

PEMODELAN REGRESI LINIER BERGANDA DAN ESTIMASI BIAYA PERBAIKAN LERENG MENGGUNAKAN SOIL NAILING (STUDI KASUS : JALAN MUARA ENIM – SP. SUGIHWARAS)

Ika Juliantina¹, Yulindasari Sutejo², Samuel Butarbutar³,
Melawaty Agustien⁴, Bimo Brata Adhitya⁵ dan Febrinasti Alia⁶

^{1,2,3,4,5,6} Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya
(Jl. Raya Prabumulih - Km 32 Indralaya, Ogan Ilir, Sumatera Selatan)

Abstract

Muara Enim road segment SP. Sugihwaras very potential to occur landslide based on its location which is on the edge of the river. Recorded by the National Road Implementation Institute (BBPJI) III has been a slope grid in 2014. Slope improvement efforts undertaken by the Ministry of Public Works using a combination of gabion not too successfully overcome the problem. In addition to the strength element of a construction work, the cost and timing of the implementation are also important considerations in planning. Slope at 173 + 535 - Km 173 + 705 along 170 m using soil nailing planned three nails with 19 mm nail diameter and angular slope of 20° with variation of nail length, nail installation spacing, safety factor (SF) and estimated working time to the cost. Using the SPSS.16.0 program, the variations are modeled by nine samples as multiple linear regression equations. Based on the SPSS output, then tested the classical assumption and feasibility test model which produced the model: Cost (million) = - 3159,475 - 54,097 length - 1354,256 distance + 5188,127 SF + 26,483 time. The Budget Plan (RAB) covers preparatory work, drainage system, soil nailing, and shotcrete. An efficient cost estimate of 8 m length nail, 1.5m installation distance, 1.5 safety factor and 64-day working time resulted in a cost of Rp. 3.853.485.500,00 (Three billion eight hundred fifty three million four hundred eighty five thousand rupiah).

Key Words: budget plan cost, regression, soil nailing, SPSS.16.0

1. PENDAHULUAN

Rencana anggaran biaya merupakan perhitungan banyaknya biaya yang diperlukan untuk bahan dan upah, serta biaya-biaya lain yang berhubungan dengan pelaksanaan proyek pembangunan. Anggaran biaya merupakan harga dari bangunan yang dihitung dengan teliti, cermat dan memenuhi syarat. Anggaran biaya pada bangunan yang sama akan berbeda-beda di masing-masing daerah, disebabkan karena perbedaan harga bahan dan upah tenaga kerja (Ibrahim, 2009).

Ruas Jalan Muara Enim Simpang Sugihwaras merupakan salah satu ruas jalan yang dikategorikan rawan bencana longsor menurut data Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional (BBPJI) III. Curah hujan yang tinggi di daerah ini membuat bagian pinggir ruas jalan mengalami kelongsoran. Perbaikan yang dilakukan selama ini adalah dengan menggunakan *Gabion* (beronjong), akan tetapi hanya bertahan kurang lebih dua tahun dan selalu terjadi longsor lagi sehingga dipilih *Soil Nailing* sebagai alternatif perbaikan lereng.

Soil Nailing adalah teknik untuk stabilitas lereng dinding penahan tanah yang paling ekonomis dengan

proses pengerjaan dengan membuat ankur *nail* yang dibor ke dalam tanah arah horizontal dengan sudut tertentu. *Soil Nailing* merupakan Tulangan, elemen pasif yang dibor dan digrouting secara subhorizontal ke dalam tanah untuk mendukung penggalan di tanah (Lazarte, 2015).

Pada penelitian ini akan dicari perbaikan lereng yang paling efisien ditinjau dari angka keamanan, biaya, dan waktu. Data kasus yang digunakan sebagai perhitungan adalah perbaikan lereng dengan *Soil Nailing* dengan angka keamanan yang telah dihitung pada penelitian Zakir tahun 2016.

Secara khusus penelitian ini membahas rencana anggaran biaya *soil nailing* pada perbaikan lereng ruas jalan Muara Enim Simpang Sugihwaras sehingga didapat rencana anggaran biaya yang paling efisien dan ekonomis.

Rumusan masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah bagaimana membuat persamaan dengan analisis regresi linear berganda dan bagaimana membuat prediksi rencana anggaran biaya *Soil Nailing* pada jalan Muara Enim – SP.Sugihwaras Km 173+535 – Km 173+705.

Tujuan penelitian ini adalah Mengetahui hubungan (korelasi) mutu dan waktu terhadap biaya perbaikan lereng (studi kasus jalan Muara Enim – SP.Sugihwaras Km 173+535 – Km 173+705). Selanjutnya untuk Membuat prediksi perkiraan biaya atas mutu dan perbaikan lereng dengan *Soil Nailing* (Studi kasus jalan Muara Enim – SP.Sugihwaras Km 173+535 – Km 173+705) yang efisien.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Tinjauan Penelitian Terdahulu

Zakir (2016) pada penelitian yang berjudul Pengaruh Variasi Sudut, Panjang dan Jarak Pemasangan Soil Nailing Terhadap Kestabilan Lereng (Studi Kasus Jalan Muara Enim – Sp. Sugihwaras Km 173+535 – Km 173+705). Pada penelitian ini upaya perbaikan lereng dilakukan menggunakan perkuatan *soil nailing* dengan 27 variasi pemodelan dan didapati 3 kombinasi optimum yang memenuhi faktor keamanan terhadap kegagalan internal dan eksternal yaitu pemasangan sudut 10°, 15° dan 20° dengan penggunaan *nail* sepanjang 12 m, dan jarak antar pemasangan sejauh 1,25 m dengan diameter *nail* 19 mm sebanyak 3 buah.

Soil Nailing

Pada penerapan aplikasinya, metode *soil nail* digunakan untuk meningkatkan stabilitas lereng. Kelebihan dari *soil nailing* adalah :

- 1) Dapat digunakan untuk berbagai jenis tanah.
- 2) Biaya pelaksanaan yang murah atau ringan.
- 3) Struktur mudah diatur.
- 4) Peralatan konstruksi ringan.

Kekurangan dari *soil nailing* adalah :

- 1) Tanah yang digali harus stabil untuk ketinggian 1-3 m dalam beberapa jam, untuk melakukan pemasangan.
- 2) Selama perkuatan *shotcrete facing*, tidak diizinkan adanya aliran air keluar dari muka dinding.
- 3) Sistem drainase handal sulit untuk dapat dibuat.
- 4) Untuk tanah lempung sangat lunak tidak cocok untuk tipe perkuatan ini, karena mempunyai potensi untuk *creep*.

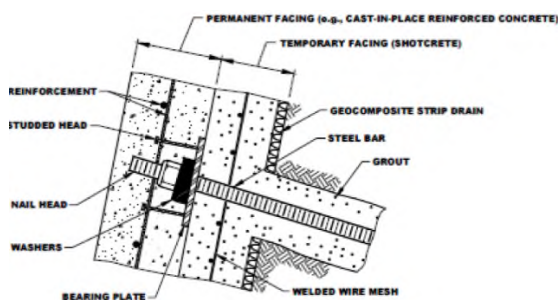
Tahapan Konstruksi Soil Nailing

Secara umum urutan tahapan konstruksi pemasangan *soil nailing* menurut spesifikasi khusus interim-1 Departemen Pekerjaan Umum, SKh-1.7.19-3 adalah sebagai berikut:

- 1) Peninjauan ke lokasi
- 2) Persiapan pekerjaan
- 3) Pengaturan drainase
- 4) Pemasangan *soil nailing* (pasak tanah)

Komponen Soil Nailing

Secara umum komponen perkuatan *soil nailing* terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Komponen *soil nailing* (Lazarte, 2003)

Faktor Keamanan

Faktor keamanan untuk lereng adalah:

$$F = \frac{\tau_f}{\tau_d} \quad (1)$$

keterangan :

F_s = angka kermanan terhadap kekuatan tanah

τ_f = kekuatan geser rata-rata dari tanah

τ_d = tegangan geser rata-rata yang bekerja sepanjang bidang longsor

Rencana Anggaran Biaya

Rencana Anggaran Biaya merupakan perhitungan banyaknya biaya yang diperlukan untuk bahan dan upah, serta biaya-biaya lain yang berhubungan dengan pelaksanaan proyek pembangunan. Secara umum rencana anggaran biaya (RAB) dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$RAB = \square (\text{Volume} \times \text{Harga Satuan Pekerjaan}) \quad (2)$$

Analisa Harga Satuan Pekerjaan

Analisa bahan suatu pekerjaan adalah menghitung banyaknya volume masing-masing bahan, serta besarnya biaya yang dibutuhkan.

$$\square \text{Bahan} = \text{Volume Pekerjaan} \times \text{koefisien analisa bahan} \quad (3)$$

$$\square \text{Tenaga Kerja} = \text{Volume pekerjaan} \times \text{Koefisien analisa tenaga kerja} \quad (4)$$

$$\square \text{Alat} = \text{Harga Satuan Alat} \times \text{Koefisien analisa alat} \quad (5)$$

Regresi Linear berganda

Regresi linier berganda adalah analisis regresi yang menjelaskan hubungan antara peubah respon (variabel dependen) dengan faktor-faktor yang mempengaruhi lebih dari satu prediktor (variabel independen). Tujuan analisis regresi linier berganda adalah untuk mengukur intensitas hubungan antara dua variabel atau lebih dan membuat prediksi perkiraan nilai Y atas X.

Bentuk persamaan regresi linier berganda yang mencakup dua atau lebih variabel dapat ditulis sebagai berikut:

$$Y = a + b_1X_1 + b_2X_2 + \dots + b_nX_n \quad (6)$$

Keterangan :

Y = variabel terikat

a = konstanta

b₁, b₂ = koefisien regresi

X₁, X₂ = variabel bebas

SPSS

SPSS (*Statistical Package Product and Service Solutions*) merupakan program aplikasi yang memiliki kemampuan analisis statistik cukup tinggi serta sistem manajemen data pada lingkungan grafis dengan menggunakan menu-menu deskriptif dan kotak-kotak dialog yang sederhana sehingga mudah untuk dipahami cara pengoperasiannya.

SPSS (*Statistical Package Product and Service Solutions*) merupakan program aplikasi yang memiliki kemampuan analisis statistik cukup tinggi serta sistem manajemen data pada lingkungan grafis dengan menggunakan menu-menu deskriptif dan kotak-kotak dialog yang sederhana sehingga mudah untuk dipahami cara pengoperasiannya.

Statistik yang termasuk *software* dasar SPSS:

- Statistik Deskriptif: Tabulasi Silang, Frekuensi, Deskripsi, Penelusuran, Statistik Deskripsi Rasio
- Statistik Bivariat: Rata-rata, *t-test*, ANOVA, Korelasi (*bivariat*, *parsial*, jarak), Nonparametric tests
- Prediksi Hasil Numerik: Regresi Linear
- Prediksi untuk mengidentifikasi kelompok: Analisis Faktor, Analisis *Cluster (two-step, K-means, hierarkis)*, Diskriminan.

Pada penelitian ini hanya dibatasi pada pemodelan regresi linear berganda dan analisis korelasi saja. Uji Regresi linear sederhana ataupun regresi linier berganda pada intinya memiliki beberapa tujuan, yaitu:

- Menghitung nilai estimasi rata-rata dan nilai variabel terikat berdasarkan pada nilai variabel bebas.
- Menguji hipotesis karakteristik dependensi
- Meramalkan nilai rata-rata variabel bebas dengan didasarkan pada nilai variabel bebas diluar jangkaun sampel.

Pada analisis regresi sederhana dengan menggunakan SPSS ada beberapa asumsi dan persyaratan yang perlu diperiksa dan diuji, beberapa diantaranya adalah :

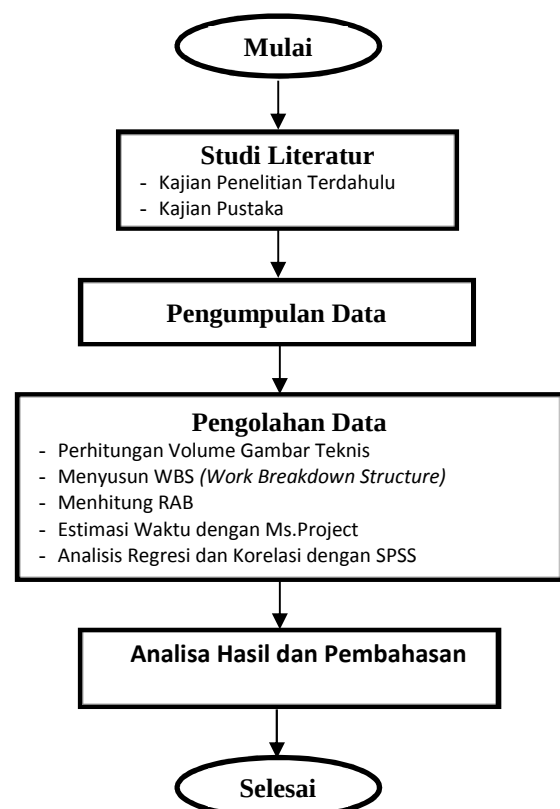
- Variabel bebas tidak berkorelasi dengan disturbance term (*Error*). Nilai *disturbance term* sebesar 0 atau dengan simbol sebagai berikut : $E(U/X) = 0$.
- Jika variabel bebas lebih dari satu, maka antara variabel bebas (*explanatory*) tidak ada hubungan linier yang nyata.
- Model regresi dikatakan layak jika angka signifikansi pada ANOVA sebesar < 0.05 ,

Predictor yang digunakan sebagai variabel bebas harus layak. Kelayakan ini diketahui jika angka *Standard Error of Estimate* $<$ *Standard Deviation*,

- Koefisien regresi harus signifikan. Pengujian dilakukan dengan Uji T. Koefesien regresi signifikan jika T hitung $>$ T *table (nilai kritis)*.
- Model regresi dapat diterangkan dengan menggunakan nilai koefisien determinasi ($KD = R \text{ Square} \times 100 \%$) semakin besar nilai tersebut maka model semakin baik. Jika nilai mendekati 1 maka model regresi semakin baik.
- Residual harus berdistribusi normal.
- Data berskala interval atau rasio.
- Kedua variabel bersifat *dependen*, artinya satu variabel merupakan variabel bebas (*variabel predictor*) sedang variabel lainnya variabel terikat (*variabel response*).

3. METODOLOGI

Lokasi penelitian berada di jalan Muara Enim – SP. Sugihwaras Km. 173 + 535 – Km. 173 + 705. Metode Penelitian yang digunakan pada penelitian ini dimulai dari studi literatur kemudian pengumpulan data dimana pada penelitian ini digunakan berupa data sekunder. Selanjutnya data sekunder tersebut diolah menjadi bentuk persamaan regresi linear. Gambar 2 merupakan diagram alir dari penelitian. Sedangkan Gambar 3 menjelaskan diagram alir analisa regresi dan analisa korelasi.

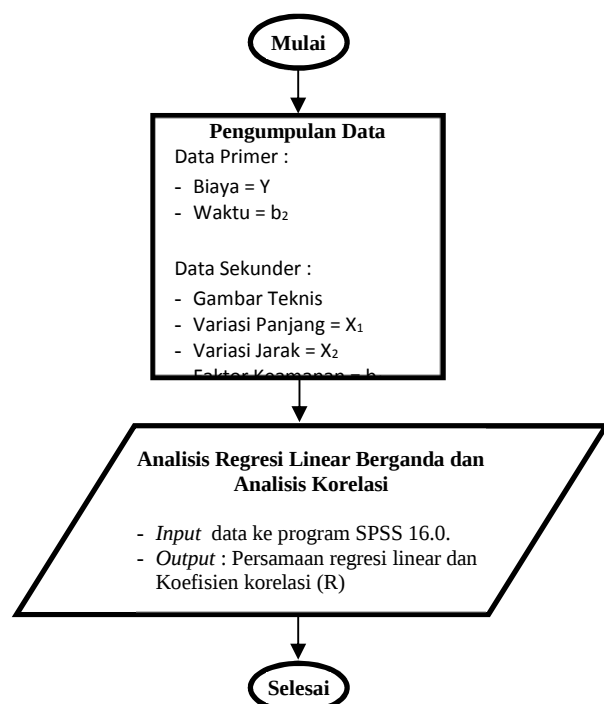


Gambar 2. Diagram alir penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Perhitungan

Untuk analisis perhitungan menggunakan SPSS.16.0., hal yang dilakukan adalah melengkapi data variasi yang akan di input pada SPSS.16.0. Variasi yang akan digunakan adalah panjang, jarak pemasangan antar *nail* dan faktor keamanan yang diasumsikan sebagai mutu. Variasi yang dicari adalah waktu yang akan diprediksi sesuai dengan hitungan volume dan produktivitas pekerjaan. Variasi tersebut akan dikaitkan dengan Rencana Anggaran Biaya. Variasi panjang, jarak pemasangan *nail*, dan faktor keamanan dapat dilihat pada Tabel 1.



Gambar 3. Diagram alir analisa regresi dan analisa korelasi

Tabel 1. Variasi panjang, jarak, FK

No.	Panjang (L, m)	Jarak (s, m)	Koef. FK Bishop	Waktu (t, hari)
1	8	1	1,662	73
2	10	1	1,848	79
3	12	1	2,036	93
4	8	1,2	1,571	68
5	10	1,2	1,739	73
6	12	1,2	1,937	78
7	8	1,5	1,504	64
8	10	1,5	1,672	69
9	12	1,5	1,824	73

Perhitungan Rencana Anggaran Biaya

A. Perhitungan Volume Pekerjaan

1. Galian biasa dan timbunan

Perhitungan volume timbunan sama seperti pada galian dengan total timbunan. Data volume galian dan timbunan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Volume galian dan timbunan

STA	Panjang (L, m)	Volume (m ³)	
		Galian	Timbunan
0+00			
0+06	6	0,000	1,252
0+12		0,000	1,045
0+18	6	0,000	0,631
0+24		0,228	0,298
0+30	6	0,342	0,132
0+36		0,648	1,506
0+42	6	0,534	3,347
0+48		0,306	7,029
0+54	6	0,110	14,505
0+60		0,012	18,243
0+66	6	0,387	15,996
0+72		0,386	11,989
0+78	6	0,384	3,975
0+84		0,134	2,783
0+90	6	0,009	2,188
0+96		0,000	2,569
0+102	6	0,000	3,106
0+108		0,000	4,181
0+114	6	0,365	3,934
0+120		0,548	3,811
0+126	6	0,548	1,703
0+132		0,487	1,930
0+138	6	0,364	2,385
0+144		0,599	3,496
0+150	6	0,717	4,052
0+156		0,353	3,566
0+162	6	0,235	3,450
0+168		0,000	3,220
Total		7,696	126,324

2. Sistem drainase

Sistem drainase ini, direncanakan selebar 6 m dan sepanjang lereng yang diperbaiki dari STA 0+000–STA 0+170 dengan melebikhannya ke arah kanan dan kiri selebar 5 m. Volume anyaman filter = 6 m x 170 m = 1020 m².

3. Soil nailing

Diperoleh volume *soil nailing* berdasarkan variasi panjang dan jarak pemasangan *nail* pada Tabel 3.

4. Shotcrete

Rekapitulasi perhitungan volume *shotcrete* disajikan pada Tabel 4.

5. Perhitungan Rencana Anggaran Biaya

Perhitungan Anggaran biaya perbaikan lereng tanpa pekerjaan *soil nailing* disajikan pada Tabel 5

Tabel 3. Volume *soil nailing*

No.	Variasi	Panjang (L, m)	Jarak (S, m)	Koef.FK Bishop	Volume soil nailing (V, m')
1.	20.1.8	8	1,0	1,662	4032
2.	20.1.10	10	1,0	1,848	5140
3.	20.1.12	12	1,0	2,036	6048
4.	20.1,25.8	8	1,2	1,571	3360
5.	20.1,25.10	10	1,2	1,739	4200
6.	20.1,25.12	12	1,2	1,937	5040
7.	20.1,5.8	8	1,5	1,504	2688
8.	20.1,5.10	10	1,5	1,672	3360
9.	20.1,5.12	12	1,5	1,824	4032

Tabel 4. Volume *shotcrete*

STA	Panjang (L, m')	Luas Shotcrete (A, m ²)
0+00	6	
0+06		36
0+12	6	36
0+18		36
0+24	6	36
0+30		36
0+36	6	36
0+42		36
0+48	6	36
0+54		36
0+60	6	36
0+66		36
0+72	6	36
0+78		36
0+84	6	36
0+90		36
0+96	6	36
0+102		36
0+108	6	36
0+114		36
0+120	6	36
0+126		36
0+132	6	36
0+138		36
0+144	6	36
0+150		36
0+156	6	36
0+162		36
0+168	6	36
Total		1008

Adapun rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya perbaikan lereng menggunakan *soil nailing* untuk berbagai variasi dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 5. Rencana anggaran biaya

NO.	Uraian Pekerjaan	Volume	Sat.	Harga Satuan Pekerjaan	UMLAH BIAYA (Rupiah)
1.	Persiapan				
	1. galian	7,696	m ³	44.383,76	341.577,42
	2. timbunan	126,323	m ³	8.329,36	1.052.194,44
2.	sistem drainase	1008	m ²	35.399,56	35.682.753,85

NO.	Uraian Pekerjaan	Volume	Sat.	Harga Satuan Pekerjaan	UMLAH BIAYA (Rupiah)
3.	pemasangan <i>soil snailing</i> 1'			167.281,20	
	1. perataan lereng				
	2. penentuan titik bor				
	3. pengeboran				
	4. grouting (injeksi mortar)				
4.	shotcrete	1008	m ²	759.115,75	765.188.680,3
	1. perapihan lereng				
	2. pemasangan drain strip/ geotekstil di permukaan tanah				
	3. pemasangan <i>wiremesh</i> dan beton <i>decking</i>				
	4. penyemprotan beton <i>shotcrete</i>				
TOTAL BIAYA					802.265.205,98

Tabel 6. Variasi biaya pekerjaan *soil nailing*

No.	Variasi	Pan jang (m)	Jarak (m)	FK Bishop	Volume <i>soil nailing</i>	Biaya <i>soil nailing</i> (juta)
1	20.1.8	8	1,0	1,662	4032	5508,743
2	20.1.10	10	1,0	1,848	5140	6685,362
3	20.1.12	12	1,0	2,036	6048	7861,982
4	20.1,25.8	8	1,2	1,571	3360	4724,330
5	20.1,25.10	10	1,2	1,739	4200	5704,846
6	20.1,25.12	12	1,2	1,937	5040	6685,362
7	20.1,5.8	8	1,5	1,504	2688	3939,917
8	20.1,5.10	10	1,5	1,672	3360	4724,330
9	20.1,5.12	12	1,5	1,824	4032	5508,743

Estimasi Waktu Pekerjaan

Estimasi durasi pekerjaan (jumlah hari yang digunakan) mengacu pada rumus 5. Durasi yang didapat dianggap durasi tercepat atau waktu minimum yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan. Estimasi durasi pekerjaan disajikan pada Tabel 7 dan variasi durasi pekerjaan *soil nailing* disajikan pada Tabel 8. berikut ini.

Tabel 7. Estimasi waktu pekerjaan

No.	Jenis Pekerjaan	Volume	Satuan	Produksi /hari	waktu pekerjaan (hari)
1.	Galian biasa	7,6960	m ³	273,97	1
2.	Timbunan biasa dari sumber galian	126,3236	m ³	694,71	1
3.	Anyaman filter plastik	1008	m ²	25,00	41
4.	Shotcrete	1008	m ²	77,47	14

Tabel 8. Estimasi durasi pekerjaan pekerjaan *soil nailing*

No.	Volume (m')	Produksi (m'/hari)	Durasi pekerjaan (t , hari)
1.	4032	114	36
2.	5040	114	43
3.	6048	114	54
4.	3360	114	30
5.	4200	114	37
6.	5040	114	45
7.	2688	114	24
8.	4360	114	30
9.	4032	114	36

Penjadwalan dengan Ms. Project

Adapun asumsi penjadwalan dengan Ms. Project untuk perbaikan lereng adalah:

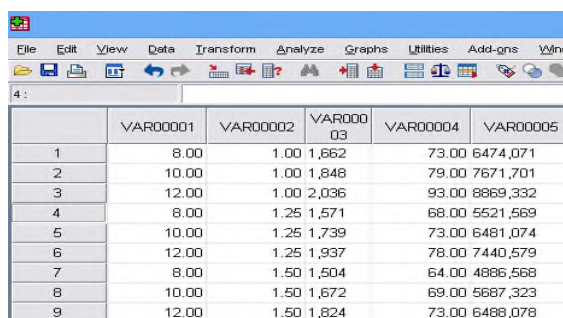
- 1) Jam kerja efektif 7 jam/hari dan libur pada hari Minggu.
- 2) Pekerjaan timbunan dimulai setelah pekerjaan galian.
- 3) Sistem drainase (pekerjaan anyaman filter plastik) dimulai setelah pekerjaan timbunan
- 4) Pekerjaan perataan lereng untuk *soil nailing* dimulai pada pertengahan atau hari ke 21 dari pekerjaan anyaman filter plastik.
- 5) Penentuan titik bor dimulai setelah perataan lereng.
- 6) Pekerjaan pengeboran dimulai 3-4 hari setelah penentuan titik bor dilanjutkan pemasangan *soil nailing* dan pekerjaan *grouting*.
- 7) Perapihan lereng untuk pekerjaan *shotcrete* dimulai setelah penyelesaian pekerjaan *soil nailing*.
- 8) Pemasangan *drain strip*/geotekstil dimulai setelah perapihan lereng.
- 9) Pemasangan *wiremesh* dimulai 4 hari setelah pemasangan *drain strip*/geotekstil.
- 10) Penyemprotan beton *shotcrete* dimulai 2 hari setelah pemasangan *wiremesh*.

Pemodelan Estimasi Biaya dengan SPSS.16.0

Adapun data variasi biaya terhadap panjang *nail*, jarak pemasangan *nail*, faktor keamanan waktu perbaikan lereng disajikan pada Tabel 9. dan diinput ke program SPSS.16.0. dengan Gambar 4.

Tabel 9. Data variasi SPSS16.0.

No.	Panjang (L, m)	Jarak (S, m)	FK Bishop	Waktu (t, hari)	Biaya (juta)
1.	8	1	1,662	73	5508,743
2.	10	1	1,848	79	6685,362
3.	12	1	2,036	93	7861,982
4.	8	1,25	1,571	68	4724,330
5.	10	1,25	1,739	73	5704,846
6.	12	1,25	1,937	78	6685,362
7.	8	1,5	1,504	64	3939,917
8.	10	1,5	1,672	69	4724,330
9.	12	1,5	1,824	73	5508,743



	VAR00001	VAR00002	VAR00003	VAR00004	VAR00005
1	8.00	1.00	1,662	73.00	5474,071
2	10.00	1.00	1,848	79.00	7671,701
3	12.00	1.00	2,036	93.00	8869,332
4	8.00	1.25	1,571	68.00	5521,569
5	10.00	1.25	1,739	73.00	6481,074
6	12.00	1.25	1,937	78.00	7440,579
7	8.00	1.50	1,504	64.00	4886,568
8	10.00	1.50	1,672	69.00	5687,323
9	12.00	1.50	1,824	73.00	6488,078

Gambar 4. Data input SPSS.16.0.

Data variasi diproses dengan program SPSS.16.0. *Output* yang akan dianalisis adalah model regresi linear dan analisis korelasi. *Output* koefisien korelasi dan model regresi yang dihasilkan ditampilkan pada Gambar 5. Hasil korelasi antar variabel bebas terhadap variabel terikat disajikan pada Gambar 6.

Pembahasan Hasil Perhitungan

Pada Gambar 5 dan Gambar 6 ditampilkan hasil analisis dengan program SPSS.16.0. Koefisien korelasi (R) yang dihasilkan adalah 0,999 yang artinya korelasi variabel-variabel secara bersamaan sangat kuat.

Pemodelan biaya (y) yang didapat seperti pada rumus 6. dimana X_1 = panjang, X_2 = jarak, b_1 = Koef.FK, dan b_2 = waktu dapat dilihat pada Gambar 3. Hasil biaya (y) yang didapat adalah dalam satuan juta rupiah.

Model Summary^a

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.999 ^a	.997	.994	92.173193

a. Predictors: (Constant), waktu, jarak, panjang, fk
b. Dependent Variable: biaya

ANOVA^a

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	1.194E7	4	2985940.584	351.457	.000 ^a
	Residual	33983.590	4	8495.897		
	Total	1.198E7	8			

a. Predictors: (Constant), waktu, jarak, panjang, fk
b. Dependent Variable: biaya

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	-4579.354	3920.076		-1.168	.308
	panjang	-191.120	273.470	-.271	-.699	.523
	jarak	-682.079	1050.133	-.121	-.650	.551
	fk	6379.785	3413.333	.900	1.869	.135
	waktu	37.094	15.585	.255	2.380	.076

a. Dependent Variable: biaya

Gambar 5. *Output* koefisien korelasi dan model regresi

Descriptive Statistics			
	Mean	Std. Deviation	N
biaya	6.6133E3	1.223608696	9
panjang	10.0000	1.73205	9
jarak	1.2500	.21651	9
fk	1.75478	.172535	9
waktu	74.4444	8.39808	9

Correlations						
	biaya	panjang	jarak	fk	waktu	
Pearson Correlation	1.000	.698	-.702	.948	.977	
		1.000	.000	.887	.670	
			1.000	-.457	-.670	
				1.000	.915	
					1.000	
Sig. (1-tailed)		.018	.017	.000	.000	
		.018	.500	.001	.024	
			.001	.108	.024	
				.024	.000	
N	9	9	9	9	9	
	9	9	9	9	9	
	9	9	9	9	9	
	9	9	9	9	9	

Gambar 6. *Output* korelasi antar variabel

Biaya = - 3159,475 – 54,097 panjang – 1354,356 jarak + 5188,127 FK + 26,483 Waktu

Prediksi Biaya yang Efisien

Variasi yang dipilih yaitu variasi dengan data sebagai berikut:

Panjang *nail* = 8 m

Jarak pemasangan antar *nail* = 1,5 m
 Faktor keamanan = 1,50
 Waktu pengerjaan = 64 hari, maka

Biaya = - 3159,475 – 54,097 panjang – 1354,356 jarak + 5188,127 FK + 26,483 Waktu

Biaya = - 3159,475 – 54,097 (8) – 1354,356 (1,5) + 5188,127 (1,50) + 26,483 (64)
 = 3853,4855 juta

Jadi, prediksi biaya *soil nailing* dengan panjang 8m, jarak 1,5m faktor keamanan 1,50 dengan waktu pengerjaan 64 hari adalah Rp. 3.853.485.500,00.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan analisis dan pembahasan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

- 1) Model regresi biaya pekerjaan *soil nailing* (studi kasus: Jalan Muara Enim-SP. Sugihwaras Km 173+535-Km 173+705) adalah : Biaya = - 3159,475 – 54,097 panjang – 1354,356 jarak + 5188,127 Koef.FK + 26,483 Waktu
- 2) Perkiraan biaya yang efisien dengan panjang *nail* 8 m, jarak pemasangan 1,5 m , faktor keamanan 1,50 dan waktu pengerjaan selama 64 hari perbaikan lereng menggunakan *soil nailing* (studi kasus: Jalan Muara Enim - SP. Sugihwaras Km 173+533-Km173+705), adalah sebesar Rp.3.853.485.500,00.

REFERENSI

1. Bachtiyar, Ariful., Lubis, Zuklkifli. 2013. Analisa Harga Satuan Pekerjaan Pada Gedung Perpustakaan Universitas Islam Lamongan Dengan Metode SNI. Jurnal Teknik Vol. 5 No.1.
2. Hardiyatmo, Harry Christady. 2012. Tanah Longsor dan Erosi Kejadian dan Penanganan: Edisi Pertama. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
3. Ibrahim, Bachtiar. 2009 Rencana dan Estimasi *Real of Cost*: Cetakan Ketujuh. Bumi Aksara, Jakarta.
4. Khasanah, Faulidatul., Hartantyo, Sugeng Dwi. 2016. Analisa Biaya Bangunan Pekerjaan Konstruksi Baja Menggunakan Metode HPSK dan SNI. Jurnal CIVILLA Vol. 1 No.2.
5. Lazarte, Carlos., Elias, Victor., Espinoza ,David.,Sabatini Paul J.2003. FHWA-NHI-24-017 *Geotechnical Engineering Circular No. 7 Soil Nail Walls- Reference Manual*, Washington, D.C.
6. Lazarte, Carlos., Robinson, Helen., Gomez, Jesus E., Baxter, Andrew., Cadden, Allen., Berg, Ryan., 2015.FHWA-NHI-24-017 *Geotechnical Engineering Circular No.7 Soil Nail Walls-Reference Manual*, Washington, D.C.
7. Muntohar, Agus Setyo. 2010. Tanah Longsor Analitis, Prediksi, Mitigasi: Edisi pertama. Omah Buku, Yogyakarta.
8. Negara, Kartika Puspa., Unas, Saifo El., Hasyim, M. Hamzah., Aditha, Marchel. 2015. Perhitungan Harga Satuan Pekerjaan Dinding Bata Ringan Dengan Metode SNI dan MS.PROJECT pada Proyek Pembangunan Gedung Laboratorium *Enterpreneuship* Terpadu Universitas Brawijaya Malang. Jurnal Rekayasa Sipil Vol.9 No.2..
9. Sinarta, I Nengah. 2014. Metode Penanganan Tanah Longsor Dengan Pemakuan Tanah (*Soil Nailing*). Jurnal Paduraksa, Vol.3 No. 2.
10. Soeharto, Iman. 1999. Manajemen Proyek dan Konseptual Sampai Operasional Jilid 1. Erlangga : Jakarta.
11. Zakir, Muhammad. 2016. Pengaruh Variasi Sudut, Panjang dan Jarak Pemasangan Soil Nailing Terhadap Kestabilan Lereng (Studi Kasus Jalan Muara Enim – SP. Sugihwaras Km 173+535 – Km 173+705 PLG). Inderalaya : tidak diterbitkan.

