

Model *Time-Cost Trade Off* untuk Pekerjaan Kolom Utama di Kabupaten Aceh Selatan

Isra¹ Saiful Husin² Fachrurrazi³

¹Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh 23111, Indonesia

^{2,3}Jurusan Teknik Sipil, Universitas Syiah Kuala, Jl. Syekh Abdurrauf No. 10 Banda Aceh 23111

Email: iisra1912@gmail.com

Abstract

In the implementation of construction projects sometimes contractors often accelerate the completion of the project. One reason the contractor accelerated the project was due to the special request from the owner. Acceleration is done by keeping in mind the cost factor so it is done with the minimum cost. This study aims to model the time-cost trade-off (TCTO) on the main column work in South Aceh district. The TCTO model will be developed from direct questionnaire data to directors, managers, project estimators domiciled in South Aceh District. In addition to questionnaires, this study also uses secondary data that is cost budget plan (RAB) obtained from respondents. The analysis used in this research is simple linear regression analysis. The TCTO model generated for each job is the main column casting work: $C = 93.145.319,13 - 2.322.866,34D$ and on the main column columning work: $C = 83.811.240,95 - 1.700.177,42D$ with D ranges from 10 to 4 days. Main column formwork work: $C = 181.963.494,91 - 4.638.756,24D$ with D ranges from 10 to 3 days. From the results of data analysis shows that according to 50 respondents studied, acceleration duration resulted in an increase in linear implementation costs of work.

Keywords: Time Cost Trade Off, acceleration of activity duration, additional cost, main column, South Aceh district.

Abstrak

Pada pelaksanaan proyek konstruksi kadang kala kontraktor sering melakukan percepatan penyelesaian proyek. Salah satu alasan kontraktor mempercepat pelaksanaan proyek adalah karena adanya permintaan secara khusus dari pihak owner. Percepatan dilakukan dengan tetap memperhatikan faktor biaya sehingga dilakukan dengan biaya paling minimum. Penelitian ini bertujuan untuk memodelkan time-cost trade-off (TCTO) pada pekerjaan kolom utama di Kabupaten Aceh Selatan. Model TCTO akan dikembangkan dari data penyebaran kuisioner langsung kepada direktur, manajer, estimator proyek yang berdomisili di Kabupaten Aceh Selatan. Selain kuisioner, penelitian ini juga menggunakan data sekunder yaitu rencana anggaran biaya (RAB) yang diperoleh dari responden. Analisa yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisa regresi linear sederhana. Model TCTO yang dihasilkan untuk masing-masing pekerjaan adalah pekerjaan pengecoran kolom utama: $C = 93.145.319,13 - 2.322.866,34D$ dan pada pekerjaan pembesian kolom utama: $C = 83.811.240,95 - 1.700.177,42D$ dengan D berkisar dari 10 sampai 4 hari. Pekerjaan bekisting kolom utama: $C = 181.963.494,91 - 4.638.756,24D$ dengan D berkisar dari 10 sampai 3 hari. Dari hasil analisis data menunjukkan bahwa menurut 50 responden yang diteliti, percepatan durasi mengakibatkan terjadinya peningkatan biaya pelaksanaan pekerjaan secara linear.

Kata kunci: Time Cost Trade Off, percepatan durasi kegiatan, tambahan biaya, kolom utama, Kabupaten Aceh Selatan.

1. Pendahuluan

Pada pelaksanaan proyek konstruksi kadang kala kontraktor sering melakukan percepatan penyelesaian proyek. Salah satu alasan kontraktor mempercepat pelaksanaan proyek adalah karena adanya permintaan secara khusus dari pihak owner. Owner berkeinginan agar bangunan tersebut dapat sesegera mungkin dioperasikan atas permintaan masyarakat seperti contohnya bangunan gedung sekolah. Hal ini dilakukan berkaitan dengan masuknya tahun ajaran baru sehingga dapat mengoptimalkan proses kegiatan belajar mengajar.

Percepatan dapat dilakukan dengan memanfaatkan alternatif seperti penambahan jam kerja lembur, alat bantu yang lebih produktif, penambahan jumlah pekerja, menggunakan material yang lebih cepat pemasangannya dan metode konstruksi yang lebih cepat. Percepatan penyelesaian proyek harus dilakukan dengan perencanaan yang baik. Dengan memanfaatkan waktu yang optimal dan adanya keterbatasan tenaga kerja, maka alternatif yang biasa digunakan untuk menunjang percepatan aktifitas adalah dengan menambah jam kerja lembur, sehingga berpengaruh pada biaya total proyek yang semakin meningkat.

Tujuan dari penelitian ini adalah memodelkan *time-cost trade-off* pekerjaan kolom utama di

Kabupaten Aceh Selatan. Model ini akan digunakan oleh kontraktor untuk menganalisa percepatan pekerjaan kolom utama di lapangan dan menghitung biaya setelah dipercepat yang harus dikeluarkan untuk percepatan tersebut. Model *time-cost trade-off* yaitu sebuah model percepatan durasi pelaksanaan proyek dengan menganalisa sejauh mana waktu dapat dipersingkat dengan menambah biaya terhadap kegiatan yang dapat dipercepat waktu pelaksanaannya.

Ruang lingkup penelitian dibatasi pada pekerjaan pengecoran kolom utama (A), pembesian kolom utama (B), bekisting kolom utama (C) yang dilaksanakan oleh kontraktor yang tersebar di Kabupaten Aceh Selatan. Penelitian ini dibatasi hanya pada konstruksi bangunan gedung. Data untuk Model *Time Cost Trade-Off (TCTO)* didapat dari kuesioner yang disebarakan secara langsung kepada pelaksana proyek yang terdiri dari direktur, manajer, dan estimator proyek. Pengujian instrument dilakukan dengan uji validitas dan reabilitas. Analisis yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisa regresi linear sederhana dan validasi model.

Manfaat pada penelitian ini adalah model *Time Cost Trade Off (TCTO)* pada pekerjaan kolom utama dan kolom praktis ini dapat digunakan oleh kontraktor untuk menganalisis tambahan biaya apabila ingin melakukan percepatan penyelesaian proyek.

2. Tinjauan kepustakaan

2.1 Proyek

Proyek adalah suatu kegiatan sementara yang memiliki tujuan dan sasaran yang jelas, berlangsung dalam jangka waktu terbatas dengan sumber daya tertentu[1].

2.2 Durasi proyek

Durasi proyek adalah jumlah waktu yang dibutuhkan dalam menyelesaikan seluruh kegiatan proyek. Rumus untuk menghitung durasi suatu kegiatan adalah[2]:

$$\text{Durasi pekerjaan} = \frac{\text{Volume pekerjaan}}{\text{Produksi perhari}} \dots\dots\dots 1)$$

2.3 Biaya proyek

Biaya proyek terbagi menjadi dua jenis antara lain :

1. Biaya langsung (*direct cost*)

Biaya langsung (*direct cost*) adalah semua biaya yang dikeluarkan secara langsung berhubungan dengan pekerjaan konstruksi di lapangan, termasuk biaya untuk tenaga kerja (menggaji buruh, mandor, pekerja), material dan bahan yang diperlukan serta biaya untuk pemakaian peralatan yang mempunyai hubungan erat dengan aktivitas proyek[3].

2. Biaya tidak langsung (*indirect cost*)

Biaya tidak langsung (*indirect cost*) adalah biaya yang diperlukan pada suatu proyek yang tidak dapat dihubungkan/terpisah dengan aktivitas tertentu pada proyek tersebut dan beberapa kasus tidak dapat dihubungkan dengan proyek tertentu[3].

2.4 Metode Percepatan

Metode yang dapat digunakan dalam melaksanakan percepatan suatu kegiatan adalah[4]:

1. Penambahan jumlah jam kerja (lembur)
2. Penambahan tenaga kerja
3. Pergantian atau penambahan peralatan
4. Pemilihan sumber daya manusia yang berkualitas
5. Penggunaan metode konstruksi yang efektif

2.5 Model *Time Cost Trade Off*

Time Cost Trade Off adalah suatu proyek yang disengaja, sistematis dan analitik dengan cara melakukan pengujian dari semua kegiatan dalam suatu proyek yang dipusatkan pada kegiatan yang berada pada jalur kritis[5]. Sering terjadi suatu proyek harus diselesaikan lebih cepat daripada waktu normalnya. Dalam hal ini pimpinan proyek dihadapkan kepada masalah bagaimana mempercepat penyelesaian proyek dengan biaya minimum.

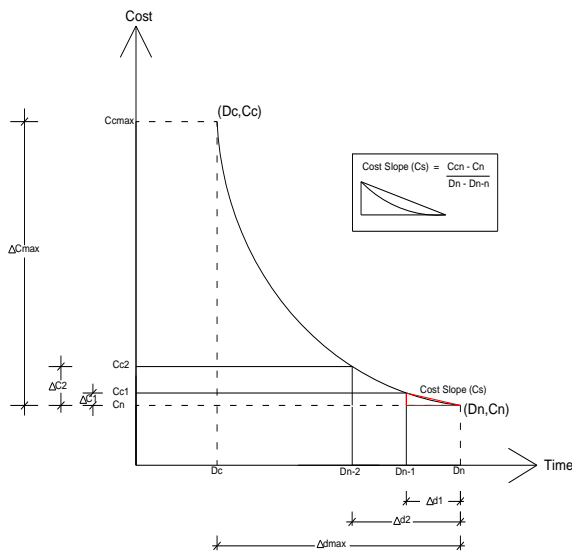
Model *Time Cost Trade Off* memberikan alternatif kepada perencana proyek untuk dapat menyusun perencanaan terbaik sehingga upaya mengoptimalkan waktu dan biaya dalam menyelesaikan suatu proyek, penyelesaian penugasan sumber daya untuk meng-efisiensikan alokasi sumber daya juga diperlukan, sehingga dapat dihasilkan sumber daya yang diinginkan dengan penambahan biaya yang paling optimum[6].

Model *time cost trade off* terdiri dari 3 jenis antara lain:

1. Model linear *time cost trade off*, penambahan biaya untuk setiap jangka waktu yang diperlukan adalah seragam untuk setiap interval waktu
2. Model non-linier *time cost trade off*, penambahan biaya untuk setiap jangka waktu yang dipercepat adalah non linier untuk setiap interval waktu. Kasus ini terjadi misalnya bila dilakukan kombinasi alternatif-alternatif perpendekan durasi
3. Model *discrete time cost trade off*, antara biaya normal dan biaya dipercepat merupakan titik saling terpisah dan tidak bisa ditarik garis lurus antara kedua titik itu, tidak ada hubungan antara biaya normal dengan biaya crash atau tidak mempunyai *cost slope*. Kasus ini terjadi antara lain penggunaan dua metode pelaksanaan yang berbeda.

Dari kurva waktu biaya suatu kegiatan, dapat diketahui berapa *slope* atau sudut kemiringannya, sehingga bisa dihitung berapa besar biaya untuk mempersingkat waktu satu hari. Penambahan biaya

langsung (*direct cost*) untuk mempercepat suatu aktivitas per satuan waktu disebut *cost slope*.



Gambar 1. Ilustrasi model hubungan waktu dan biaya suatu kegiatan

Perumusan *cost slope* sebagai berikut:

$$Cs = \frac{Cc - Cn}{Dn - Dc} \dots\dots\dots 2)$$

Keterangan :

- Cs = *cost slope* (rupiah)
- Cc = *crash cost* (rupiah)
- Cn = *normal cost* (rupiah)
- Dn = *normal duration* (hari)
- Dc = *crash duration* (hari)

Dalam menganalisis *time-cost trade-off* digunakan definisi dan rumus berikut ini:

- a. *Normal Duration (Dn)*
Normal duration adalah durasi yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu kegiatan dengan sumber daya normal yang ada tanpa adanya biaya tambahan dari dalam proyek[7].
- b. *Crash Duration (Dc)*
Crash duration adalah durasi yang akan dibutuhkan oleh suatu proyek dalam usahanya untuk mempercepat durasi bagi suatu proyek sehingga durasinya lebih pendek dari *normal duration* [5].
- c. *Normal Cost (Cn)*
Normal Cost merupakan biaya yang dikeluarkan dengan penyelesaian proyek dalam waktu normal. Perkiraan biaya ini adalah pada saat perencanaan dan penjadwalan bersamaan dengan penentuan durasi normal. Rumus untuk menghitung Cn adalah sebagai berikut[7]:

$$Cn = \frac{\text{Biaya pekerjaan}}{\text{Durasi pekerjaan}} \dots\dots\dots 3)$$

d. *Crash Cost (Cc)*

Crash Cost merupakan biaya yang digunakan untuk melaksanakan aktivitas tersebut dalam jangka waktu sebesar durasi percepatannya. Biaya ini memacu pekerjaan lebih cepat selesai. Biaya *crash* akan menjadi lebih besar dari biaya normal semula, hal ini diakibatkan durasi yang menjadi lebih cepat dari durasi normalnya. Rumus untuk menghitung Cc adalah sebagai berikut[7]:

$$Cc = (1 + \% \overline{\Delta c}_{max}) Cn \dots\dots\dots 4)$$

Untuk menghitung nilai $\% \overline{\Delta c}_{max}$ terlebih dahulu dihitung nilai Δd_{max} sebagai berikut :

$$\Delta d_{max} = Dn - Dc \dots\dots\dots 5)$$

Dimana :

- Δd_{max} = durasi yang dipercepat
- Cc = *crash cost* (Rp);
- Cn = *normal cost* (Rp);
- $\% \overline{\Delta c}_{max}$ = tambahan biaya pada keadaan Δd_{max} .
- Dn = *normal duration* (hari)
- Dc = *crash duration* (hari)

2.6 Uji Validitas

Validitas adalah suatu ukuran yang menunjukkan tingkat keandalan atau kesahihan suatu alat ukur. Alat ukur yang kurang valid berarti memiliki validitas rendah[8]. Cara yang dilakukan adalah dengan analisis faktor, dimana setiap nilai yang ada pada setiap butir pertanyaan untuk satu variabel dengan menggunakan rumus korelasi sebagai berikut [9]:

$$r = \frac{n \sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{[n \sum X^2 - (\sum X)^2][n \sum Y^2 - (\sum Y)^2]}} \dots\dots\dots 6)$$

Dimana :

- X= nilai setiap pertanyaan
- n= jumlah responden
- Y= nilai total seluruh butir pertanyaan untuk suatu variabel
- r= koefisien korelasi *pearson product moment*

Jika instrument itu valid, maka dilihat dari kriteria penafsiran mengenai indeks korelasinya (r) pada Tabel 2.1 berikut ini[8].

Tabel 2.1 Kriteria penafsiran indeks korelasi

Indeks korelasi	Penafsiran
0,800 – 1,000	Sangat tinggi
0,600 – 0,799	Tinggi
0,400 – 0,599	Cukup tinggi
0,200 – 0,399	Rendah
0,000 – 0,199	Sangat rendah (tidak valid)

2.7 Uji Reabilitas

Reabilitas menunjuk pada suatu pengertian bahwa suatu instrument cukup dapat dipercaya untuk digunakan sebagai alat pengumpul data[10]. Uji

reabilitas yang umum digunakan adalah analisa *Cornbach Alpha*. Adapun pengujian dengan menggunakan koefisien *Cornbach Alpha* harus lebih besar atau sama dengan 0,6 yaitu nilai yang dianggap dapat menguji reliabel tidaknya kuisisioner yang digunakan.

Rumus-rumus untuk menghitung koefisien *Cornbach Alpha* adalah sebagai berikut:

$$r_i = \frac{k}{k-1} \left[1 - \frac{\sum \sigma_b^2}{\sigma_t^2} \right] \dots\dots\dots 7)$$

Berikut ini rumus untuk mencari varians butir (menggunakan rumus 8) dan varians total (menggunakan rumus 9)

$$\sigma_t^2 = \frac{\sum Xt^2}{n} - \frac{(\sum Xt)^2}{n^2} \dots\dots\dots 8)$$

$$\sigma_b^2 = \frac{Jki}{n} - \frac{Jks}{n^2} \dots\dots\dots 9)$$

Keterangan :

r_i = reabilitas instrument

k = banyaknya butir pertanyaan

$\sum \sigma_b^2$ = jumlah varians butir

σ_t^2 = varians total

$\sum Xt$ = jumlah total jawaban responden

Jki = jumlah kuadrat butir

Jks = jumlah kuadrat subjek

n = jumlah responden

2.8 Analisis Regresi Linear Sederhana

Analisis regresi linear sederhana adalah teknik statistik yang mengkuualifikasikan hubungan dua buah variabel. Persamaan regresi linear sederhana adalah sebagai berikut :

$$Y = a + Bx \dots\dots\dots 6)$$

Nilai a dan b dapat dihitung menggunakan persamaan berikut :

$$a = \frac{(\sum y)(\sum x^2) - (\sum x)(\sum xy)}{n \sum x^2 - (\sum x)^2} \dots\dots\dots 7)$$

$$b = \frac{n \sum xy - (\sum x)(\sum y)}{n \sum x^2 - (\sum x)^2} \dots\dots\dots 8)$$

Keterangan :

Y = Subjek dalam variabel dependen yang diprediksi

a = Harga Y ketika $X=0$ (harga konstan)

b = koefisien regresi

X =Subjek pada variabel independen

3. Metodologi penelitian

Subjek dari penelitian ini adalah durasi, biaya dan model *time-cost trade-off*. Sedangkan objek pada penelitian ini adalah pekerjaan kolom utama.

Dalam penelitian ini data yang digunakan untuk membuat model *Time Cost Trade Off* pekerjaan kolom utama diperoleh dari penyebaran kuisisioner secara

langsung kepada responden yang terdiri dari direktur, manajer, dan estimator proyek pada perusahaan kontraktor yang tersebar di Kabupaten Aceh Selatan. Jumlah responden yang diperoleh dalam penelitian ini sebanyak 50 responden dengan 40 data responden digunakan untuk mengembangkan model sedangkan 10 data responden digunakan untuk validasi model.

Data sekunder dalam penelitian ini diperoleh dari responden. Jenis data yang akan dikumpulkan yaitu data harga dan volume pekerjaan kolom utama ini diperoleh dari dokumen rencana anggaran biaya (RAB). Data ini digunakan untuk mendapatkan nilai biaya normal (C_n) dalam penelitian.

Data sekunder yang dikumpulkan masing-masing 50 dokumen RAB dari 50 responden. Dari 50 data sekunder, 40 data akan digunakan untuk mengembangkan model *Time Cost Trade Off* sedangkan 10 data sisanya digunakan untuk validasi model.

Setelah didapat model *Time Cost Trade Off* dari metode analisa regresi linear sederhana, selanjutnya dilakukan proses validasi model. Proses validasi dilakukan untuk menghitung perbandingan antara hasil yang di peroleh dari permodelan dengan hasil yang digunakan untuk validasinya.

Metode pengolahan data pada penelitian ini untuk nilai *Normal Duration (Dn)* diasumsikan 10 hari. Hal ini digunakan untuk menyeragamkan data dan membangun model *Time Cost Trade Off* yang lebih umum, sehingga untuk durasi proyek yang berbeda-beda nantinya dapat dinormalisasikan kedalam bentuk model tersebut.

Pada data primer diperoleh nilai *Crash Duration (Dc)* yang diperoleh berbeda-beda sesuai dengan jawaban responden.

Nilai *Crash Cost (Cc)* diperoleh dengan menggunakan rumus (4). Untuk menghitung nilai $\% \Delta c$ terlebih dahulu perlu diketahui nilai Δd_{max} . Dimana Δd_{max} diperoleh dari D_n dikurangi dengan D_c seperti diperlihatkan pada rumus (5). Nilai Δd_{max} digunakan untuk mengetahui % tambahan biaya masing-masing responden pada hari ke Δd_{max} . Hasil dari $\% \Delta c$ tersebut akan dirata-ratakan yang merupakan % tambahan biaya. Selanjutnya nilai persentase tersebut akan dirupiahkan dalam bentuk C_c seperti rumus (4).

4. Hasil dan pembahasan

4.1 Normal duration (Dn) dan normal cost (Cn)

Setiap data sekunder yang terkumpul memiliki biaya dan durasi yang berbeda-beda. Sehingga diperlukan durasi normal untuk menganalisis biaya normal pekerjaan. Untuk menyeragamkan data biaya normal digunakan durasi acuan yaitu D_n 10 hari. *Normal cost (Cn)* dengan durasi 10 hari untuk pekerjaan pengecoran adalah Rp 69.823.143, pekerjaan pembesian sebesar Rp 66.452.581 dan pekerjaan bekisting sebesar Rp 135.898.692.

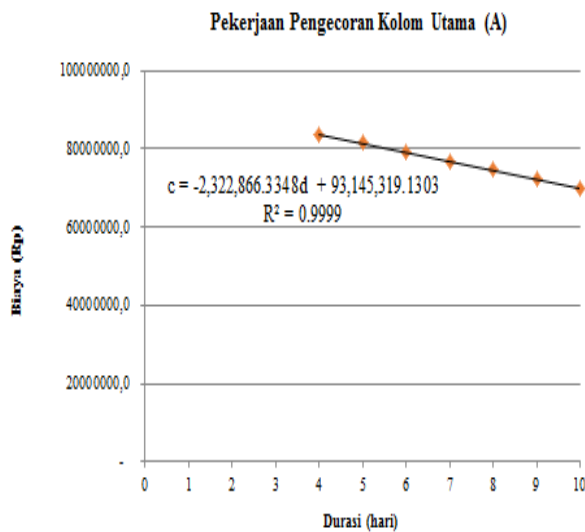
4.2 Crash duration (D_c) dan crash cost (C_c)

Crash duration (D_c) diperoleh dengan mengacu pada D_n 10 hari. Crash duration (D_c) dan crash cost (C_c) yang didapat dari analisis data yaitu :

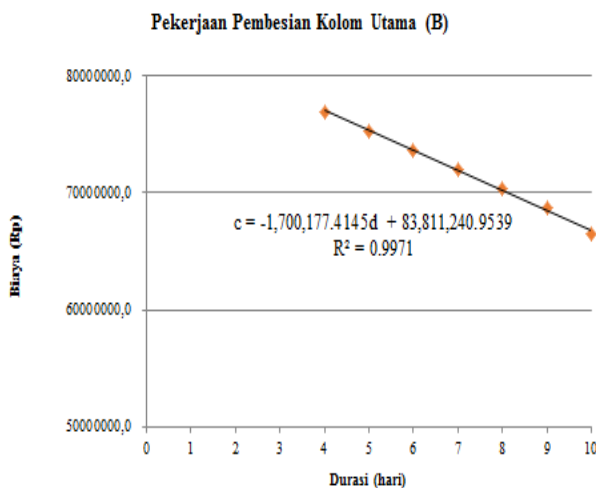
1. Pengecoran, $D_c = 4$ hari ; C_c Rp 83.853.854
2. Pembesian, $D_c = 4$ hari ; C_c Rp 77.010.531
3. Bekisting, $D_c = 5$ hari ; C_c Rp 168.047.226

4.3 Model hubungan waktu dan biaya

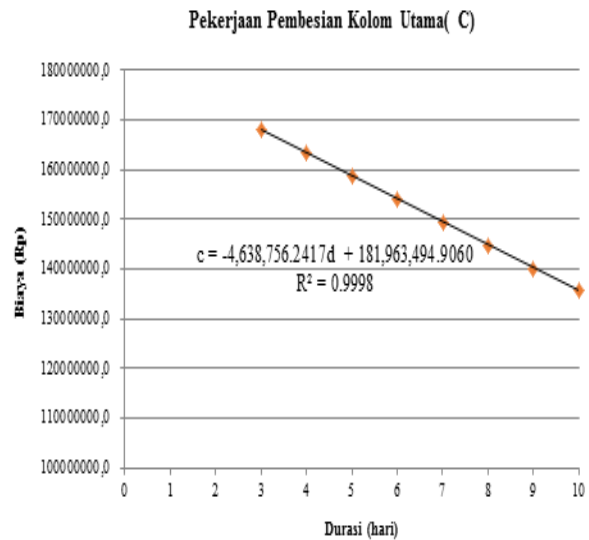
Dari analisis regresi linear sederhana diperoleh grafik sebagai berikut.



Gambar 2. Model *time cost trade off* pada pekerjaan pengecoran kolom utama



Gambar 3. Model *time cost trade off* pada pekerjaan pembesian kolom utama



Gambar 4. Model hubungan waktu dan biaya pekerjaan bekisting

Model hubungan waktu dan biaya pekerjaan kolom utama dibatasi oleh durasi 10 hari dan tambahan biaya pada masing-masing pekerjaan. Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa pengurangan durasi akan meningkatkan biaya. Peningkatan biaya linear untuk setiap interval waktu.

4.4 Cost Slope (C_s)

Cost Slope (C_s) yang dihasilkan dari model meningkat secara linear setiap harinya. Nilai *cost slope* (C_s) yang dihasilkan untuk pekerjaan pengecoran adalah Rp. 916.988, pekerjaan pembesian adalah Rp 1.700.177 dan pekerjaan bekisting adalah Rp 4.638.756.

Dari nilai *cost slope* (C_s) tersebut dapat dilihat bahwa biaya tambahan maksimum yang timbul akibat percepatan durasi pekerjaan. Biaya tambahan maksimum yang timbul akibat percepatan durasi pada pengecoran adalah 19,93% dari biaya normal dengan biaya tambahan per hari sebesar 3,32% dari biaya normal. Biaya tambahan maksimum yang timbul akibat percepatan durasi pada pembesian adalah 15,27% dari biaya normal dengan biaya tambahan perhari sebesar 2,54%. Biaya tambahan maksimum yang timbul akibat percepatan durasi pada bekisting adalah 23,95% dari biaya normal dengan biaya tambahan perhari sebesar 3,42%.

4.5 Validasi Model

Validasi dilakukan dengan membandingkan data dari pengembangan model dengan data dari validasi model yang didapat

Tabel 1. Perhitungan validasi model pekerjaan pengecoran kolom utama

Proyek	Y Data(Rp)	Y Model (Rp)	Error(Rp)	Persentase
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
R1	48.674.300	83.853.854	-35.179.554	-42%
R2	30.793.635	83.853.854	-53.060.219	-63%
R3	41.058.180	83.853.854	-42.795.674	-51%
R4	34.216.200	83.853.854	-49.637.654	-59%
R5	34.215.150	83.853.854	-49.638.704	-59%
R6	32.863.428	83.853.854	-50.990.425	-61%
R7	58.488.300	83.853.854	-25.365.554	-30%
R8	51.324.300	83.853.854	-32.529.554	-39%
R9	34.215.150	83.853.854	-49.638.704	-59%
R10	27.370.480	83.853.854	-56.483.374	-67%
				-53%

Nilai *Y* data adalah nilai yang diperoleh dari data biaya normal untuk mengembangkan model yang dibandingkan dengan nilai *Y* yang diperoleh dari data validasi model. Dari Tabel 1 di atas diketahui bahwa *error* model untuk pekerjaan pengecoran kolom utama adalah 53%.

Tabel 2. Perhitungan validasi model pekerjaan pembesian kolom utama

Proyek	Y Data(Rp)	Y Model (Rp)	Error(Rp)	Persentase
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
R1	48.146.000	77.010.531	-28.864.531	-37%
R2	34.870.000	77.010.531	-42.140.531	-55%
R3	41.844.000	77.010.531	-35.166.531	-46%
R4	27.896.000	77.010.531	-49.114.531	-64%
R5	39.054.400	77.010.531	-37.956.131	-49%
R6	9.052.400	77.010.531	-67.958.131	-88%
R7	23.386.500	77.010.531	-53.624.031	-70%
R8	48.818.000	77.010.531	-28.192.531	-37%
R9	11.158.400	77.010.531	-65.852.131	-86%
R10	13.947.000	77.010.531	-63.063.531	-82%
				-61%

Dari Tabel 2 di atas diketahui bahwa *error* model untuk pekerjaan pembesian kolom utama adalah 61%.

Tabel 3. Perhitungan validasi model pekerjaan bekisting kolom utama

Proyek	Y Data(Rp)	Y Model (Rp)	Error(Rp)	Persentase
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
R1	91.887.600	168.047.226	-76.159.626	-45%
R2	135.900.000	168.047.226	-32.147.226	-19%
R3	135.900.000	168.047.226	-32.147.226	-19%
R4	116.874.000	168.047.226	-51.173.226	-30%
R5	100.566.000	168.047.226	-67.481.226	-40%
R6	151.194.750	168.047.226	-16.852.476	-10%
R7	105.071.400	168.047.226	-62.975.826	-37%
R8	122.310.000	168.047.226	-45.737.226	-27%
R9	95.130.000	168.047.226	-72.917.226	-43%
R10	81.510.000	168.047.226	-86.537.226	-51%
				-32%

Dari Tabel 3 di atas diketahui bahwa *error* model untuk pekerjaan bekisting kolom utama adalah 32%.

5. Kesimpulan

1. Pengolahan data untuk mengembangkan model sebanyak 40 data menunjukkan adanya tambahan biaya pelaksanaan akibat percepatan durasi.
2. Pada pekerjaan pengecoran kolom utama dapat dilakukan percepatan sebesar 60% dari durasi normalnya, pekerjaan pembesian kolom dapat dilakukan percepatan sebesar 60% dari durasi normalnya, pekerjaan bekisting kolom utama dapat dilakukan percepatan sebesar 70% dari durasi normalnya.
3. Dari model *time-cost trade-off* yang dihasilkan, biaya tambahan maksimum yang timbul akibat percepatan durasi pada pengecoran kolom utama adalah 19,93% dari biaya normal dengan biaya tambahan per hari sebesar 3,32% dari biaya normal. Biaya tambahan maksimum yang timbul akibat percepatan durasi pada pembesian kolom adalah 15,27% dari biaya normal dengan biaya tambahan perhari sebesar 2,54%. Biaya tambahan

maksimum yang timbul akibat percepatan durasi pada bekisting kolom utama adalah 23,95% dari biaya normal dengan biaya tambahan perhari sebesar 3,42%.

6. Daftar pustaka

- [1] Widiyanti, I., dan Lenggogeni, 2013, Manajemen Konstruksi, Penerbit PT. Remaja Rosdakarya, Bandung.
- [2] Dannyanti, E., 2011, *Optimalisasi Pelaksanaan Proyek Dengan Metode PERT dan CPM*, Jurnal Ekonomi, Universitas Diponegoro, Semarang.
- [3] Kareth, Michael., 2012, Analisis Optimalisasi Waktu dan Biaya dengan Program 6.0. Jurnal, Fakultas Teknik, Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- [4] Andrianto, 2011
- [5] Ervianto, W. I., 2004, *Teori Aplikasi Manajemen Proyek Konstruksi*, Penerbit Andi, Yogyakarta.
- [6] Buluatie, N., 2013, *Optimalisasi Waktu dan Biaya dengan Metode Time Cost Trade Off pada Proyek Revitalisasi Gedung BPS Kota Gorontalo, Tugas Akhir*, Fakultas Teknik, Teknik Sipil, Universitas Gorontalo, Gorontalo.
- [7] Anas, C. Y., 2017, *Model Time Cost Trade Off (TCTO) pada Percepatan Durasi Proyek Konstruksi, Tugas Akhir*, Fakultas Teknik, Teknik Sipil, Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh.
- [8] Riduwan, 2010. *Metode dan Teknik Menyusun Tesis*, Alfabeta, Bandung.
- [9] Sugiyono, 2005, *Metode Penelitian Kuantitatif*, Alfabeta, Bandung.
- [10] Arikunto, S., 2002, *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktek*, PT Rineka Cipta, Jakarta.