

ANALYSIS PROJECT FOR TIME WORKS AT BRIDGE CONTRUCTION

Yasir Amani

Fakultas Teknik Universitas Malikussaleh Lhokseumawe
Jl. Cot Tgk Nie-Reulet, Aceh Utara, 141 Indonesia
email : amaniyasir@yahoo.com

Abstrak

Bangunan jembatan prestress adalah bangunan kuat didalamnya gelagar memakai kabel sling, kualitas tahan lama dan tidak mengalami korosi dan murah perawatan juga tanpa pengecatan. Pemasanganjembatan prestress memakai mesin alat berat yaitu mesin crain, lebih cepat daripada rangka baja karena sudah diuji dipabrikasi bongkar pasang dilapangan kemudian dipasang. Hanya membutuhkan beberapa hari saja. Semakin besar bangunan maka akan menambah masa pelaksanaannya sehingga semakin tinggi biayanya. Dalam pelaksanaan proyek konstruksi jembatan waktu dan biaya adalah dua hal utama. Faktor biaya dan waktu memberikan tantangan dan peluang bagi perencana kontruksi untuk membuat rencana konstruksi yang terbaik dengan waktu dan biaya yang optimal untuk menyelesaikan pelaksanaan proyek jembatan. Penelitian untuk mendapatkan model hubungan waktu, biaya dan luas pada konstruksi Jembatan di Provinsi Aceh. Lingkup dibatasi pada bangunan jembatan prestress. Data diperoleh adalah data RAB, waktu, addendum kontrak dan gambar yang diperoleh dari Dinas Binamarga yaitu sebanyak 23 (duapuluh tiga) data proyek. Penelitian menggunakan metodologi statistik yaitu menggunakan pendekatan persamaan Bromilow dan analisa regresi berganda. Hasil perhitungan menggunakan pendekatan persamaan Bromilow dapat direkomendasikan hanya model $T = 160.39C^{0.13}$. Jadi pemasanganjembatan prestress memakai mesin alat berat yaitu mesin crain, sering mengalami keterlambatan karena keterbatasan mesin alat berat berupa crain yang beroperasi di aceh, mobilisasi dan memindahkan mesin crain tersebut membutuhkan waktu yang lama.

Kata Kunci :Konstruksi, Jembatan, Analisis, Model, Waktu

1. Pendahuluan

Pelaksanaan proyek konstruksi tidak terlepas dari sasaran dan tujuan pelaksanaannya yaitu untuk mewujudkan bangunan yang sesuai dengan spesifikasi atau mutu yang dipersyaratkan, biaya yang seefisien mungkin dan dalam waktu yang efektif. tersebut. Transaksi biaya dan waktu memberikan tantangan dan peluang bagi perencana kontruksi untuk membuat rencana konstruksi yang terbaik dengan waktu dan biaya yang

optimal untuk menyelesaikan pelaksanaan proyek. Waktu dan biaya adalah dua hal utama dalam pelaksanaan proyek konstruksi. Dalam industri konstruksi, kontraktor biasanya menggunakan pengalaman sebelumnya dalam mengestimasi waktu (durasi) dan biaya dari suatu proyek terbaru. Semakin besar luasan bangunan maka akan menambah masa pelaksanaannya sehingga semakin tinggi biayanya. Dalam kegiatan proyek konstruksi antara waktu dan biaya mempunyai kaitan yang sangat erat. Hubungan waktu dan biaya dapat digambarkan secara linear yang artinya untuk jenis proyek yang sama semakin besar volume pekerjaan maka semakin besar biaya dan waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan proyek konstruksi.

Waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu proyek konstruksi masih menjadi sebuah permasalahan. Permasalahan tersebut maka para peneliti berusaha mendapatkan suatu model hubungan waktu dan biaya dan memprediksi lamanya waktu pelaksanaan dengan menghubungkan kepada biaya dan luasan bangunan. Bromilow (1974) berdasarkan penelitiannya di Australia menemukan suatu model ($T=KC^B$) yang digunakan untuk memperkirakan waktu yang diperlukan untuk melaksanakan proyek konstruksi dengan menghubungkan dengan biaya proyek. Dalam penelitian ini model hubungan waktu dan biaya yang dikembangkan oleh Bromilow akan dijadikan sebagai acuan dasar untuk membuat sebuah model waktu konstruksi yang menunjukkan hubungan waktu dan biaya proyek konstruksi jembatan prestres di Provinsi Aceh. Perlu juga dalam pengembangan teknologi dalam machine learning (Ula et al., 2018),

Tujuannya adalah meninjau hubungan waktu dan biaya dari model yang ditemukan oleh Bromilow (1974) dan model hubungan waktu, biaya, luas dari persamaan regresi berganda pada konstruksi jembatan prestres di Provinsi Aceh. Ruang lingkup penelitian dibatasi pada konsep biaya, waktu dan luasan bangunan tanpa memperhitungkan faktor lain yang mempengaruhi waktu pelaksanaan. Penelitian ini menggunakan studi kasus pada proyek-proyek konstruksi jembatan dengan jumlah sampel sebanyak 23 (dua puluh tiga) sampel proyek diklasifikasikan menjadi harga diatas lima milyar dan harga dibawah lima milyar.

2. METODELOGI PENELITIAN

Langkah yang dilakukan secara sistematis dengan kerangka acuan yang jelas dalam menyelesaikan permasalahan dalam penelitian

ini. Menjelaskan bagaimana membuat model waktu konstruksi yang menunjukkan hubungan waktu dan biaya sehingga dapat diperkirakan waktu pelaksanaan proyek-proyek konstruksi jembatan prastres pada tahun 2012 -2016 di Provinsi Aceh

2.1 Lokasi Penelitian

Objek penelitian pada penulisan ini adalah waktu, biaya dan luas bangunan jembatan prastres dengan klasifikasi bangunan struktur berat, dengan tahun pembangunan dari tahun 2012 - 2016 di Provinsi Aceh.

2.2 Pengumpulan Data

Pengumpulan data sekunder, data yang dikumpulkan bersumber dari Dinas Bina Maraga. Jumlah data sebanyak 23 sampel proyek bangunan jembatan. Data sekunder yang dikumpulkan yaitu :

- Data kontrak, addendum kontrak, yang terdiri dari: Data Biaya, Data Waktu, Surat Perintah Mulai Kerja (SPMK) dan data serah terima pertama (PHO)
- Gambar bestek berupa site plan, denah dan soft drawing

2.3 Pengolahan Data

Data menggunakan metode statistik dengan menerapkan persamaan regresi linear sederhana kedalam rumus Bromilow, regresi linear berganda, korelasi dan uji F. Rumus tersebut adalah untuk memprediksi waktu pelaksanaan proyek berdasarkan biaya kontrak dan luasan bangunan.

2.3.1 Penerapan Regresi Linear Sederhana ke dalam Persamaan Bromilow

Bentuk regresi non linear adalah $Y = a X^b$, maka regresi geometrik ini dapat ditransformasikan menjadi linear yaitu dijabarkan kedalam bentuk logaritma asli dengan menggunakan sifat logaritma asli :

1. $\log ab = \log a + \log b$
2. $\log a^b = b \log a$

Hubungan waktu dan biaya yang ditemukan oleh Bromilow $T = KC^B$. Maka dapat dijabarkan sebagai berikut :

$$T = KC^B$$

$$\log T = \log (KC^B)$$

$$\log T = \log K + \log C^B$$

$$\log T = \log K + B \log C$$

Logaritma $\log T = \log K + B \log C$, dijabarkan rumus statistik dengan bentuk logaritma tersebut yaitu $y = a + bx$. Hal ini diasumsikan :

$\log T$ sebagai variabel y

$\log K$ sebagai konstanta a

B sebagai konstanta b

$\log C$ sebagai variabel x

T , waktu pelaksanaan proyek dalam hari dan C adalah biaya kontrak proyek dalam jutaan Rupiah. Koefisien K dan B berdasarkan asumsi di atas, maka model Bromilow $T = KC^B$ dapat sebuah model perkiraan waktu konstruksi. Biaya kontrak dan waktu pelaksanaan konstruksi dihitung nilai-nilai dari $\log C$ dan $\log T$, dengan menggunakan teknik regresi linear sederhana, koefisien K dan B dapat ditentukan melalui $\log K$ dan B , dan menggantikan $\log Y$ dengan $\log T$ dan $\log X$ dengan $\log C$.

2.3.2. Analisis Koefisien Korelasi (Regresi Sederhana)

Koefisien korelasi, r adalah indeks atau bilangan yang digunakan untuk mengukur derajat hubungan meliputi kekuatan hubungan dan bentuk atau arah hubungan yang nilainya berada diantara -1 dan $+1$ ($-1 \leq r \leq +1$). Dalam hal ini koefisien korelasi digunakan untuk mengukur derajat hubungan antara variabel waktu (T) dan biaya (C). Besarnya r yang diperoleh menunjukkan keeratan hubungan yang dapat disesuaikan dengan interval nilai.

2.4 Hubungan Waktu, Biaya dan Volume (Luas Bangunan)

Dalam membuat model hubungan waktu, biaya dan luas digunakan analisis regresi berganda yaitu $Y = a + b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_nx_n$

2.4.1 Analisis Regresi Berganda

Analisa regresi berganda $Y = a + b_1x_1 + b_2x_2$ terdapat variabel bebas dan variabel terikat. Y sebagai variabel terikat dan X_1 dan X_2 sebagai variabel bebas. Dimana Y adalah data waktu pelaksanaan dalam satuan hari, X_1 adalah data biaya konstruksi dalam satuan jutaan rupiah dan X_2 adalah data luas bangunan dalam satuan m^2 .

2.4.2 Analisis Korelasi (Regresi Berganda)

Untuk menghitung koefisien korelasi pada regresi linear berganda pada prinsipnya sama juga pada regresi linear sederhana. Semua nilai yang ditunjukkan dalam tabel

2.4.3 Uji Hipotesis

Menguji hipotesis digunakan perhitungan dalam menentukan model yaitu dengan Uji F untuk analisis regresi, Uji T dan Uji Koefisien Penentu dan tingkat validasi.

2.4.3.1 Uji F

Kelayakan model pada regresi digunakan Uji F dengan menggantikan koefisien-koefisien regresi dengan koefisien-koefisien dalam model Bromilow, Koefisien K dan B serta X1 dan X2, kemudian disusun dalam daftar ANAVA. Dengan menggantikan log a dengan log K , log Y dengan log T , log X dengan log C dan b dengan B .

2.4.3.2 Uji T

Uji T digunakan untuk menguji signifikan atau tidaknya hubungan yang diperoleh dari analisis korelasi yaitu hubungan dari variable waktu (T) dan biaya (C) sesuai dengan langkah-langkah uji statistic sebagaimana telah disebutkan pada bab II daftar kepustakaan yaitu dengan menggunakan persamaan (2.17). dengan criteria pengujian yaitu:

- H_0 diterima apabila $t_o \leq t_\alpha$ dan H_0 ditolak apabila $t_o > t_\alpha$.
- H_0 diterima apabila $t_o \geq -t_\alpha$ dan H_0 ditolak apabila $t_o < -t_\alpha$.
- H_0 diterima apabila $-t_{\alpha/2} \leq t_o \leq t_{\alpha/2}$ dan H_0 ditolak apabila $t_o > t_{\alpha/2}$.

Untuk penentuan formulasi hipotesis adalah ;

- H_0 : Tidak ada hubungan positif antara biaya(C) dan waktu (T) dan H_1 : ada hubungan positif antara biaya(C) dan waktu (T)
- H_0 : Tidak ada hubungan negatif antara biaya(C) dan waktu (T) dan H_1 : ada hubungan negatif antara biaya(C) dan waktu (T)
- H_0 : Tidak ada hubungan antara biaya(C) dan waktu (T) dan H_1 : ada hubungan antara biaya(C) dan waktu (T)

2.4.3.3 Tingkat Validasi

Analisa regresi sederhana dan berganda, dihasilkan model penentuan harga satuan. Selanjutnya dilakukan validasi, dimana dihitung nilai deviasi dari nilai harga satuan model dengan nilai harga satuan pada masing-masing proyek untuk setiap tahunnya. Kemudian dihitung tingkat akurasi dengan perbandingan antara nilai deviasi dengan nilai harga satuan pada masing-masing proyek, dalam satuan persen, ini dapat digunakan dalam memprediksikan harga satuan di tahun yang akan datang.

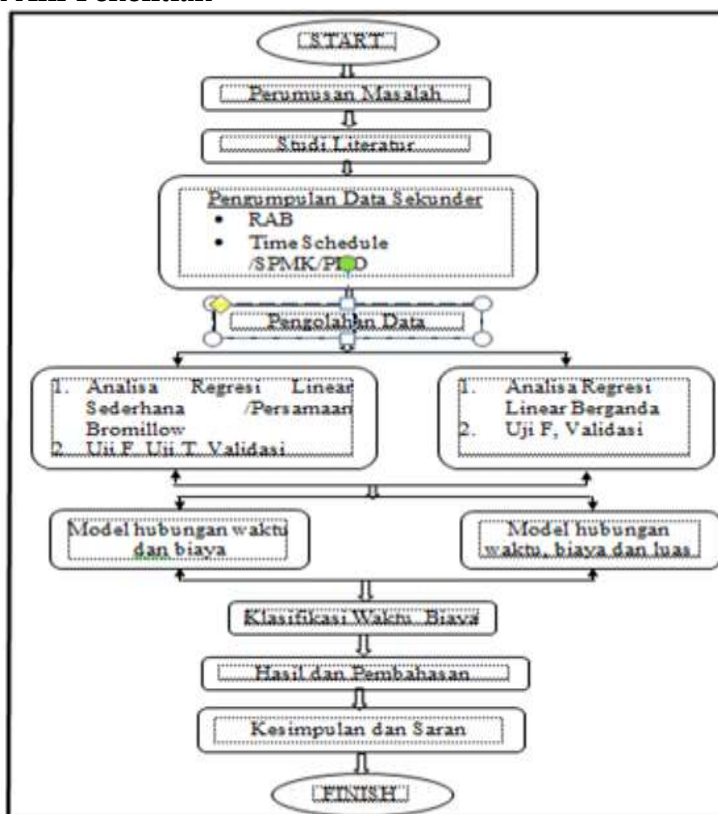
Harga satuan yang direkomendasikan untuk model yang diperoleh dari salah satu hasil analisa regresi linier sederhana maupun dari analisa regresi berganda dengan syarat sebagai berikut:

1. memiliki nilai R^2 yang terbesar diantara kedua analisa regresi tersebut; dan
2. memiliki kecenderungan hasil validasi lebih dari 50 % dari hasil validasi yang digunakan dari jumlah total data yang terkumpul).

2.4 Perbandingan Antara Waktu Pelaksanaan dan Waktu Perkiraan

Dari waktu perkiraan yang diperoleh dari model hubungan waktu biaya $T = KC^B$, dimana T adalah waktu perkiraan proyek konstruksi gedung dan C adalah harga kontrak dengan satuan jutaan rupiah. Dengan menggunakan persamaan tersebut kemudian di hitung perbandingan antara waktu pelaksanaan di lapangan dengan waktu perkiraan berdasarkan model hubungan waktu-biaya. Tidak semua sampel data dilakukan perbandingan tapi hanya persamaan yang dapat direkomendasikan. Perhitungan yang menggunakan model hubungan waktu-biaya yaitu dengan memasukkan harga kontrak dan didapatkan hasil waktu perkiraan. Demikian juga untuk model hubungan waktu, biaya dan luas bangunan.

2.5 Bagan Alir Penelitian



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

2.6 Klasifikasi Data

Melihat tingkatan data yang dapat digunakan dalam pengolahan data, untuk dapat melihat sejauhmana hubungan waktu dan biaya, klasifikasi data terdiri dari dua kelompok data yang dibedakan dari nilai pekerjaan yaitu kelompok data yang bernilai Rp 5.000.000.000 ke atas dan data kontrak dibawah Rp 5.000.000.000

Tabel 1 Data Jembatan Tahun 2012 sampai dengan 2016

NO	NAMA PEKERJAAN	NILAI KONTRAK AWAL	Hari Kerja	NILAI KONTRAK ADDENDUM	Hari Kerja	Volume M2
1	Pembangunan Jembatan Luang Naa	1.140.800,000	158	1.166.820,000	158	102.00
2	Pembangunan Jembatan Penomen	10.250.230,000	158	10.825.750,000	315	292.50
3	Pembangunan jembatan Simit	7.000.000,000	158	7.010.334,000	285	234.00
4	Pembangunan Jembatan Alae gajah I	1.508.400,000	259	1.603.700,000	259	95.20
5	Pembangunan Jembatan Alae Kp.gajah	2.000.000,000	259	2.022.000,000	259	137.20
6	Pembangunan Jembatan Alae Badak III	1.800.500,000	259	2.000.454,935	259	137.20
7	Pembangunan Jembatan Alae Baru	2.786.000,000	259	2.936.090,130	265	175.00
8	Pembangunan Jembatan Krcong Keurute	12.072.700,000	270	12.566.240,000	270	1.042.80
9	Pembangunan Jembatan Pemangyan	4.932.000,000	269	5.032.884,000	288	350.00
10	Pembangunan Jembatan Pegolah	2.000.000,000	202	2.093.481,000	202	175.00
11	Uter Lhauc Bridge	14.890.200,000	121	15.058.212,218	270	706.00
12	Pembangunan Jembatan Krcong Bunga	5.900.300,000	161	6.000.311,000	250	556.50
13	Pembangunan Jembatan Alae Ir Mangat	2.500.800,000	161	2.500.800,000	222	238.50
14	Pembangunan Jembatan Alae Katayang	4.200.000,000	161	4.200.000,000	222	189.80
15	Pembangunan Jembatan Krcong Seama	2.152.000,000	161	2.222.000,450	250	126.72
16	Pembangunan Jembatan Krcong Biang	1.965.210,000	161	1.965.210,000	250	96.00
17	Pembangunan Jembatan Pante Pind	12.550.040,000	320	12.758.979,000	320	957.60
18	Pembangunan Jembatan Lave natam	5.008.008,000	239	5.308.308,000	239	246.00
19	Pembangunan jembatan Alae Lompah	2.153.000,000	269	2.215.324,000	269	122.50
20	Pembangunan Jembatan Luang Meia	2.300.006,000	249	2.394.116,000	249	78.00
21	Pembangunan Jembatan Jamar Gole	3.508.402,000	300	3.489.902,000	300	138.75
22	Pembangunan Jembatan Sungai Luang	5.333.965,000	310	5.389.992,000	310	263.50
23	Pembangunan Jembatan Batu-Batu	3.199.135,000	232	3.462.135,000	232	166.50

3. Hasil dan Pembahasan

Pembahasan akandibahas mengenai hasil penelitian yang telah diperoleh hasil pengolahan data. Pembahasan dilakukan analisis hubungan biaya dan waktu (regresi sederhana/persamaan Bromillow) dan hubungan waktu,biaya dan luas bangunan (regresi berganda), dan prediksi model

waktu pelaksanaan proyek konstruksi jembatan yang hasilnya akan di bandingkan dengan hasil penelitian.

3.2.1 Model Hubungan Waktu dan Biaya

Tabel 2 Model Hubungan Waktu dan Biaya

No	Wilayah	Model	r	Hubungan
1	Kontrak Awal	$T = 236,41 C^{0,02}$	0,06	Rendah atau lemah sekali
2	Kontrak Addendum	$T = 160,39 C^{0,12}$	0,53	Cukup berarti atau sedang
3	Kontrak Awal dengan Klasifikasi Harga Diatas 5 milyar	$T = 420,46 C^{0,16}$	0,12	Rendah atau lemah sekali
4	Kontrak Addendum dengan Klasifikasi Harga Diatas 5 milyar	$T = 210,41 C^{0,07}$	0,24	Rendah atau lemah tapi pasti
5	Kontrak Awal dengan Klasifikasi Harga Dibawah 5 milyar	$T = 139,46 C^{0,14}$	0,05	Rendah atau lemah sekali
6	Kontrak Addendum dengan Klasifikasi Harga Dibawah 5 milyar	$T = 126,61 C^{0,14}$	0,05	Rendah atau lemah sekali

Tabel 2, dilihat model hubungan waktu dari masing-masing kontrak. Koefisien korelasi terbesar diperoleh pada kontrak addendum sebesar $r = 0,53$ dengan model $T = 160,39 C^{0,12}$ yang berarti model ini memiliki hubungan yang cukup berarti. Sedangkan untuk kontrak lain mempunyai hubungan rendah dan lemah.

Tabel 3. Uji Kelinearan pada Model Hubungan Waktu dan Biaya

No	Kontrak	Model	R	Uji F ($F_{pen} > F_{tabel}$)		Uji T ($t_a < t_0 > t_{a/2}$)			
				F_{pen}	F_{tabel}	t_a	t_0 (1%)	$t_{a/2}$ (5%)	
1	Kontrak Awal	$T = 236,41 C^{0,02}$	0,06	R<0,5	0,11	4,35	-0,29	2,81	2,07
2	Kontrak Addendum	$T = 160,39 C^{0,12}$	0,53	R>0,5	47,2	3,49	28,7	2,81	2,07
3	Kontrak Awal dengan Klasifikasi Harga Diatas 5 milyar	$T = 420,46 C^{0,16}$	0,12	R<0,5	0,24	5,32	0,29	3,36	2,26
4	Kontrak Addendum dengan Klasifikasi Harga Diatas 5 milyar	$T = 210,41 C^{0,07}$	0,24	R<0,5	0,61	5,32	0,66	3,25	2,26
5	Kontrak Awal dengan Klasifikasi Harga Dibawah 5 milyar	$T = 139,46 C^{0,14}$	0,05	R<0,5	0,70	4,34	0,19	2,95	2,05
6	Kontrak Addendum dengan Klasifikasi Harga Dibawah 5 milyar	$T = 126,61 C^{0,14}$	0,05	R<0,5	2,80	4,6	0,16	2,98	2,14

Dari tabel 3. diatas terlihat bahwa model dengan menggunakan data addendum kontrak tersebut layak untuk direkomendasikan karena :

- Berdasarkan perhitungan Koefisien Korelasi, memiliki hubungan yang cukup berarti yaitu pada interval $(0,40 < R < 0,70)$.
- Berdasarkan Uji F , diperoleh hasil $F_{penelitian} > F_{Tabel}$.
- Berdasarkan Uji T , dipeoleh $t_a < t_0 > t_{a/2}$

3.2.2 Model Hubungan Waktu, Biaya dan Luas (Regresi Berganda)

Tabel 4. Hasil Rekapitulasi Regresi Berganda untuk Masing-masing Kontrak

No	Kontrak	Regresi berganda $Y=a+ b_1X_1+b_2X_2$	Korelasi R^2
1	Kontrak Awal	$Y= 226.000-1,04X_1-0,158X_2$	0,10
2	Kontrak Addendum	$Y= 234.047+0,742 X_1-0,044X_2$	0,31
3	Kontrak Awal dengan Klasifikasi Harga Diatas 5 milyar	$Y= 247.543-1,66 X_1- 0,192 X_2$	0,03
4	Kontrak Addendum dengan Klasifikasi Harga Diatas 5 milyar	$Y=266.606+0.334 X_1- 0,026 X_2$	0,00
5	Kontrak Awal dengan Klasifikasi Harga Dibawah 5 milyar	$Y = 220.116 -7.327 X_1- 0,03 X_2$	0,01
6	Kontrak Addendum dengan Klasifikasi Harga Dibawah 5 milyar	$Y= 236.115-2.143 X_1-0.325X_2$	0,00

Tabel 4, berdasarkan model yang diperoleh dari perhitungan analisis regresi berganda dan analisis korelasi, diperoleh persamaan dari masing-masing kontrak dengan korelasi/ hubungan yang beragam.

Tabel 5. Uji Kelinearan pada Persamaan Regresi Berganda

Daerah	Model	R^2	Uji F (F_{pen} - F_{tabel})	
			F_{pen}	F_{tabel}
Kontrak Awal	$Y= 226.000-1,04X_1-0,158X_2$	0,10	0,10	3,52
Kontrak Addendum	$Y= 234.047+0,742 X_1-0,044X_2$	0,31	1,01	3,52
Kontrak Awal dengan Klasifikasi Harga Diatas 5 milyar	$Y= 247.543-1,66 X_1- 0,192 X_2$	0,03	0,21	4,46
Kontrak Addendum dengan Klasifikasi Harga Diatas 5 milyar	$Y=266.606+0.334 X_1- 0,026 X_2$	0,00	0,31	4,26
Kontrak Awal dengan Klasifikasi Harga Dibawah 5 milyar	$Y = 220.116 -7.327 X_1- 0,03 X_2$	0,01	0,21	4,46
Kontrak Addendum dengan Klasifikasi Harga Dibawah 5 milyar	$Y= 236.115-2.143 X_1-0.325X_2$	0,00	2,29	3,74

Tabel 5. seluruh model dari persamaan diatas diperoleh hasil $F_{penelitian} < F_{Tabel}$ yang berarti waktu pelaksanaan tidak ada hubungan terhadap biaya dan luas bangunan, sehingga model ini tidak dapat digunakan.

Pengolahan data menggunakan addendum kontrak yang akan dimodelkan hubungan waktu dan biaya sebagai pedoman para praktisi untuk menyusun jadwal pelaksanaan pada tahap pra-konstruksi sebelum jadwal rinci dibuat untuk owner dapat berguna untuk meninjau waktu pelaksanaan konstruksi untuk tahun berikutnya agar lebih efisien dalam

menetapkan waktu pelaksanaan kepada para kontraktor. Pemasangan jembatan prestress memakai mesin alat berat yaitu mesin crain, sering mengalami keterlambatan karena keterbatasan mesin alat berat berupa crain yang beroperasi di aceh, mobilisasi dan memindahkan mesin crain tersebut membutuhkan waktu yang lama. Model hubungan waktu terhadap biaya dan luas tidak dapat dijadikan pedoman pada tahap pra-konstruksi hal ini dimungkinkan terdapat beberapa kelemahan, seperti perbedaan jenis dan dalamnya pondasi yang digunakan, perbedaan model serta bentuk dari jembatan itu sendiri sehingga hal tersebut mempengaruhi harga serta waktu dalam pelaksanaannya.

4. KESIMPULAN

1. Hasil perhitungan diperoleh model hubungan waktu dan biaya pada Pembangunan Jembatan dengan menggunakan data kontrak awal di Aceh yaitu $T = 236.41 C^{0,02}$ yang memberi pengertian dalam seratus juta rupiah membutuhkan waktu 236.41 hari dengan menggunakan data Addendum Kontrak yaitu $T = 160.39 C^{0,13}$ memberi pengertian dalam seratus juta rupiah membutuhkan waktu 160,39 hari atau 161 hari.
2. Model kelayakan dibuktikan dengan uji hipotesis kelinearan. Persamaan Bromilow yang diperoleh dari Proyek Pembangunan Jembatan di Aceh dari tahun 2012-2016 menggunakan data Addendum Kontrak yaitu $T = 160.39 C^{0,13}$; nilai uji $F_{penelitian} > F_{tabel}$; Uji T dimana $t_0 > t_{\alpha}$ dan Tingkat validasi rata - rata sebesar 10 %
3. Hubungan Waktu, Biaya dan Luas (Regresi Berganda) pada uji hipotesi regresi berganda menggunakan data kontrak awal, addendum kontrak serta klasifikasi harga baik diatas maupun dibawah 5 milyar rupiah dan addendum kontrak, di dapat $F_{penelitian} < F_{tabel}$, pemasangan jembatan prestress memakai mesin alat berat yaitu mesin crain, sering mengalami keterlambatan karena keterbatasan mesin alat berat berupa crain yang beroperasi di aceh, mobilisasi dan memindahkan mesin crain tersebut membutuhkan waktu yang lama.
4. Devisiasi antara model regresi sederhana dan regresi berganda pada kontrak awal dan addendum kontrak, dengan klasifikasi harga dibawah 5 milyar memiliki hubungan yang sangat dengan hasil devisiasi rata-ratas antara kedua model ini sebesar 12% (duabelas persen) dan 8% (delapan persen)

5. SARAN

1. Penelitian pengembangan penelitian ini ke depan dengan memasukkan variabel-variabel yang mempengaruhi total waktu pelaksanaan konstruksi seperti produktivitas tenaga kerja, pengaruh kondisi cuaca yang buruk, dan lain-lain. Penelitian lebih lanjut dapat mengumpulkan data dengan tinjauan yang lebih spesifik lagi.
2. Parameter dari model Bromilow dan model regresi berganda ini tidak sama dari waktu ke waktu, mengikuti pengembangan industri konstruksi dan karakteristik proyek.

DAFTAR PUSTAKA

- Ayyub, B. M 1994, *Uncertainty Modelling and Analysis In Civil Engineering*, edited by B.M. Ayyub, CRC College Park , Maryland.
- Bennett, J. & Grice, T 1990, *Procurement System for Building*, In: Brandon, P. (ed) *Quantity Surveying Techniques:New Directions*, Blackwell Scientific Publications, Oxford.
- Bromilow, F.J 1974, 'Measurement and Scheduling of Construction Time and Cost Performance in Building Industry', *The Character Builder*, 10.
- Chan, A.P.C1999, 'Time-Cost Relationship of Public Sector Projects in Malaysia', *International Journal of Project Management*.
- Choudhury, I and Rajan, S.S 2002, 'Time Relationship for Residential Construction in Texas', *A&M University, College Station, Texas*
- Dipohusodo, I., 1996, *Manajemen Proyek dan Konstruksi*, Kanisius, Yogyakarta.
- Fortune, J. and White, D., 2006, 'Framming of Project Critical Success Factors by a System Model', *International Journal of Project Management*.
- Hasan, M. I 2004, *Analisis Data Penelitian Dengan Statistik*, Bumi Aksara, Jakarta.
- Hines, W.W dan Montgomery, D.C 1990, *Probabilitas dan Statistika Dalam Ilmu Rekayasa dan Manajemen*, Edisi kedua terjemahan Rudiansyah dan A.H. Manurung, UI Press, Jakarta.
- Husin, B 1992, *Linear Schedulling Method*, Penerbit Unsyiah, Banda Aceh.
- Kerzner, H. K 2006, *Project Management-A System Approach to*

- Planning, *Schedulling and Controlling*, John Wiley and Sons, Inc. New Jersey.
- Lee,H, Lee, Y, D & Cho, J,Y 2009, *Construction of Time-Cost Model for Building Project*, Korean Journal of Construction Engineering and Management.
- Mangkuatmodjo, S 1999, *Statistik Lanjutan*, Penerbit Rineka Cipta, Jakarta.
- Nazir, M 1983, *Metode Penelitian*, Ghalia Indonesia, Jakarta.
- Newcombe, R, Langford, D. & Fellows, R1990 *Construction Management 2*, Mitchell, London.
- Soeharto, I 2001, *Manajemen Proyek Dari Konseptual Sampai Operasional*, Erlangga, Jakarta.
- Supranto, J 2000, *Statistik Teori dan Aplikasi*, Erlangga, Jakarta.
- Sudjana, Prof, Dr, M. A, M. Sc 1997, *Teknik Analisis Regresi dan Korelasi Bagi Para Peneliti*, Tarsito, Bandung.
- Ula, M., Darnila, E., & Siagian, P. (2018, June). Numerical simulation of styrofoam and rockwool heat transfer flat-plate type solar collector. IOP Conference Series: Material Science and Engineering.