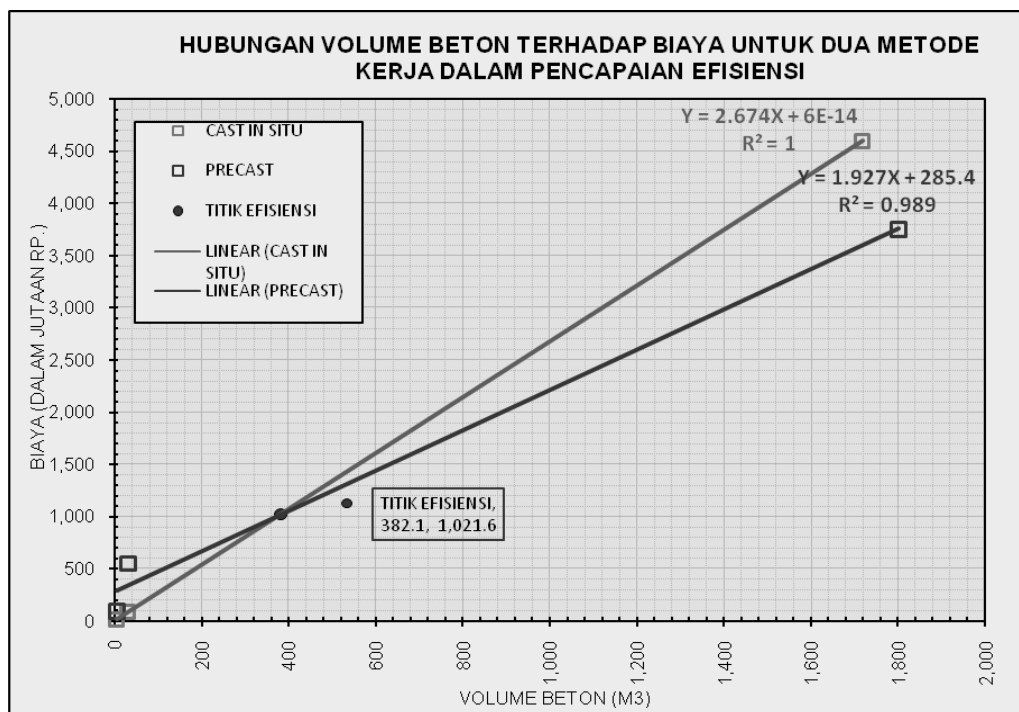
Tabel 4. Identifikasi variabel bebas (X) dan variabel tidak bebas (Y) pada Stadion Utama Jakabaring Palembang.

| Kode Data | Volume (m3) (X) | Biaya (Rp) (Y) | Keterangan (panjang fisik tribun) |
|-----------|-----------------|------------------|---|
| CIS 1 | 5.12 | 13,694,748.07 | 32 meter |
| CIS 2 | 30.72 | 82,168,488.42 | 192 meter |
| CIS 3 | 1,717.74 | 4,594,522,071.64 | 10,699 meter |
| P 1 | 5.37 | 92,346,671.80 | <i>mock up</i> , moulding 4 unit (4 komponen <i>precast</i>) ~ panjang tribun 32 meter |
| P 2 | 32.25 | 554,080,030.80 | moulding 24 unit (24 komponen <i>precast</i>) ~ panjang tribun 192 meter |
| P 3 | 1,801.42 | 3,754,304,605.45 | moulding 24 unit (1865 komponen <i>precast</i>) ~ panjang tribun 10,699 meter |

Sumber: hasil olahan

Garis regresi yang diperoleh dari dua metode (*cast in situ* dan *precast*), maka bisa digabungkan dalam satu gambar yang mempunyai 2 garis regresi yang berbeda. Pada gambar 4 dapat dilihat bahwa garis

regresi *cast in situ* dan garis regresi *precast* saling berpotongan dimana titik perpotongan tersebut merupakan titik efisiensi (TE).



Gambar 4. Hubungan garis regresi linear antara metode *cast in situ* dan metode *precast*

Untuk mencari titik efisiensi, maka 2 persamaan yang telah diperoleh dapat diselesaikan sebagai berikut:

Persamaan regresi *cast in situ*

$$y = 2.674 x + 0 \dots\dots\dots(1)$$

Persamaan regresi *precast*

$$y = 1.927 x + 285.4 \dots\dots\dots(2)$$

Persamaan (1) = (2), maka diperoleh

$$2.674 x + 0 = 1.927 x + 285.4$$

$$0.747 x = 285.4$$

$$x = 382.06$$

$$y = 2.674 x 382.06 = 1,021.63$$

Tujuan memperoleh titik efisiensi (TE) adalah untuk mengetahui batas minimum nilai produksi (dalam satuan m³ beton) dari suatu kegiatan pekerjaan dengan metode *precast*. Apabila suatu kegiatan produksi dikerjakan di bawah nilai TE, maka penerapan metode *precast* sangat tidak efisien (rugi) dan lebih cocok menerapkan metode *cast in situ*. Sebaliknya bila diproduksi di atas nilai TE, maka metode *precast* sangat efisien (untung/ekonomis) dan metode *cast in situ* kurang cocok (keuntungan berkurang/boros). Melalui gambar 4 dapat diberikan beberapa contoh analisis.

Jika volume beton diproduksi adalah 200 m³ (di bawah nilai TE), maka biaya yang timbul untuk metode *cast in situ* adalah $2.674 \times 200 = 534.8$ juta sedangkan biaya yang timbul untuk metode *precast* adalah $1.927 \times 200 + 285.4 = 670.8$ juta. Jadi nilai kerugian apabila diterapkan metode *precast* sebesar $670.8 - 534.8 = 136$ juta (garis regresi *y* "*precast*" di atas *y* "*cast in situ*")

Jika volume beton diproduksi adalah 382.06 m³ (sama dengan TE), maka biaya yang timbul untuk metode *cast in situ* adalah $2.674 \times 382.06 = 1,021.63$ juta, sedangkan biaya yang timbul untuk metode *precast* adalah $1.927 \times 382.06 + 285.4 = 1,021.63$ juta. Jadi nilai yang diterapkan pada metode *precast* dan *cast in situ* adalah sama, yaitu $1,021.63 - 1,021.63 = 0$ (garis regresi *y* "*precast*" berpotongan *y* "*cast in situ*").

Jika volume beton diproduksi = 1,000 m³ (di atas nilai TE), maka biaya yang timbul untuk metode *cast in situ* adalah $2.674 \times 1,000 = 2,674.0$ juta sedangkan biaya yang timbul untuk metode

precast adalah $1.927 \times 1,000 + 285.4 = 2,212.4$ juta. Jadi nilai keuntungan apabila diterapkan metode *precast* sebesar $2,674.0 - 2,212.4 = 461.6$ juta (garis regresi *y* "*precast*" di bawah *y* "*cast in situ*").

KESIMPULAN

Berdasarkan data yang diperoleh baik data sekunder maupun data primer tentang pengaruh pemilihan metode kerja pada pekerjaan beton *cast in situ* dan beton *precast*, maka dapat disimpulkan bahwa efisiensi dana kegiatan produksi beton untuk Stadion Utama Jakabaring Palembang secara keseluruhan terhadap metode *cast in situ* sebesar 18.29% (Rp.840,217,466.19). Titik Efisiensi terjadi ketika produksi beton *precast* mencapai volume 382.1 M³ dengan nilai/biaya Rp.1,021,630,000 (27.21% terhadap biaya total produksi beton *precast*).

DAFTAR PUSTAKA

- Kim S. Elliot. 2002. *Precast Concrete Structures*, Butterworth Heinemann, Oxford, Woburn, MA 01801-2041.
- Koncz, T. 1979. *Manual of Precast Concrete Construction*, Berlin.
- Soedradjat A.,S.,Ir. 1984. *Anggaran Biaya Pelaksanaan*, Bandung: Penerbit Nova.
- Wulfram I.E. 2006. *Eksplorasi Teknologi Dalam Proyek Konstruksi*, Yogyakarta: Penerbit Andi Offset.
- Yee, A.,A., Dr. 2001. *Social and environmental benefits of precast concrete technology*, PCI J.46 (3):14-19, The McGraw-Hill Companies.