

Analisis faktor keterlambatan COD proyek PLN UIP Kalbagtim dengan metode analytical hierarchy process dan fault tree analysis

by Nunung Nurhasanah

Submission date: 08-Apr-2023 02:54PM (UTC+0700)

Submission ID: 2058926341

File name: ILS0110-23_Isi-Artikel.pdf (321.92K)

Word count: 3969

Character count: 22972

DOI 10.36722/sst.v%vi%i.639

Analisis Faktor Keterlambatan COD Proyek PLN UIP Kalbagtim dengan Metode *Analytical Hierarchy Process* dan *Fault Tree Analysis*

Avira Dinda Pradiani¹, Nunung Nurhasanah¹

¹Program studi Teknik Industri, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Al Azhar Indonesia, Komplek Masjid Agung Al Azhar, Jalan Sisingamangaraja, Kebayoran Baru, Jakarta Selatan 12110

Penulis untuk Korespondensi/E-mail: aviradindaa@gmail.com

Abstract – PLN Unit Induk Pembangunan Kalimantan Bagian Timur (PLN UIP Kalbagtim) is a company that is responsible for electricity needs in the East Kalimantan region. PLN UIP Kalbagtim covers three types of projects. There are power projects, substation projects, and transmission projects. However, many of these projects experienced delays in their Commercial Operation Date (COD). PLN UIP Kalbagtim only measures the risk level generally and does not measure the root causes of the possible occurrence of this risk. Based on these problems, a study was conducted to identify the projects that experienced delays the most using the Pareto diagram, then analyzed the factors and root causes of the delay using a fish-bone diagram, then using the Analytical Hierarchy Process method, data processing was done to obtain the probability value of each root event. Furthermore, using the Fault Tree Analysis method, the probability value of delay is calculated until the smallest value is found. From the research that has been done, it can be concluded that the transmission project in the form of SUTT is the project that most often experiences delays due to machine, man, material, method, and money factors. The factor that must be set as the priority or focus of the company is the money factor and the root of the incident in it will also be automatically deleted so that the possibility of delays is reduced from 52.71% to 25.28%.

Abstrak – PLN Unit Induk Pembangunan Kalimantan Bagian Timur (PLN UIP Kalbagtim) merupakan perusahaan yang bertanggung jawab atas kebutuhan listrik di wilayah Kalimantan Timur. PLN UIP Kalbagtim menaungi tiga jenis proyek yaitu proyek pembangkit, proyek gardu induk, dan proyek transmisi. Tetapi banyak dari proyek-proyek tersebut yang mengalami keterlambatan *Commercial Operatin Date* (COD). PLN UIP Kalbagtim hanya mengukur tingkat risiko secara umum dan tidak memperhitungkan akar kejadian penyebab yang menjadi kemungkinan terjadinya risiko tersebut. Berdasarkan permasalahan tersebut dilakukan penelitian untuk mengidentifikasi proyek yang paling sering mengalami keterlambatan menggunakan diagram pareto, kemudian menganalisis faktor dan akar kejadian penyebab keterlambatannya menggunakan *fish-bone* diagram, lalu menggunakan metode *Analytical Hierarchy Process* dilakukan pengolahan data untuk mendapatkan nilai probabilitas dari setiap akar kejadian. Selanjutnya, dengan menggunakan metode *Fault Tree Analysis* dihitung nilai probabilitas terjadinya keterlambatan sampai ditemukan nilai terkecilnya. Dari penelitian yang telah dilakukan, didapatkan kesimpulan bahwa proyek transmisi berupa SUTT merupakan proyek yang paling sering mengalami keterlambatan dengan faktor *machine*, *man*, *material*, *method*, dan *money*. Faktor yang harus dijadikan prioritas atau fokus perusahaan adalah faktor *money* dan akar kejadian di dalamnya juga akan otomatis terhapus sehingga kemungkinan terjadinya keterlambatan berkurang dari 52,71% menjadi 25,28%.

Keywords - *Analytical Hierarchy Process*, *Fault Tree Analysis*, *Pareto Chart*, *Fish-bone Diagram*

PENDAHULUAN

Perusahaan Listrik Negara (PLN) sebagai perusahaan yang mengurus semua aspek kelistrikan yang ada di Indonesia memiliki tugas untuk memenuhi kebutuhan tersebut. Bukan hanya memenuhi kebutuhan listrik di daerah perkotaan, namun juga di daerah pelosok. Pendistribusian listrik akan menopang perkembangan infrastruktur, industri, perdagangan, dan jasa di suatu daerah.

PT. PLN (Persero) Unit Induk Pembangunan (UIP) Kalimantan Bagian Timur (Kalbagtim) merupakan perusahaan unit PLN yang melakukan pengendalian konstruksi dan pengelolaan kegiatan pembangunan pembangkit dan jaringan tegangan tinggi di Provinsi Kalimantan Bagian Timur. PT PLN UIP Kalbagtim bertindak sebagai pemilik (*owner*) yang menghasilkan jaringan yang berkualitas dan siap dioperasikan. Proyek konstruksi yang dilakukan oleh PT PLN UIP Kalbagtim antara lain proyek konstruksi pembangkit, gardu induk (GI), dan transmisi. Dalam pelaksanaan konstruksi proyek tersebut, perlu dilakukan dengan seefektif dan seefisien mungkin agar tercapainya target *Commercial Operation Date* (COD) yang ditentukan sebelumnya. Kondisi ideal suatu proyek adalah ketika waktu pelaksanaan beserta kegiatan-kegiatan pembangunan berjalan sesuai dengan apa yang sudah direncanakan.

Namun, dalam setiap proyek pasti ada risiko, tidak terkecuali proyek konstruksi transmisi SUTT 150kV. Salah satu risiko keterlambatan pada proyek transmisi adalah terjadinya keterlambatan. Dampak yang timbul dari keterlambatan tentunya akan merugikan perusahaan mulai dari anggaran sampai turunnya nilai kualitas kinerja perusahaan. Oleh sebab itu perlu dilakukan identifikasi secara lebih mendalam mengenai risiko tersebut agar dapat diketahui akar permasalahan yang berpotensi menyebabkan terjadinya risiko keterlambatan pada suatu proyek. Untuk mengidentifikasi risiko pada proyeknya, PT. PLN UIP Kalbagtim hanya mengukur tingkat risiko secara umum dan tidak memperhitungkan akar kejadian penyebab yang menjadi kemungkinan terjadinya risiko tersebut. Hal tersebut menyebabkan pencegahan terjadinya risiko belum optimal dan proyek konstruksi sering mengalami keterlambatan.

Oleh sebab itu, akan dilakukan penelitian mengenai analisis risiko keterlambatan pada proyek konstruksi SUTT 150 kV di PT. PLN UIP

Kalbagtim menggunakan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) dan *Fault Tree Analysis* (FTA) untuk mengidentifikasi kejadian penyebab kemungkinan terjadinya risiko keterlambatan yang ada pada proyek konstruksi SUTT 150 kV agar mempermudah dalam merancang pencegahannya.

METODE

Metodologi penelitian berisi diagram alir yang menggambarkan alur serta langkah-langkah penelitian yang disusun secara sistematis dalam meneliti permasalahan yang ada. Wawancara dilakukan terhadap Bapak Djoko Pribadi selaku Senior Manager di Bidang Operasi Konstruksi PT PLN UIP Kalbagtim. Bapak Djoko selaku pakar yang memahami seluruh proses operasi konstruksi proyek akan diwawancara dan mengisi kuesioner untuk keperluan penelitian. Tahap selanjutnya yaitu pengumpulan data. Berdasarkan studi literatur dan wawancara, dilakukan pengumpulan data proses bisnis perusahaan, data jumlah proyek gardu induk, transmisi, dan pembangkit selama 5 tahun terakhir, dan data frekuensi keterlambatan setiap proyek. Kemudian data tersebut diolah dengan diagram pareto. Kemudian faktor kejadian penyebab dari keterlambatan proyek diolah dengan diagram *fish-bone* atau diagram sebab-akibat. Diagram tersebut dibuat untuk mendapatkan tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengidentifikasi akar penyebab masalah terhadap kemungkinan terjadinya keterlambatan proyek.

Dari data yang telah diolah tersebut, dilakukan pengolahan data menggunakan dua metode yaitu metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) dan metode *Fault Tree Analysis* (FTA). Metode AHP digunakan untuk mencari nilai probabilitas dari akar kejadian penyebab keterlambatan proyek sedangkan metode FTA digunakan untuk mengidentifikasi faktor atau akar kejadian yang harus dijadikan prioritas atau fokus perusahaan untuk mengurangi kemungkinan terjadinya keterlambatan proyek.

Tahap terakhir dari penelitian ini yaitu penarikan kesimpulan dan saran. Kesimpulan harus menjawab permasalahan yang telah diidentifikasi dan juga mengacu pada tujuan dari penelitian. Kemudian memberikan usulan atau saran untuk perbaikan perusahaan. Saran juga dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya yang menggunakan metode atau objek penelitian yang sama.

Penelitian ini akan menggunakan metode *Analytical Hierarchy Process (AHP)* untuk mendapatkan nilai *eigen* dari setiap faktor yang teridentifikasi dengan melakukan perbandingan berpasangan. Metode ini diawali dengan pembuatan struktur hierarki. Struktur hierarki terdiri dari *level 0* yang merupakan risiko yang akan diteliti, *level 1* yang merupakan kategori dari faktor keterlambatan, dan *level 2* yang merupakan akar kejadian penyebab keterlambatan. Dari struktur hierarki kemudian dibuat kuesioner yang akan diberikan ke pakar untuk diisi berdasarkan pengetahuan, pengalaman, dan pendapat pakar. Dari data jawaban pakar tersebut kemudian dilakukan uji normalisasi. Dari tahapan tersebut, akan didapatkan nilai *eigen*. Nilai *eigen* ini nantinya akan dijadikan sebagai nilai peluang kejadian untuk *Fault Tree Analysis (FTA)*. Namun, sebelum dijadikan nilai peluang kejadian untuk FTA, data ini akan diuji konsistensinya. Apabila data tersebut memiliki konsistensi yang kecil ($<0,1$) maka data tersebut dapat dijadikan *input* untuk menghitung aljabar boolean pada metode FTA.

Metode lain yang digunakan pada penelitian ini yaitu *Fault Tree Analysis (FTA)* atau analisis pohon kesalahan yang digunakan untuk mengetahui faktor akar kejadian penyebab kemungkinan terjadinya risiko keterlambatan di proyek PLN UIP Kalbagtim. Langkah pertama pada metode ini adalah membuat pohon kesalahan berdasarkan faktor kejadian penyebab kejadian yang sudah disetujui oleh pakar. Kemudian, dengan melakukan *brainstorming* bersama pakar, ditentukan gerbang dari setiap cabang pada pohon kesalahan tersebut. Setelah itu, menggunakan nilai *eigen* dari metode AHP sebelumnya, dihitung probabilitas atau peluang kejadian dari risiko keterlambatan dengan melakukan simulasi permissalan. Dari hasil simulasi tersebut, akan didapatkan faktor kejadian apa yang perusahaan harus fokus hilangkan agar kemungkinan terjadinya keterlambatan proyek kecil.

HASIL DAN PEMBAHASAN

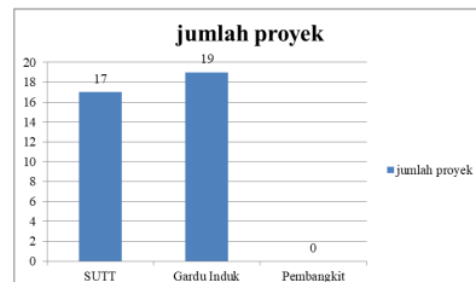
Pengumpulan Data

Pareto Chart

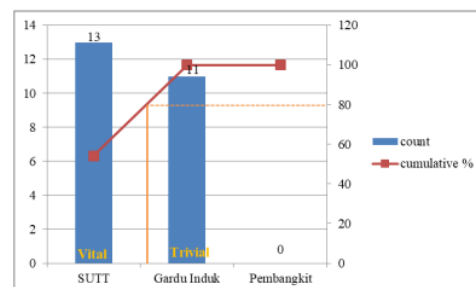
PT PLN UIP Kalbagtim memiliki tiga jenis proyek pembangunan yaitu proyek pembangkit, proyek gardu induk, dan proyek transmisi (SUTT). Setelah dilakukan pengumpulan data melalui pengambilan data histori proyek yang dijalani oleh perusahaan

selama lima tahun terakhir, didapatkan jumlah proyek dari masing-masing kategori. Terdapat 17 proyek transmisi (SUTT), 19 proyek gardu induk, dan 0 proyek pembangkit. Hal tersebut menunjukkan bahwa proyek yang paling banyak dijalani oleh perusahaan selama lima tahun terakhir adalah proyek gardu induk. Namun, meskipun berdasarkan jumlah proyek gardu induk adalah proyek yang terbanyak, jika dilihat dari jumlah proyek yang mengalami keterlambatan dan membutuhkan perpanjangan waktu proyek transmisi (SUTT) adalah yang terbanyak dengan jumlah proyek yang terlambat sebanyak 13 proyek. Sedangkan untuk proyek gardu induk terdapat 11 proyek yang mengalami keterlambatan COD.

Dapat dilihat pada *pareto chart* dari jumlah proyek yang mengalami perpanjangan waktu di bawah, bahwa proyek transmisi (SUTT) menjadi objek yang harus lebih difokuskan. Hal tersebut dikarenakan, ketika ditarik garis horizontal dari pertemuan grafik persentase kumulatif dengan garis 80%, diagram proyek SUTT berada di bagian 20% atau bagian *Vital*. Dengan demikian, pada penelitian ini, proyek yang akan dianalisis faktor penyebab keterlambatannya adalah proyek transmisi (SUTT).

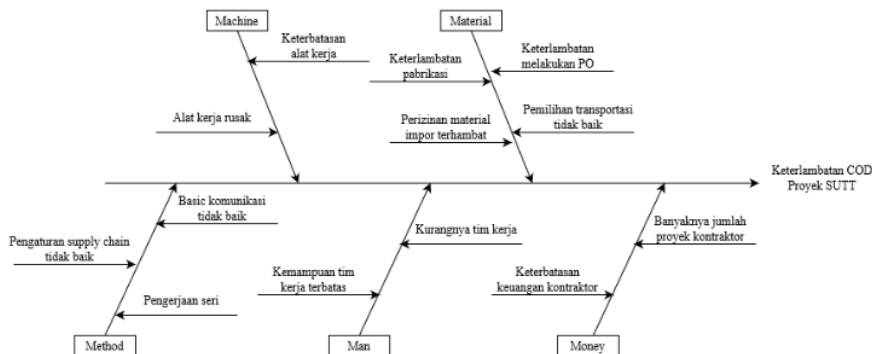


Gambar 1. Diagram Batang Jumlah Proyek di PT PLN UIP Kalbagtim dalam 5 Tahun Terakhir



Gambar 2. Pareto Chart Proyek yang Mengalami Keterlambatan dalam 5 Tahun Terakhir

Fish-bone Diagram



Gambar 3. Fish-bone Diagram dari Akar Penyebab Kejadian Keterlambatan COD SUTT

Tabel 1. Hasil Identifikasi Akar Kejadian Penyebab Keterlambatan COD SUTT

No	Faktor Penyebab	Akar Kejadian Penyebab	Metode
1	Faktor <i>Man</i>	a. Kemampuan tim kerja tidak baik b. Jumlah tim kerja kurang	
2	Faktor <i>Money</i>	a. Banyaknya proyek kontraktor b. Keterbatasan uang kontraktor	
3	Faktor <i>Material</i>	a. Keterlambatan Purchase Order (PO) b. Pemilihan transportasi tidak baik c. Keterlambatan pabrikasi d. perizinan material impor terlambat	Wawancara dan Dokumen Amandemen
4	Faktor <i>Machine</i>	a. Keterbatasan alat kerja b. Alat kerja rusak	
5	Faktor <i>Method</i>	a. Basic communication tidak baik b. Pengaturan supply chain tidak baik c. Pekerjaan dengan metode seri	

Melalui *fish bone* diagram, dapat diidentifikasi faktor-faktor penyebab keterlambatan sampai ke akar kejadian penyebabnya. Diagram *fish bone* (Gambar 7) dibuat berdasarkan hasil pengamatan peneliti terhadap dokumen amandemen dan wawancara dengan pakar. Tujuan dari pembuatan

diagram ini adalah untuk mempermudah menemukan akar penyebab masalah keterlambatan COD proyek SUTT.

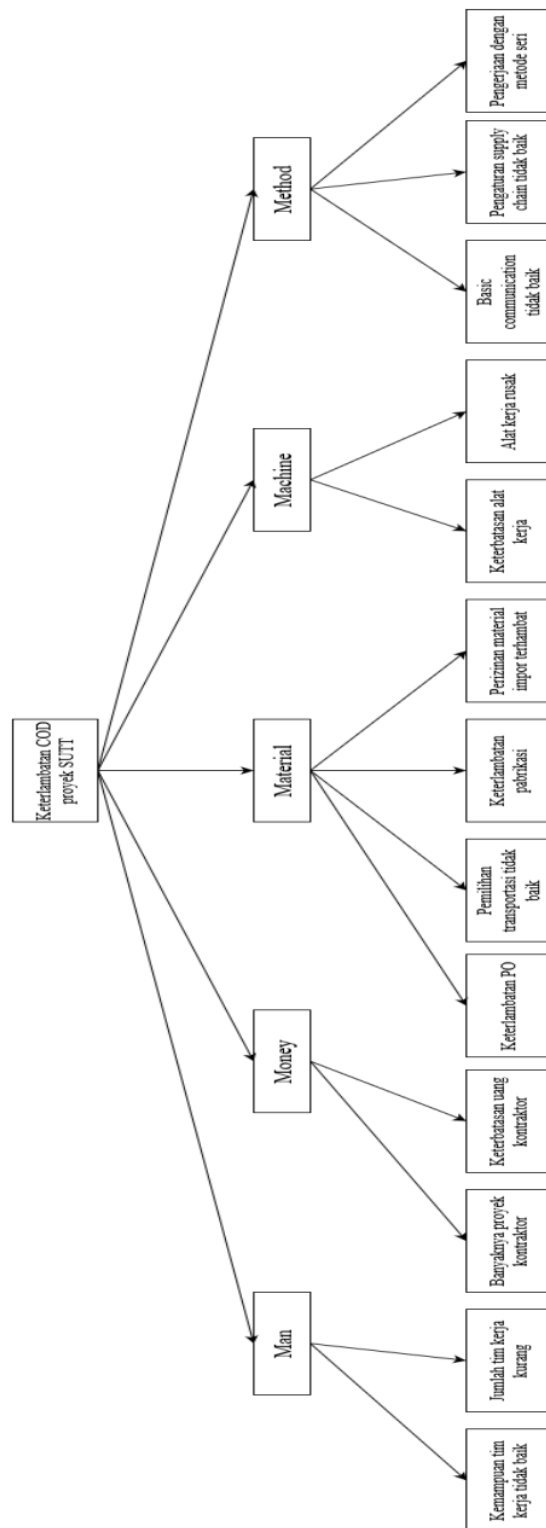
Berdasarkan penguraian *fish bone* (Gambar 7) didapatkan lima faktor penyebab keterlambatan COD proyek SUTT, yaitu faktor *man* atau manusia, *money* atau uang, *material*, *machine* atau mesin, dan faktor *method* atau metode. Setelah data faktor penyebab didapatkan, selanjutnya diidentifikasi akar penyebab kejadian dari faktor-faktor tersebut (Tabel 4).

9 Pengolahan Data

Data yang telah dikumpulkan kemudian diolah menggunakan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) dan *Fault Tree Analysis* (FTA). Output dari pengolahan menggunakan metode AHP adalah nilai *eigen* dari setiap akar kejadian penyebab keterlambatan COD SUTT. Nilai *eigen* akan dijadikan nilai probabilitas untuk menghitung kemungkinan terjadinya keterlambatan COD SUTT pada proses pengolahan data menggunakan metode FTA.

Analytical Hierarchy Process (AHP)

Proses awal dari metode ini yaitu membuat struktur hierarki. Struktur hierarki yang telah dibuat terdiri dari tiga *level*. *level 0* yang merupakan risiko yang akan diteliti, *level 1* yang merupakan kategori dari faktor keterlambatan, dan *level 2* yang merupakan akar kejadian penyebab keterlambatan. Struktur hierarki ini dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Struktur Hierarki Keterlambatan COD SUTT

Berdasarkan struktur hierarki pada Gambar 8, dibuatlah daftar pertanyaan dalam bentuk kuesioner. Kuesioner berbentuk perbandingan berpasangan mengenai tingkat kemungkinan dan dampak dari setiap indikator yang dibandingkan. Kuesioner yang sudah diisi oleh pakar kemudian diolah menggunakan bantuan *software* SuperDecision. *Output* yang dihasilkan *software* SuperDecision adalah nilai *eigen* dari setiap faktor dan akar penyebab kejadian. Nilai *eigen* yang dihasilkan tertera pada Tabel 5.

Tabel 2. Nilai Eigen Hasil Perbandingan Berpasangan Metode AHP

Name	Normalized By Cluster	Limiting
Machine	0.06219	0.03109
Man	0.26693	0.13346
Material	0.16262	0.08131
Method	0.10501	0.05251
Money	0.40325	0.20163
Alat kerja rusak	0.03109	0.01555
Banyaknya proyek kontraktor	0.13442	0.06721
Basic communication tidak baik	0.03118	0.01559
Jumlah tim kerja kurang	0.17795	0.08898
Kemampuan tim kerja tidak baik	0.08898	0.04449
Keterbatasan alat kerja	0.03109	0.01555
Keterbatasan uang kontraktor	0.26884	0.13442
Keterlambatan pabrikasi	0.04508	0.02254
Keterlambatan PO	0.01552	0.00776
Pekerjaan dengan metode seri	0.05667	0.02833
Pemilihan transportasi tidak baik	0.02603	0.01302
Pengaturan <i>supply chain</i> tidak baik	0.01716	0.00858
Perizinan material impor terhambat	0.07599	0.038
Keterlambatan COD Proyek SUTT	0	0

Hasil nilai *eigen* tersebut didapatkan setelah jawaban pakar melewati uji konsistensi di *software* SuperDecision. Sebagaimana ditunjukkan Tabel 6, CR seluruh faktor lebih kecil dari 0.10 sehingga hasil jawaban pakar bisa diterima dan dilanjutkan ke proses selanjutnya.

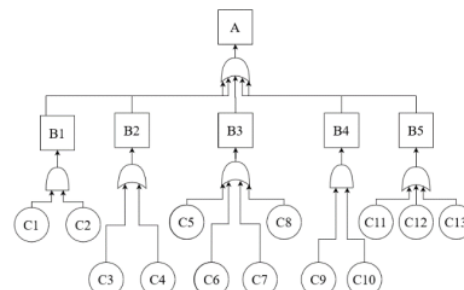
Tabel 3. Hasil Uji Konsistensi

Name	Inconsistency
Keterlambatan COD Proyek SUTT	0.01919
Machine	0
Man	0
Material	0.0116
Method	0.00885
Money	0

8

Fault Tree Analysis (FTA)

Metode FTA digunakan untuk mengidentifikasi akar penyebab kejadian yang harus diprioritaskan. Pada tahap awal metode ini, dibuat sebuah diagram pohon kesalahan berdasarkan data dari *fish-bone* diagram. Kemudian dengan menggunakan metode wawancara, ditentukan gerbang dari setiap cabang pohon kesalahan. Menurut pakar, terdapat dua gerbang AND dan tiga gerbang OR. Cabang pohon yang diberikan label gerbang AND adalah faktor B1 atau *Man* dan faktor B4 atau *Machine*. Pakar memberikan gerbang AND pada faktor *Man* karena menurut pakar, akar kejadian C1 (kemampuan kerja tidak baik) dan C2 (jumlah tim kerja kurang) tidak bisa hanya salah satu yang terjadi karena apabila jumlah kerja tim tidak kekuarangan maka kemampuan kerja tim tidak akan bermasalah. Sedangkan untuk Faktor *Machine*, pakar menganggap bahwa apabila alat kerja tidak rusak, maka tidak akan terjadi kekuarangan alat kerja. Untuk faktor lainnya, pakar menganggap akar kejadian dapat terjadi secara tunggal dan masih mempengaruhi faktor keterlambatan. Maka dari itu pakar memberikan gerbang OR. Pohon kesalahan ini terdiri satu *main event*, lima *intermediate event*, dan 13 *basic event* dengan keterangan yang dapat dilihat pada Tabel 6.



Gambar 4. Pohon Kesalahan Keterlambatan COD SUTT

Tabel 4. Keterangan Fault Tree Proyek Konstruksi Transmisi

Simbol	Keterangan	Probabilitas
A	Keterlambatan COD proyek SUTT	
B1	Man	
B2	Money	
B3	Material	
B4	Machine	
B5	Method	
C1	Kemampuan tim kerja tidak baik	0.08898
C2	Jumlah tim kerja kurang	0.17795
C3	Banyaknya proyek kontraktor	0.13442
C4	Keterbatasan uang kontraktor	0.26884
C5	Keterlambatan PO	0.01552
C6	Pemilihan transportasi tidak baik	0.02603
C7	Keterlambatan pabriksi	0.04508
C8	Perizinan material impor terhambat	0.07599
C9	Keterbatasan alat kerja	0.03109
C10	Alat kerja rusak	0.03109
C11	Basic communication tidak baik	0.03118
C12	Pengaturan supply chain tidak baik	0.01716
C13	Pekerjaan dengan metode seri	0.05667

Menggunakan nilai *eigen* dari hasil AHP sebagai nilai probabilitas dari setiap *basic event*, dilakukan perhitungan persentase kemungkinan terjadinya keterlambatan COD SUTT. Karena terdapat lima gerbang dan 13 *basic event* pada pohon kesalahan, maka akan dilakukan simulasi permissalan dengan menghilangkan satu persatu gerbang dan *basic event* tersebut. Dari 18 jumlah percobaan permissalan, masing-masing dihitung nilai kemungkinan terjadinya *main event*. Berikut adalah contoh perhitungan gerbang AND di faktor B1:

$$\begin{aligned}
 F_{B1} &= f_{C1} \times f_{C2} \\
 &= 0.08898 \times 0.17795 \\
 &= 0.01583
 \end{aligned}$$

Berikut adalah contoh perhitungan gerbang OR di faktor B2:

$$\begin{aligned}
 F_{B2} &= 1 - (1 - f_{C3})(1 - f_{C4}) \\
 &= 1 - (1 - 0.13442)(1 - 0.26884) \\
 &= 0.36712
 \end{aligned}$$

Berikut adalah contoh perhitungan nilai probabilitas ketika *basic event* C1 dihilangkan.

$$\begin{aligned}
 F_A &= 1 - (1 - F_{B1}) (1 - F_{B2}) (1 - F_{B3}) (1 - F_{B4}) (1 - F_{B5}) \\
 &= 1 - (1 - (F_{C1} \times F_{C2})) \times (1 - (1 - F_{C3}) (1 - F_{C4})) \\
 &\quad \times (1 - (1 - F_{C5}) (1 - F_{C6}) (1 - F_{C7}) (1 - F_{C8})) \times \\
 &\quad (F_{C9} \times F_{C10}) \times (1 - (1 - F_{C11}) (1 - F_{C12}) (1 - F_{C13})) \\
 &= 1 - (1 - (0 \times 0.17795)) \times (1 - (1 - 0.13442) (1 - 0.26884)) \times (1 - (1 - 0.01552) (1 - 0.02603) (1 - 0.04508) (1 - 0.07599)) \times \\
 &\quad (0.03109 \times 0.03109) \times (1 - (1 - 0.03118) (1 - 0.01716) (1 - 0.05667)) \\
 &= 0.51951
 \end{aligned}$$

Berikut adalah contoh perhitungan nilai probabilitas ketika gerbang B2 dihilangkan.

$$\begin{aligned}
 F_A &= 1 - (1 - F_{B1}) (1 - F_{B3}) (1 - F_{B4}) (1 - F_{B5}) \\
 &= 1 - (1 - (F_{C1} \times F_{C2})) \times (1 - (1 - F_{C3}) (1 - F_{C4})) \\
 &\quad (1 - F_{C5}) (1 - F_{C6}) \times (F_{C9} \times F_{C10}) \times (1 - (1 - F_{C11}) (1 - F_{C12}) (1 - F_{C13})) \\
 &= 1 - (1 - (0.08898 \times 0.17795)) \times (1 - (1 - 0.01552) (1 - 0.02603) (1 - 0.04508) (1 - 0.07599)) \times (0.03109 \times 0.03109) \times (1 - (1 - 0.03118) (1 - 0.01716) (1 - 0.05667)) \\
 &= 0.25280
 \end{aligned}$$

Berikut adalah perhitungan nilai probabilitas ketika tidak ada *basic event* maupun gerbang yang dihilangkan.

$$\begin{aligned}
 F_A &= 1 - (1 - F_{B1}) (1 - F_{B2}) (1 - F_{B3}) (1 - F_{B4}) (1 - F_{B5}) \\
 &= 1 - (1 - (F_{C1} \times F_{C2})) \times (1 - (1 - F_{C3}) (1 - F_{C4})) \\
 &\quad \times (1 - (1 - F_{C5}) (1 - F_{C6}) (1 - F_{C7}) (1 - F_{C8})) \times \\
 &\quad (F_{C9} \times F_{C10}) \times (1 - (1 - F_{C11}) (1 - F_{C12}) (1 - F_{C13})) \\
 &= 1 - (1 - (0.08898 \times 0.17795)) \times (1 - (1 - 0.13442) (1 - 0.26884)) \times (1 - (1 - 0.01552) (1 - 0.02603) (1 - 0.04508) (1 - 0.07599)) \times \\
 &\quad (0.03109 \times 0.03109) \times (1 - (1 - 0.03118) (1 - 0.01716) (1 - 0.05667)) \\
 &= 0.52712
 \end{aligned}$$

Tabel 5. Perhitungan Probabilitas Hasil Simulasi Permisalan

No	Jenis simulasi	B1	B2	B3	B4	B5	Risk probability of Main Event A
1	Tidak ada event yang dihilangkan	0.01583	0.36712	0.15395	0.00097	0.10177	0.52712
2	Menghilangkan basic event C1	0.00000	0.36712	0.15395	0.00097	0.10177	0.51951
3	Menghilangkan basic event C2	0.00000	0.36712	0.15395	0.00097	0.10177	0.51951
4	Menghilangkan basic event C3	0.01583	0.26884	0.15395	0.00097	0.10177	0.45368
5	Menghilangkan basic event C4	0.01583	0.13442	0.15395	0.00097	0.10177	0.35324
6	Menghilangkan basic event C5	0.01583	0.36712	0.14061	0.00097	0.10177	0.51966
7	Menghilangkan basic event C6	0.01583	0.36712	0.13134	0.00097	0.10177	0.51448
8	Menghilangkan basic event C7	0.01583	0.36712	0.11401	0.00097	0.10177	0.50479
9	Menghilangkan basic event C8	0.01583	0.36712	0.08437	0.00097	0.10177	0.48823
10	Menghilangkan basic event C9	0.01583	0.36712	0.15395	0.00000	0.10177	0.52666
11	Menghilangkan basic event C10	0.01583	0.36712	0.15395	0.00000	0.10177	0.52666
12	Menghilangkan basic event C11	0.01583	0.36712	0.15395	0.00097	0.07286	0.51190
13	Menghilangkan basic event C12	0.01583	0.36712	0.15395	0.00097	0.08608	0.51886
14	Menghilangkan basic event C13	0.01583	0.36712	0.15395	0.00097	0.04780	0.49871
15	Menghilangkan GATE 1	0.00000	0.36712	0.15395	0.00097	0.10177	0.51951
16	Menghilangkan GATE 2	0.01583	0.00000	0.15395	0.00097	0.10177	0.25280
17	Menghilangkan GATE 3	0.01583	0.36712	0.00000	0.00097	0.10177	0.44107
18	Menghilangkan GATE 4	0.01583	0.36712	0.15395	0.00000	0.10177	0.52666
19	Menghilangkan GATE 5	0.01583	0.36712	0.15395	0.00097	0.00000	0.47354

Dari hasil perhitungan nilai probabilitas terjadinya *main event A* sebagaimana tertera pada Tabel 7, diketahui bahwa dengan menghilangkan *GATE 2* atau gerbang 2 akan menurunkan nilai probabilitas *main event A* yang awalnya sebesar 52,71% menjadi hanya 25,28%. Hal ini berarti, perusahaan harus fokus menghilangkan permasalahan pada faktor *money* atau uang agar meminimalisasi kemungkinan terjadinya keterlambatan COD SUTT. Dihilangkannya gerbang 2 berarti akar kejadian di bawahnya yaitu banyaknya proyek kontraktor dan keterbatasan uang kontraktor juga hilang.

4 KESIMPULAN

Berdasarkan pengumpulan dan pengilahan data yang telah dilakukan pada penelitian ini, maka kesimpulan yang dapat ditarik yaitu proyek yang ditangani oleh PT PLN UIP Kalbagtim selama lima tahun terakhir, terdapat 17 proyek transmisi dengan 13 proyek mengalami keterlambatan COD, 19 proyek gardu induk dengan 11 proyek yang mengalami keterlambatan, dan 0 untuk proyek pembangkit. Maka dari itu objek yang dijadikan untuk penelitian ini adalah proyek transmisi SUTT. Berdasarkan pohon kesalahan teridentifikasi *main event* yaitu keterlambatan COD proyek SUTT, *intermediate event* yaitu faktor yang mempengaruhi terjadinya keterlambatan proyek SUTT antara lain faktor *machine, man, material, method*, dan *money*, dan *basic event* yang merupakan akar kejadian antara lain penyebab berupa banyaknya jumlah proyek kontraktor dengan nilai probabilitas 0.13442, keterbatasan keuangan kontraktor dengan

nilai probabilitas 0.26884, keterlambatan melakukan PO dengan nilai probabilitas 0.01552, pemilihan transportasi tidak baik dengan nilai probabilitas 0.02603, keterlambatan pabrikan dengan nilai probabilitas 0.04508, perisinan material impor terhambat dengan nilai probabilitas 0.07599, kurangnya tim kerja dengan nilai probabilitas 0.17795, kemampuan tim kerja tidak baik dengan nilai probabilitas 0.08898, keterbatasan alat kerja dengan nilai probabilitas 0.03109, alat kerja rusak dengan nilai probabilitas 0.03109, *basic communication* tidak baik dengan nilai probabilitas 0.03118, pengaturan *supply chain* tidak baik dengan nilai probabilitas 0.01716, dan pengerjaan dengan metode seri dengan nilai probabilitas 0.05667. Faktor yang harus dijadikan prioritas atau fokus perusahaan adalah faktor *money* dan akar kejadian di dalamnya juga akan otomatis terhapus sehingga kemungkinan terjadinya keterlambatan berkurang dari 52,71% menjadi 25,28%.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] W. Y. Christina, D. Ludfi, and A. Thoyib, "Pengaruh Budaya Keselamatan Dan Kesehatan Kerja (K3) Terhadap Kinerja Proyek Konstruksi," *J. Rekayasa Sipil*, vol. 6, no. 1, pp. 83–95, 2012.
- [2] G. Y. Malingkas, T. T. Arsjad, and H. Tarore, "Menganalisis Sensitivitas Keterlambatan Durasi," vol. 1, no. 9, pp. 603–607, 2013.
- [3] P. Pembangunan, J. Daniel, P. Tuelah, J. Tjakra, and D. R. O. Walangitan, "Peranan Konsultan Manajemen Konstruksi Pada Tahap

- Pelaksanaan Proyek Pembangunan (Studi Kasus : The Lagoon Taman Sari),” *Tekno*, vol. 12, no. 61, pp. 47–54, 2014.
- [4] R. Jani, “Bahan Baku Pakan Ternak Sapi Dalam Rangka Efisiensi Dengan Menggunakan Diagram Pareto, Metode EOQ Dan Diagram Sebab Akibat (Studi Kasus Pada PT . Kariyana Gita Utama),” 2014.
- [5] A. Fendi, J. T. Industri, and F. T. Industri, “Analisis Strategi Mitigasi Risiko Pada Supply Chain Pt . Pal Indonesia (PERSERO) Pendahuluan Tantangan terbesar dalam proses produksi saat ini adalah mengelola dan mengurangi risiko Metodologi Penelitian Penelitian ini terbagi dalam 2 fase dalam House o,” *Pros. Semin. Nas. Apl. Sains Teknol.*, no. ISSN: 1979-911X, pp. 1–10, 2012.
- [6] I. Z. Nasibu, “Penerapan Metode AHP Dalam Sistem Pendukung Keputusan Penempatan Karyawan Menggunakan Aplikasi Expert Choice,” 2009.
- [7] D. R. Purwatiningsih, J. Teknik, I. Univeristas, and M. Malang, “Aplikasi Ahp Dalam pengambilan keputusan pada seleksi karyawan,” *J. Tek. Ind.*, vol. 8, no. 11, p. 10, 2007.
- [8] I. Setyadi, “Analisis Penyebab Kecacatan Produk Celana Jeans Dengan Menggunakan Metode Fault Tree Analysis (Fta) Dan Failure Mode and Effect Analysis (Fmea) Di Cv Fragile Din Co,” pp. 1–78, 2013.
- [9] A. F. Mustika, “Analisa Keterlambatan Proyek Menggunakan Fault Tree Analysis (Fta) (Studi Kasus Pada Proyek Pembangunan Gedung Program Studi Teknik Industri Tahap Ii Universitas Brawijaya Malang) Naskah Publikasi Untuk Memenuhi Pesyaratan Memperoleh Gelar Sarjana Tek,” UNIVERSITAS BRAWIJAYA, 2014.
- [10] M. H. H. Hirzy Pradipta, Saifoe El Unas, “Analisa Kesehatan Dan Keselamatan Kerja Proyek Menggunakan Fault Tree Analysis (Fta) (Study Kasus Pada Proyek Jalan Hotmix Dinas Pekerjaan Umum Kabupaten Sumbawa),” *J. Rekayasa dan Manaj. Sist. Ind.*, vol. 2, no. October, pp. 765–770, 2015.
- [11] L. Atika and R. J. Pusung, “Ipteks Pengelolaan Kas Kecil (Petty Cash) Pada Pt. Pln (Persero) Unit Induk Pembangunan Sulawesi Bagian Utara,” *J. Ipteks Akunt. Bagi Masy.*, vol. 2, no. 02, pp. 370–373, 2018, doi: 10.32400/jiam.2.02.2018.21778.

Analisis faktor keterlambatan COD proyek PLN UIP Kalbagtim dengan metode analytical hierarchy process dan fault tree analysis

ORIGINALITY REPORT

8%

SIMILARITY INDEX

8%

INTERNET SOURCES

2%

PUBLICATIONS

1%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1

academic-accelerator.com

Internet Source

2%

2

Cheng, S.R.. "Fault-tree analysis for liquefied natural gas terminal emergency shutdown system", Expert Systems With Applications, 200911

Publication

1%

3

123dok.com

Internet Source

1%

4

Submitted to Universitas Muhammadiyah Surakarta

Student Paper

1%

5

www.coursehero.com

Internet Source

<1%

6

www.hdl.co.jp

Internet Source

<1%

7

repository.radenfatah.ac.id

Internet Source

<1%

8

docplayer.info

Internet Source

<1 %

9

adoc.pub

Internet Source

<1 %

10

ejournal.unsrat.ac.id

Internet Source

<1 %

11

www.researchgate.net

Internet Source

<1 %

12

ojs.unik-kediri.ac.id

Internet Source

<1 %

13

www.jawabanku.id

Internet Source

<1 %

14

www.neliti.com

Internet Source

<1 %

15

www.scribd.com

Internet Source

<1 %

Exclude quotes On

Exclude matches Off

Exclude bibliography On

Analisis faktor keterlambatan COD proyek PLN UIP Kalbagtim dengan metode analytical hierarchy process dan fault tree analysis

GRADEMARK REPORT

FINAL GRADE

/0

GENERAL COMMENTS

Instructor

PAGE 1

PAGE 2

PAGE 3

PAGE 4

PAGE 5

PAGE 6

PAGE 7

PAGE 8

PAGE 9