

METODE BAYES UNTUK PEMILIHAN PANJANG TIANG PANCANG BETON BERDASARKAN ANALISIS RISIKO PADA JEMBATAN BANYUMULEK LOMBOK BARAT

*Bayesian Method for Length Selection of Concrete Pile-Foundation Based on
Risk Analysis of Banyumulek Bridge Lombok Barat*

Budi Waluyo*, Heri Sulistiyono, Suryawan Murtiadi****

Abstrak

Jembatan Banyumulek di jalur bypass Mataram-Bandara Internasional Lombok memiliki panjang 120 meter terbagi menjadi 3 bentang @ 40 meter. Pondasi jembatan terdiri 4 kelompok tiang pancang diameter 50 centimeter dengan masing-masing kelompok terdiri atas 27 tiang sehingga total 108 tiang.

Penelitian ini bertujuan menganalisis risiko kontraktor dalam pemilihan panjang tiang saat pelaksanaan akibat terbatasnya data tanah yang hanya berupa empat titik borlog. Data yang dikumpulkan berupa data penyelidikan tanah dan data perencanaan jembatan. Data pelaksanaan pekerjaan sejenis diperlukan sebagai pembanding dalam analisis. Identifikasi risiko kerugian kontraktor dilakukan dengan memperhitungkan kemungkinan pemilihan panjang tiang pada rentang 16 - 20m. Pengukuran dan penilaian probabilitas dilakukan melalui expert judgement hasil wawancara para pakar. Pengambilan keputusan berdasarkan minimum risiko dengan Bayesian Theory untuk probabilitas kondisional meliputi Prior Analysis dan Posterior Analysis.

Hasil penelitian menunjukkan perhitungan minimum risiko yang terjadi pada masing-masing panjang tiang 20 m, 19 m, 18 m, 17 m, dan 16 m berturut-turut adalah Rp.115.793, Rp.892.654, Rp.1.268.410, Rp.2.187.331 dan Rp.1.431.105. Risiko minimum terdapat pada pemilihan panjang tiang 20 m sebesar Rp.115.793,- pertiang. Disarankan besarnya risiko kerugian ini diperhitungkan dalam anggaran pelaksanaan. Hasil penelitian membuktikan bahwa metode Bayes dapat digunakan dalam analisis pemilihan panjang tiang dengan minimnya data penyelidikan tanah.

Kata kunci : Pondasi tiang pancang beton, Risiko, Prior analysis, Posterior analysis

PENDAHULUAN

Pertumbuhan pembangunan yang pesat mengakibatkan mobilisasi manusia dan barang dari satu tempat ke tempat lain meningkat. Hal ini sangat membutuhkan ketersediaan sarana dan prasarana transportasi yang memadai, salah satunya adalah jembatan. Jembatan merupakan prasarana transportasi darat yang memegang peranan penting dan merupakan investasi besar yang harus dijaga keandalannya.

Salah satu bagian dari konstruksi jembatan adalah pondasi tiang pancang. Disetiap proses pelaksanaan pekerjaan tiang pancang pada jembatan dapat menimbulkan berbagai macam risiko baik dari metode pelaksanaan, alat, material dan sumber daya manusia yang dapat mempengaruhi kelancaran pekerjaan, baik dari segi pelaksanaan, biaya dan waktu. Oleh karena itu, perlu adanya analisis terhadap risiko yang akan terjadi agar dapat menentukan strategi respon risiko yang tepat untuk menangani permasalahan tersebut.

Jembatan Banyumulek merupakan jenis konstruksi jembatan balok beton prategang yang berada di jalur bypass. Jembatan ini menghubungkan arus lalu lintas kota Mataram menuju Bandara Internasional Lombok atau jalur yang menghubungkan Pelabuhan Lembar menuju kota Mataram. Jembatan dibangun pada tahun 2015 menggunakan sumber dana APBN. Total panjang jembatan

* Alumni Program Studi Magister Teknik Sipil Universitas Mataram Jl. Majapahit 62 Mataram, bewe1974@gmail.com

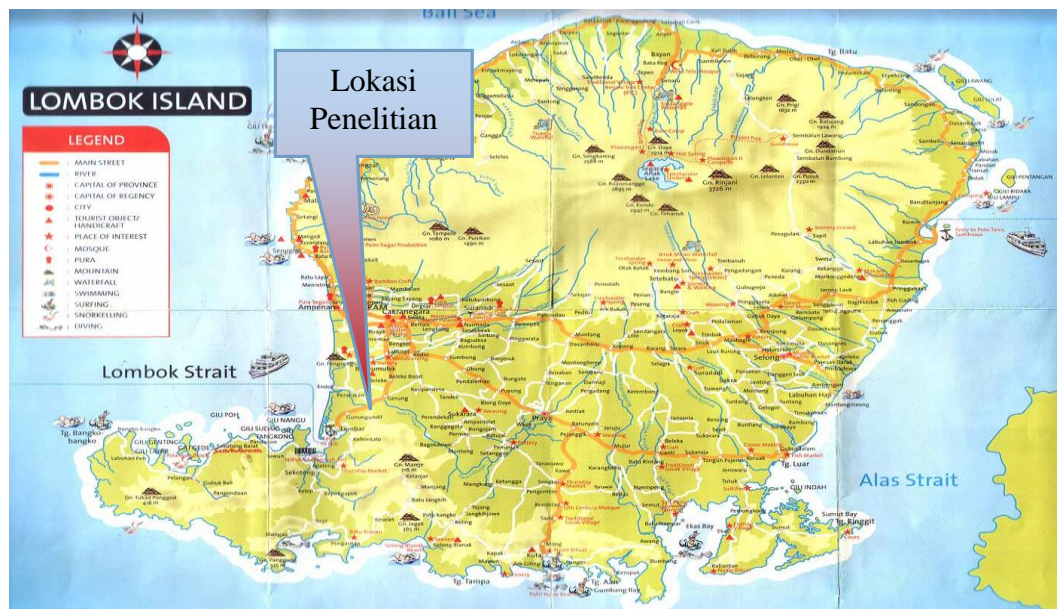
** Dosen Program Studi Magister Teknik Sipil Universitas Mataram Jl. Majapahit 62 Mataram, h.sulistiyono@unram.ac.id dan s.murtiadi@unram.ac.id

adalah 120 meter (tidak termasuk oprit) yang terdiri atas 3 bentang dengan panjang masing-masing bentang 40 meter.

Berdasarkan data perencanaan, balok girder dan lantai jembatan ditopang oleh 2 buah pilar dan 2 buah abutmen yang didukung dengan pondasi tiang pancang. Dimensi pondasi tiang pancang yaitu dengan diameter 50 centimeter, kedalaman 20 meter. Jumlah titik tiang dalam 1 kelompok (*group pile*) 27 titik, sehingga total titik tiang untuk 4 kelompok 108 titik.

Dalam proses pelaksanaan konstruksi terkadang tidak didukung oleh ketersediaan data yang cukup dikarenakan berbagai alasan. Ketika opsi untuk menambahkan data tersebut tidak memungkinkan, maka perlu dilakukan inovasi yang secara ilmiah dapat dipertanggungjawabkan. Salah satu inovasi tersebut adalah dengan menggunakan metode Bayes untuk pemilihan panjang tiang pancang beton berdasarkan analisis risiko.

Penelitian ini dilaksanakan pada pertengahan tahun 2015 dengan mengambil lokasi di Desa Banyumulek, Kecamatan Kediri, Kabupaten Lombok Barat. Lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan strategi respon risiko yang tepat dalam pemilihan panjang tiang pancang. Nilai kerugian minimum pada proyek pembangunan jembatan yang akan datang dihitung berdasarkan nilai probabilitas dan konsekuensi yang ditimbulkan.

TINJAUAN PUSTAKA

Penelitian Terdahulu

Patrickson (2014) meneliti risiko konstruksi pada proyek Pembangunan Jembatan Kapuk Naga Indah. Informasi identifikasi, penilaian probabilitas, dampak/konsekuensi, dan tindakan mitigasi risiko diperoleh dari keterangan kontraktor. Metode yang digunakan dalam mengidentifikasi sumber penyebab terjadinya risiko adalah *Fault Tree Analysis (FTA)*. Penelitiannya menghasilkan risiko keruntuhan balok girder jembatan sebagai risiko paling dominan. Meskipun cara mengukur dan menilai probabilitas

kejadian berdasarkan *expert judgement* yang bersifat subjektif dari satu orang responden namun hasil yang didapatkan cukup akurat.

Octavia (2011) menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)* untuk mengidentifikasi *failure mode* dari tiap proses pekerjaan dan *severity/efek* dari *failure mode* tersebut. Sedangkan untuk mencari sumber penyebab terjadinya risiko menggunakan metode *Fault Tree Analysis (FTA)*. Penelitiannya menghasilkan 5 (lima) risiko yang memiliki peringkat teratas yaitu:

1. Terjadinya kelongsoran pada pekerjaan galian tanah.
2. Kelongsoran pada pekerjaan timbunan tanah.
3. Kelongsoran pada pekerjaan pengecoran lereng.
4. Terjadinya keruntuhan akibat pergeseran tanah pada pekerjaan bronjong.
5. Keterlambatan proses pada pekerjaan timbunan tanah.

Penelitian ini juga memanfaatkan *subjective probability* dari *expert* untuk *FTA* dengan hasil *probability* yang didapat dinilai cukup realistis.

Jembatan

Jembatan adalah suatu konstruksi yang gunanya untuk meneruskan jalan melalui rintangan yang berada lebih rendah. Rintangan ini bisa berupa jalan lain, jalan air atau jalan lalu lintas biasa. Dalam perencanaan dan perancangan jembatan sebaiknya mempertimbangkan fungsi kebutuhan transportasi, persyaratan teknis dan estetika-arsitektural yang meliputi: Aspek lalu lintas, Aspek teknis, Aspek estetika (Supriyadi dan Muntohar, 2007).

Jembatan memiliki peranan yang sangat penting dalam menopang sistem transportasi darat yang ada. Kerusakan pada jembatan dapat menimbulkan gangguan terhadap kelancaran lalulintas jalan, terlebih-lebih di jalan yang lalu lintasnya padat seperti di jalan utama, di kota, dan di daerah ramai lainnya. Oleh karena itu maka konstruksi jembatan harus dibuat dengan kuat dan tidak mudah rusak.

Pondasi

Pondasi berfungsi untuk meneruskan beban konstruksi ke lapisan tanah yang berada di bawah pondasi tersebut. Untuk konstruksi yang berat, yaitu bila kedalaman pondasi yang dibutuhkan untuk memikul beban yang sangat besar, biasanya digunakan pondasi tiang. Pondasi tiang biasanya terbuat dari beton dan baja (Putra, 2008).

Ada tiga kategori dalam perhitungan kekuatan pondasi yaitu:

1. Perhitungan tiang yang kekuatannya berdasarkan pada lekatan tanah dan tiang (*friction pile*).
2. Perhitungan tiang yang kekuatannya berdasarkan pada daya dukung ujung tiang (*end bearing pile*).
3. Perhitungan tiang yang kekuatannya berdasarkan pada gabungan dari *friction pile* dan *end bearing pile*.

Analisis Risiko

Asiyanto (2009) menyatakan bahwa risiko adalah suatu potensi kejadian, yang dapat dihindari atau dikurangi sekecil mungkin, agar dampaknya minimal sesuai yang kita rencanakan atau yang dapat kita terima dalam batas toleransi yang diperkenankan, dan tidak mengganggu secara signifikan terhadap sasaran-sasaran yang telah ditetapkan. Dalam manajemen risiko dikenal ada tiga faktor, yaitu:

1. *Risk even status*, yaitu merupakan kriteria nilai risiko atau sering disebut rangking risiko.
2. *Risk probability*, yaitu merupakan tingkat kemungkinan terjadinya suatu risiko, biasanya dinyatakan dalam persen (%).
3. *Risk consequences*, yaitu merupakan nilai *impact*-nya atau pengaruhnya bila risiko tersebut benar-benar terjadi.

Hubungan ketiga faktor tersebut dapat dijelaskan dalam Persamaan (1) sebagai berikut:

$$R = P * I \quad \dots\dots\dots (1)$$

dengan, R = Risiko, P = Kemungkinan/probabilitas risiko yang terjadi, I = Dampak/*Impact* yang terjadi

Probabilitas

Probabilitas merupakan kuantifikasi dari kemungkinan suatu kejadian. Sulistiyono (2015) menyampaikan beberapa teori untuk mencari nilai probabilitas diantaranya dengan teori klasik dan *relative frequency* seperti pada Persamaan (2) dan (3). Berbagai cara perhitungan probabilitas selanjutnya dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Teori Klasik (*Classical Theory*)

$$P(E) = \frac{m}{n} \quad \dots\dots\dots (2)$$

Dengan: P(E) = Probabilitas/kejadian, m = Jumlah hasil yang diinginkan, n = Jumlah total hasil

2. *Relative Frequency*

$$P(E) = \lim_{n \rightarrow \infty} \left(\frac{nE}{n} \right) \quad \dots\dots\dots (3)$$

Dengan: P(E) = Probabilitas/kejadian, nE = Jumlah hasil dari percobaan, n = Jumlah hasil total percobaan

3. *Personal Probability*

Personal probability merupakan probabilitas berdasarkan pengalaman seseorang (pakar) dan tidak dapat dijelaskan secara numeris. Probabilitas ini bisa berbeda-beda diantara para pakar.

4. *Axiomatic Theory*

Axiomatic Theory yaitu suatu probabilitas yang didapat berdasarkan rumus matematika (*axioma*).

5. *Bayesian*

Kuantitas probabilitas suatu *even* yang disebut *posterior probability* diestimasi berdasarkan estimasi probabilitas sebelumnya yang disebut *prior probability*. *Bayesian* merupakan suatu teori probabilitas kondisional. Rumus teori dari Bayes ini dapat dilihat pada Persamaan (4).

as there is $P(A \cap E_i) = P(A|E_i)P(E_i) = P(E_i|A)P(A)$

we have

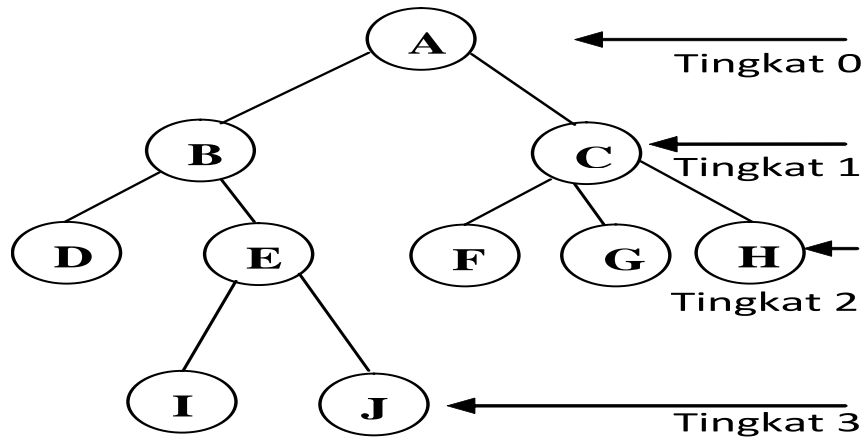
$$P(E_i|A) = \frac{P(A|E_i)P(E_i)}{P(A)} = \frac{P(A|E_i)P(E_i)}{\sum_{i=1}^n P(A|E_i)P(E_i)} \quad \dots\dots\dots (4)$$

Bayes' Rule

6. *Tree Analysis* (Diagram Pohon)

Tree Analysis merupakan sebuah metode pengklasifikasian dengan langkah-langkah menentukan atribut yang paling tinggi *Information Gain*-nya untuk ditetapkan sebagai *level* tertinggi yang mempengaruhi data. Untuk *Information Gain*-nya akan didapatkan dari pengurangan *Entropy*. *Tree Analysis* nantinya akan menghasilkan penilaian kuantitatif dari probabilitas kejadian yang tidak diinginkan.

Tree Analysis merupakan metode yang paling efektif dalam menemukan inti permasalahan karena dapat menentukan bahwa kerugian yang ditimbulkan tidak berasal dari satu kegagalan. Dalam *Tree Analysis*, model dipresentasikan dalam bentuk pohon (*tree*) seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. *Tree Analysis* (Diagram Pohon)

7. Konsekuensi

Konsekuensi atau sering disebut *impact/severity* merupakan suatu nilai dampaknya apabila risiko benar-benar terjadi. Ukurannya tergantung pada tingkat risikonya, bisa dalam nilai uang, persen, waktu, dan banyaknya kejadian (Sulistiyono, 2015).

METODE PENELITIAN

Pengumpulan Data

Tahapan awal dari penelitian ini adalah pengumpulan data yaitu data penyelidikan tanah dan data perencanaan jembatan. Data tanah diperoleh dari data hasil penyelidikan tanah yang sudah dilakukan oleh Laboratorium Geoteknik & Geodesi Fakultas Teknik Universitas Mataram. Penyelidikan tanah dilakukan dua tahap, pada saat perencanaan dan pada saat pelaksanaan. Sedangkan data perencanaan jembatan diperoleh dari hasil perencanaan yang sudah dilakukan oleh Satuan Kerja Non Vertikal Tertentu Perencanaan dan Pengawasan Jalan Nasional Nusa Tenggara Barat.

Pengumpulan data selanjutnya berupa data pelaksanaan yang dilakukan dalam pembangunan jembatan lama yaitu data pelaksanaan pemancangan. Sedangkan untuk data jembatan baru diperoleh dari hasil penyelidikan tanah yang dilakukan oleh Balai Pengujian Material Dinas Pekerjaan Umum Provinsi Nusa Tenggara Barat. Data primer diperoleh dari hasil wawancara 5 (lima) pakar kontraktor dari unsur Direktur Utama, *Project Manager*, *General Superintendent*, *Quality Engineer*, dan *Quantity Engineer* dengan pengalaman berkisar antara 10 – 30 tahun.

Identifikasi Risiko

Untuk mengidentifikasi risiko yang terjadi pada saat pemancangan didasarkan pada data penyelidikan tanah pada saat perencanaan. Dari data penyelidikan tanah pada saat perencanaan dapat digambarkan dalam bentuk matrik hubungan antara kedalaman *boring log* dan panjang tiang pancang. Setelah pembuatan matrik hubungan antara kedalaman *borlog* dengan panjang tiang pancang, kemudian dibandingkan dengan data hasil pemancangan meliputi data panjang tiang yang masuk ke dalam tanah. Setelah diketahui perbedaan antara perencanaan dan hasil pelaksanaan maka dilanjutkan dengan menganalisis risiko yang terjadi dalam proses pemancangan.

Analisis Risiko

Sebelum menganalisis risiko, terlebih dahulu menghitung nilai kerugian yang terjadi selama proses pemancangan pada masing-masing panjang tiang pancang. Perhitungan nilai kerugian diperoleh dengan membandingkan antara panjang tiang rencana dengan panjang tiang pelaksanaan di lapangan. Setelah mendapatkan nilai selisih panjang tiang kemudian dilakukan pengelompokan panjang tiang, hasil pengelompokan tersebut didapat nilai frekuensi masing-masing panjang tiang. Setelah didapatkan nilai frekuensi, maka dapat dihitung probabilitas masing-masing kelompok panjang tiang sehingga diperoleh nilai total kerugian yang terjadi pada pelaksanaan pemancangan.

Manajemen Risiko

Dalam mengelola sebuah risiko, maka ditentukan sebuah pilihan yang harus diputuskan. Risiko diartikan sebagai besarnya potensi kerugian (*loss*). Pada penelitian ini potensi kerugian saat pelaksanaan pemancangan tiang sangat besar, karena panjang tiang pancang rencana belum tentu sesuai dengan panjang tiang pancang realisasi. Hal tersebut tergantung pada kondisi tanah lokasi pemancangan, sehingga dapat menimbulkan potensi kerugian. Kerugian tersebut merupakan sesuatu yang tidak dikehendaki oleh kontraktor.

Sebagai bahan pertimbangan dalam pengambilan keputusan, maka perlu dihitung potensi kerugian yang sudah terjadi dan yang akan terjadi. Dalam pengambilan keputusan berdasarkan minimum risiko dapat dilakukan dengan metode *Decision Analysis*. Metode *Decision Analysis* dibagi menjadi 2 yaitu:

1. *Prior analysis*

Prior analysis yaitu analisis potensi kerugian minimum berdasarkan data pelaksanaan yang sudah terjadi.

2. *Posterior analysis*

Posterior analysis yaitu analisis potensi kerugian minimum berdasarkan data pelaksanaan yang akan terjadi berdasarkan informasi dari para pakar.

Pengambilan Keputusan

Setelah diperoleh nilai risiko, maka bisa ditentukan risiko yang akan diambil dalam pengambilan keputusan untuk penentuan pemilihan panjang tiang pancang yang akan dipesan dengan memilih nilai risiko yang paling kecil.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Jembatan Banyumulek

Berdasarkan hasil penyelidikan tanah yang sudah dilakukan, secara keseluruhan lapisan tanah pada lokasi pembangunan jembatan Banyumulek terdiri dari tanah lanau hingga pasir. Jembatan Banyumulek direncanakan dengan panjang 120 meter, dibagi menjadi 3 bentang. Masing-masing bentang 40 meter. Adapun jembatan Banyumulek direncanakan dengan lebar 19 meter. Jembatan Banyumulek dibangun dengan menggunakan pondasi tiang pancang beton pra tegang (*pre-stressed concrete*) dengan diameter 50 centimeter. Pondasi tersebut terdiri dari 4 kelompok tiang yaitu:

1. Kelompok tiang pada *abutment* jembatan sebelah kiri
2. Kelompok tiang pada pilar jembatan sebelah kiri
3. Kelompok tiang pada pilar jembatan sebelah kanan
4. Kelompok tiang pada *abutment* jembatan sebelah kanan

Pembangunan jembatan baru dilaksanakan setelah pembangunan jembatan lama selesai dibangun dan sudah dianggarkan pada APBN Tahun Anggaran 2015. Penyelidikan tanah dilakukan oleh Balai Pengujian Material Konstruksi Dinas Pekerjaan Umum Provinsi Nusa Tenggara Barat. Penyelidikan tanah tersebut berupa pengujian *SPT* dari pelaksanaan pengeboran yang dilaksanakan pada 4 (empat) titik di sekitar lokasi pembangunan jembatan.

Identifikasi Risiko

Dalam proses pelaksanaan pemancangan tiang pancang, tiang pancang yang sudah dipesan dengan panjang yang sudah direncanakan tidak sesuai dengan kebutuhan yang ada di lapangan. Perubahan panjang tiang pancang dalam pelaksanaan mengakibatkan nilai kerugian. Kerugian tersebut merupakan risiko yang harus ditanggung oleh pelaksana pekerjaan atau kontraktor tanpa dilakukan pembayaran oleh pemilik proyek. Kerugian dalam pemancangan tiang pancang meliputi biaya pemotongan dan penyambungan tiang pancang.

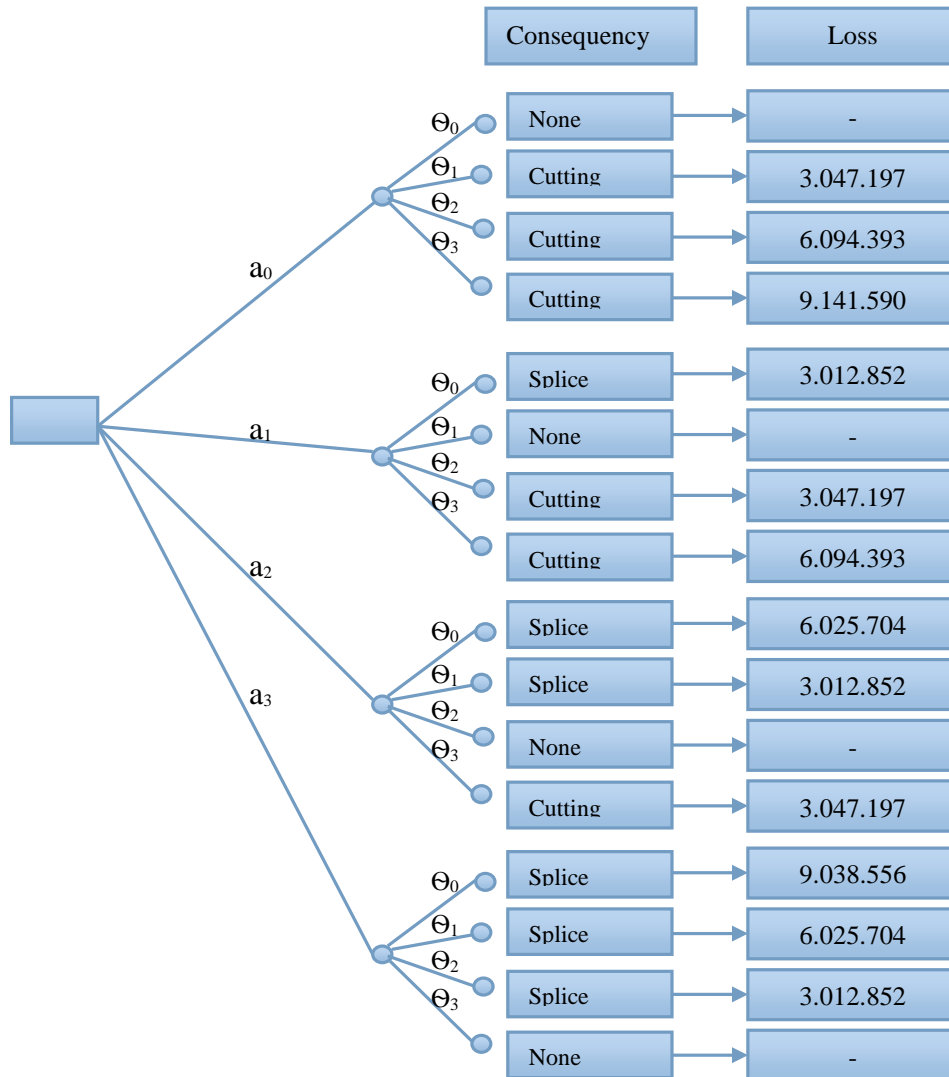
Analisis Risiko dengan Metode *Prior Analysis*

Untuk mengetahui nilai kerugian pemancangan tiang pada jembatan lama, dapat dihitung dengan menggunakan data pelaksanaan pemancangan tiang pancang yang sudah dilaksanakan meliputi: data panjang tiang rencana, panjang tiang realisasi, biaya pemotongan dan biaya penyambungan tiang.

Berdasarkan hasil perhitungan nilai kerugian, diperoleh total kerugian yang dialami saat pelaksanaan pemancangan tiang pancang pada pembangunan jembatan Banyumulek adalah sebesar Rp.191.973.387. Nilai tersebut ditanggung oleh kontraktor pelaksana pembangunan jembatan Banyumulek. Dari perhitungan nilai kerugian tersebut, maka bisa dilakukan perhitungan nilai risiko. Adapun hasil perhitungan nilai risiko berdasarkan probabilitas tiang yang terjadi, dimana pada panjang tiang 20 meter diperoleh probabilitas sebesar 0,694, sedangkan panjang tiang 19 meter dan 18 meter dengan probabilitas 0,111 dan panjang 17 meter dengan probabilitas 0,083.

Tipikal *Tree Diagram Prior Analysis* dapat dilihat pada Gambar 3. Dengan menerapkan teori *tree analysis* berdasarkan nilai probabilitas kerugian yang terjadi pada masing-masing panjang tiang

pancang, maka diperoleh hasil perhitungan nilai probabilitas di setiap panjang tiang pancang. Nilai probabilitas tersebut digunakan untuk menghitung nilai kerugian yang diharapkan pada masing-masing panjang tiang pancang, sehingga diperoleh nilai kerugian yang diharapkan yaitu sebesar Rp.1.757.497. Nilai kerugian tersebut terdapat pada panjang tiang 20 meter.



Gambar 3. Tree Diagram Prior Analysis

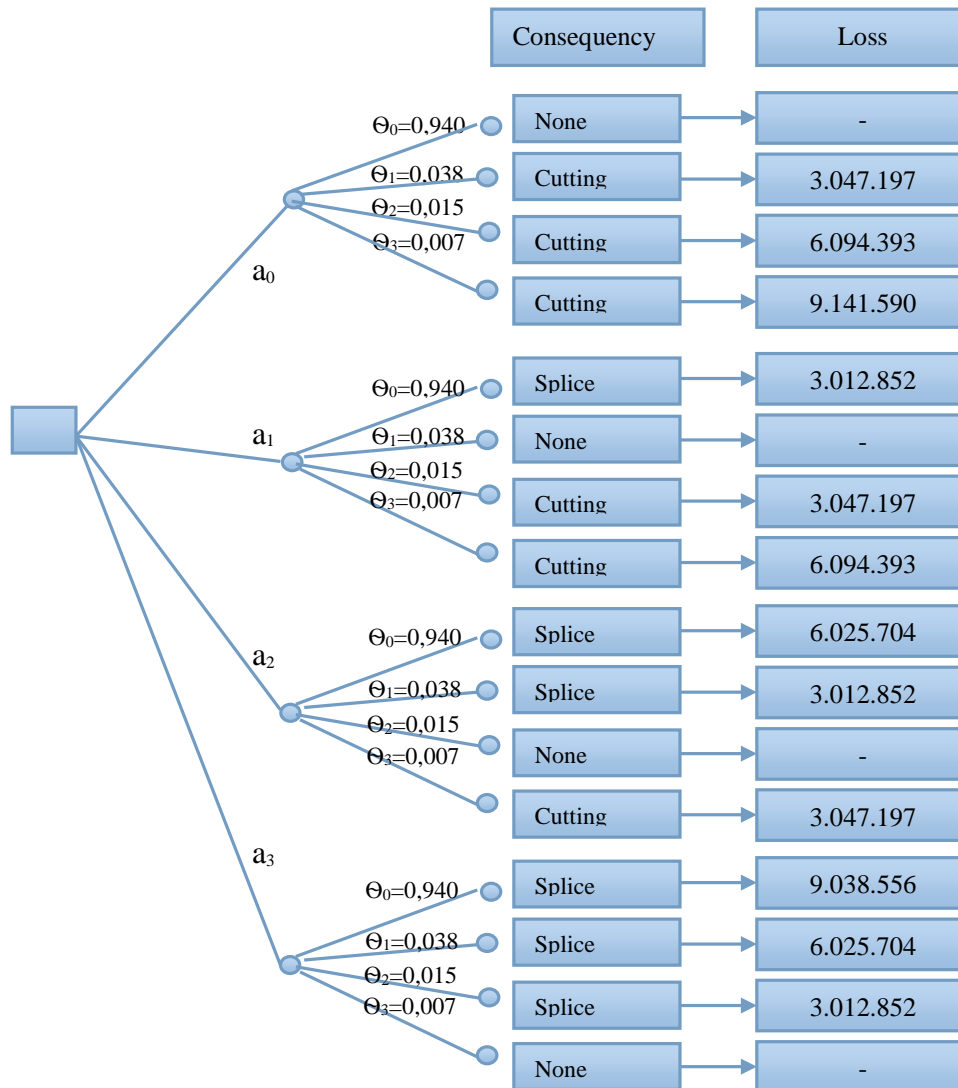
Analisis Risiko dengan Metode Posterior Analysis

Untuk memprediksi nilai kerugian pada jembatan yang baru, dibutuhkan informasi dari pengalaman para pakar. Adapun hasil dari informasi para pakar ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Informasi Para Pakar

Indication	True State			
	θ_0	θ_1	θ_2	θ_3
	20 m	19 m	18	17
Z_0 (20 m)	0,60	0,15	0,06	0,04
Z_1 (19 m)	0,20	0,60	0,15	0,06
Z_2 (18 m)	0,10	0,15	0,60	0,15
Z_3 (17 m)	0,06	0,06	0,15	0,60
Z_4 (16 m)	0,04	0,04	0,04	0,15

Hasil informasi yang diperoleh dari pengalaman para pakar, didapat nilai probabilitas dan risiko pada masing-masing panjang tiang pancang. Selanjutnya dibuat *Posterior Analysis Diagram* Panjang Tiang 20 meter seperti pada Gambar 3.



Gambar 3. *Posterior Analysis Diagram* Panjang Tiang 20 Meter

Dari diagram pada Gambar 3 di atas dapat ditabelkan hasil perhitungan risiko pemilihan panjang tiang pancang 20 meter seperti yang disajikan pada Tabel 2 di bawah ini.

Tabel 2. Hasil Perhitungan Risiko Pemilihan Panjang Tiang Pancang 20 meter

No.	Pemilihan Panjang Tiang	Probabilitas Panjang Tiang	Risiko (Rp.)
1.	20 meter	0,940	115.793
2.	19 meter	0,038	2.832.080
3.	18 meter	0,015	5.664.162
4.	17 meter	0,007	8.496.242

Tabel 2 menunjukkan bahwa pemilihan panjang tiang 20 meter mempunyai risiko kerugian sebesar Rp.115.793,-. Selanjutnya, hasil perhitungan risiko pemilihan panjang tiang pancang 19, 18, 17, dan 16 meter disajikan pada Tabel 3 sampai dengan Tabel 6.

Tabel 3. Hasil Perhitungan Risiko Pemilihan Panjang Tiang Pancang 19 meter

No.	Pemilihan Panjang Tiang	Probabilitas Panjang Tiang	Risiko (Rp.)
1.	20 meter	0,613	892.654
2.	19 meter	0,293	1.845.422
3.	18 meter	0,073	3.690.844
4.	17 meter	0,021	5.536.266

Tabel 4. Hasil Perhitungan Risiko Pemilihan Panjang Tiang Pancang 18 meter

No.	Pemilihan Panjang Tiang	Probabilitas Panjang Tiang	Risiko (Rp.)
1.	20 meter	0,421	2.449.460
2.	19 meter	0,101	1.268.410
3.	18 meter	0,402	2.536.821
4.	17 meter	0,073	3.805.232

Tabel 5. Hasil Perhitungan Risiko Pemilihan Panjang Tiang Pancang 17 meter

No.	Pemilihan Panjang Tiang	Probabilitas Panjang Tiang	Risiko (Rp.)
1.	20 meter	0,363	3.885.176
2.	19 meter	0,062	2.590.117
3.	18 meter	0,150	2.187.331
4.	17 meter	0,425	3.280.996

Tabel 6. Hasil Perhitungan Risiko Pemilihan Panjang Tiang Pancang 16 meter

No.	Pemilihan Panjang Tiang	Probabilitas Panjang Tiang	Risiko
1.	20 meter	0,475	1.855.743
2.	19 meter	0,068	1.431.105
3.	18 meter	0,254	2.862.209
4.	17 meter	0,203	4.293.314

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

1. Metode *Bayes* dapat digunakan dengan hasil yang memuaskan untuk analisis pemilihan panjang tiang pancang dengan minimnya data penyelidikan tanah di lapangan. Nilai probabilitas penggunaan tiang pancang masing-masing panjang 20 m, 19 m, 18 m, dan 17 m berturut-turut adalah 0,694, 0,111, 0,111, dan 0,083.
2. Berdasarkan perhitungan dengan menggunakan metode *prior analysis* untuk jembatan lama diperoleh nilai kerugian minimum terdapat pada panjang tiang 20 meter sebesar Rp. 1.757.497. Perhitungan minimum risiko yang terjadi pada masing-masing pemilihan panjang tiang 20 m, 19 m, 18 m, 17 m, dan 16 m berturut-turut adalah Rp. 115.793, Rp. 892.654, Rp.1.268.410, Rp. 2.187.331 dan Rp.1.431.105.
3. Berdasarkan perhitungan dengan menggunakan metode *posterior analysis* untuk jembatan baru, risiko minimum yang akan terjadi pada pemilihan panjang tiang pancang 20 meter sebesar Rp. 115.793,- pertiang.

Saran

Disarankan risiko kerugian tersebut diperhitungkan dalam anggaran pelaksanaan pekerjaan konstruksi jembatan.

DAFTAR PUSTAKA

- Asiyanto, 2009, "Manajemen Risiko untuk Kontraktor", Pradnya Paramita, Jakarta
- Octavia, R.D., 2011, "Identifikasi dan Analisa Risiko Konstruksi dengan Metode *FMEA* dan *FTA* pada proyek Pembangunan Jalan Lingkar Nagreg V Bandung", Laporan Tugas Akhir Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan ITS, Surabaya
- Patrickson, A., 2014, "Identifikasi dan Analisis Risiko Konstruksi dengan Metode *Fault Tree Analysis* pada proyek Pembangunan Jembatan Kapuk Naga Indah", Tugas Akhir Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, ITS, Surabaya
- Putra, H.G., 2008, "Pertimbangan Pemilihan Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang dengan Beberapa Metode (Statistik, Dinamik, Tes PDA)", *Jurnal Rekayasa Sipil*, Vol. 4, No. 2
- Sulistiyono, H., 2015, "Materi Kuliah Manajemen Risiko", Program Studi Magister Teknik Sipil, Program Pascasarjana, Universitas Mataram, Mataram
- Supriyadi, B. dan Muntohar, A.S., 2007, "Jembatan", Beta Offset, Yogyakarta