

KAJIAN PENYEBAB KETERLAMBATAN PELAKSANAAN PROYEK REHABILITASI JEMBATAN BETON PENGHUBUNG NGLINGGO — KEPOHBARU

Muhamad Khoirunnizam(nizamkoirun19@gmail.com)¹, Agus Setiawan
(Agussetiawan@unisda.ac.id)²

Universitas Islam Darul ‘Ulum Lamongan^{1,2}

ABSTRAK

Pada perencanaan sebuah proyek, perlu adanya penjadwalan kegiatan yang dapat menjadi pedoman oleh pelaksana dalam melaksanakan kegiatannya dilapangan, ini menunjukkan bahwa penjadwalan sangat berpengaruh pada pelaksanaan sebuah proyek. Penjadwalan proyek yang bagus dapat membuat sebuah proyek berjalan secara efektif dan efisien, namun kenyataannya dilapangan tidak selalu sama dengan apa yang direncanakan. Dalam hal ini, dapat dilihat pada pelaksanaan proyek rehabilitasi Jembatan Beton Penghubung Nglingsgo — Kepohbaru. Dalam proses pembangunan Pada proyek rehabilitasi Jembatan Beton Penghubung Nglingsgo — Kepohbaru, terjadi keterlambatan yang disebabkan beberapa faktor di lapangan, sehingga terjadinya keterlambatan sebesar 72 hari yang pada awalnya di rencanakan untuk selesai dalam 180 hari namun pada lapangan proyek tersebut selesai dalam 252 hari. Karena hal ini terjadi maka dilakukan analisis pada penjadwalan proyek agar dapat mengetahui apa penyebab terjadinya keterlambatan pada proyek. Dari hasil analisis yang didapatkan, penyebab terjadinya keterlambatan ada pada item pekerjaan persiapan dan juga pada penggunaan sistem kerja 1 shift tetapi menggunakan tenaga kerja yang sama. Faktor — faktor yang menyebabkan terjadinya keterlambatan adalah dari owner, kontraktor, dan juga cuaca.

Kata kunci: penyebab keterlambatan proyek, jembatan, pekerjaan.

ABSTRACT

In planning a project, it is necessary to schedule activities that can be used as guidelines by the implementer in carrying out their activities in the field, this shows that scheduling is very influential on the implementation of a project. Good project scheduling can make a project run effectively and efficiently, but the reality in the field is not always the same as what was planned. In this case, it can be seen in the implementation of the Nglingsgo — Kepohbaru Concrete Bridge Rehabilitation Project In the construction process In the Nglingsgo — Kepohbaru Concrete Bridge rehabilitation project, there was a delay caused by several factors in the field, resulting in a 72 day delay which was originally planned to be completed in 180 days but in the field the project was completed in 252 days. Because this happened, an analysis was carried out on project scheduling in order to find out what caused the delay in the project. From the results of the analysis obtained, the cause of the delay is in the preparatory work items and also in the use of a 1 shift work system but using the same workforce. The factors that cause delays are from the owner, contractor, and also the weather.

keywords: causes of project delays, bridges, work

PENDAHULUAN

Jembatan yang merupakan bagian dari jalan, yang sangat diperlukan dalam system jaringan transportasi darat yang akan menunjang pembangunan pada daerah tersebut. Di mana fungsi jembatan adalah menghubungkan rute/lintasan transportasi yang terpisah baik oleh sungai, rawa, danau, selat, saluran, jalan raya, jalan kereta api dan perlintasan lainnya

Dari segi perkonomian, jembatan dapat mengurangi biaya transportasi dan efisien waktu. Dengan adanya jembatan dapat mempersingkat waktu tempuh pada perjalanan darat yang saling terpisah. Jembatan juga dapat meningkatkan daerah tertinggal untuk dapat lebih berhubungan dengan daerah lain dengan mudah

Perencanaan pembangunan jembatan harus diperhatikan seefektif dan seefisien mungkin, sehingga pembangunan jembatan dapat memenuhi keamanan dan kenyamanan bagi para pengguna jembatan (Struyk, 1984). Mengetahui pentingnya peranan jembatan bagi masyarakat, maka dalam perencanaan pembangunannya harus ditinjau kelayakan konstruksi pada jembatan tersebut, dan sesuai dengan tingkat pelayanan dan kemampuannya dalam menerima beban. Dalam kaitannya dengan keselamatan, maka perlu diperhatikan juga tingkat keamanan dan kenyamanan dalam pemakaian jembatan tersebut apakah layak untuk digunakan atau harus mengadakan perbaikan hingga penggantian.

Jembatan yang akan menjadi objek penelitian merupakan jembatan yang terletak di Desa Kayu Lemah, Kecamatan kepohbaru, Kabupaten bojonegoro, jawa timur, mempunyai panjang bentang total 9 meter dengan lebar jembatan total 5 meter. Sebagai akses jalan alternatif sangatlah penting sarana penunjang seperti jembatan untuk penduduk desa kayu lemah dan sekitarnya agar memudahkan masyarakat dalam berbagai aspek.

Pada proyek rehabilitasi Jembatan Beton Penghubung Nglingo — Kepohbaru, dapat dilihat salah satu contoh dimana pelaksanaan proyek tidak sesuai dengan jadwal yang direncanakan. Pada proyek tersebut, telah direncanakan akan selesai dalam 180 hari, sedangkan dalam pelaksanaannya proyek tersebut belum selesai dalam 252 hari, berarti ada keterlambatan sebesar 72 hari semenjak penelitian ini dilaksanakan karena banyaknya faktor yang mungkin mengakibatkan keterlambatan didalam sebuah proyek, maka pada kasus seperti ini, perlu dilakukan pengkajian ulang mengenai kegiatan yang ada pada proyek untuk mengetahui dimana letak kesalahan yang terjadi sehingga menyebabkan keterlambatan dalam penyelesaian proyek. Untuk mencapai hal tersebut, dapat digunakan metode Fault Tree Analysis (FTA), yaitu metode yang digunakan untuk menganalisis faktor-faktor penyebab terjadinya keterlambatan pada sebuah proyek.

KAJIAN PUSTAKA

Penelitian Terdahulu

Beberapa penelitian terdahulu yang sudah dilakukan akan digunakan sebagai referensi dalam penyusunan penelitian ini terutama yang terkait dengan faktor — faktor keterlambatan penyelesaian pekerjaan. Adapun penelitian terdahulu yang sudah dihimpun adalah sebagai berikut:

Peneliti	Judul	Objek	Metode	Hasil
Analysa (2019)	Evaluasi Keterlambatan Proyek Pembangunan Graha Mojokerto Service City (GMSC) dengan Metode Fault Tree Analysis (FTA)	Proyek Pembangunan Graha Mojokerto Service City (GMSC)	Metode FTA	<ol style="list-style-type: none"> 1. Durasi rencana pada proyek adalah 130 hari 2. Keterlambatan terjadi pada pekerjaan elektrikal, elektronika, dan unit penunjang. 3. Keterlambatan disebabkan tidak berfungsinya konsultan pengawasan dan banyaknya addendum
Prastiwi (2017)	Analisa Penyebab Terjadinya Keterlambatan Proyek Pada Pembangunan Apartemen Royal Cityloft Dengan Menggunakan Metode Fault Tree Analysis	Pembangunan Apartemen Royal Cityloft	Metode FTA	<ol style="list-style-type: none"> 1. Keterlambatan terjadi pada pekerjaan struktur lantai 3, kanopy lantai groundfloor dan masalah perizinan. 2. Penyebab keterlambatan : perubahan kontrak, perselisihan negosiasi, masalah pada tenaga kerja, dan masalah perizinan IMB
Rosdianto (2017)	Analisa Resiko Keterlambatan Proyek Pembangunan Apartemen di Apartemen Taman Melati Surabaya	Proyek Pembangunan Apartemen Taman Melati Surabaya	Metode FTA dan ETA	<ol style="list-style-type: none"> 1. Keterlambatan disebabkan oleh 62 variabel yang disebabkan oleh owner, kontraktor, konsultan pengawas, dan masalah lingkungan. 2. Untuk probabilitas keterlambatan secara keseluruhan adalah 0,7342
Redana (2016)	Analisis Keterlambatan Pada Proyek Pembangunan Jacket Structure Anjungan Lepas Pantai	Proyek Pembangunan Jacket Structure Anjungan Lepas Pantai	Metode FTA dan ETA	<ol style="list-style-type: none"> 1. Penyebab utama keterlambatan adalah proses produksi tidak berjalan dengan baik, sistem manajemen yang kurang baik, proses desain yang terlambat. 2. Dengan probabilitas masing — masing sebesar 0,0390; 0,0359; 0,0288; dan probabilitas keseluruhan adalah 0,1037

Definisi Keterlambatan

Menurut (Alifen et al, 2000), keterlambatan proyek sering kali menjadi sumber perselisihan dan tuntutan antara pemilik dan kontraktor, sehingga akan menjadi sangat mahal nilainya baik ditinjau dari sisi kontraktor maupun pemilik.

Kontraktor akan terkena denda penalti sesuai dengan dokumen kontrak, di samping itu kontraktor juga akan mengalami tambahan biaya *overhead* selama proyek masih berlangsung. Dari sisi pemilik, keterlambatan proyek akan membawa dampak pengurangan pemasukan karena penundaan pengoperasian fasilitasnya.

Peran aktif manajemen merupakan salah satu kunci utama keberhasilan pengelolaan proyek. Pengkajian jadwal proyek diperlukan untuk menentukan langkah perubahan mendasar agar keterlambatan penyelesaian proyek dapat dihindari atau dikurangi.

Penyebab Keterlambatan

Menurut Ahmed et al, 2003, penyebab keterlambatan dibagi menjadi dua kategori, yaitu faktor eksternal dan faktor internal. Faktor keterlambatan internal timbul dari empat pihak yang terlibat dalam proyek pengadaan jasa konstruksi. Pihak-pihak tersebut yaitu *owner*, kontraktor, konsultan perencana, dan konsultan pengawas. Sedangkan faktor keterlambatan eksternal disebabkan pihak diluar proyek, pihak tersebut antara lain pemerintah, supplier, dan cuaca.

Ahmed dkk. (2003) dan Alaghbari (2005) dalam jurnalnya menyebutkan faktor-faktor penyebab keterlambatan yang terjadi pada proyek-proyek konstruksi di Malaysia antara lain :

- a. Faktor yang disebabkan oleh kontraktor
 - 1) Keterlambatan pengiriman material ke lokasi proyek
 - 2) Kekurangan material di lapangan
 - 3) Kesalahan dan cacat dalam pekerjaan
 - 4) Tenaga kerja yang minim akan keahlian dan pengalaman
 - 5) Kurangnya area kerja di lapangan
 - 6) Produktivitas rendah
 - 7) Masalah Keuangan
 - 8) Kurangnya koordinasi
 - 9) Subkontraktor yang kurang ahli
 - 10) Kekurangan peralatan di lapangan
 - 11) Sistem manajemen yang rendah
- b. Faktor yang disebabkan oleh konsultan
 - 1) Kurangnya tenaga ahli professional.
 - 2) Kurangnya pengalaman konsultan
 - 3) Kurangnya pengalaman dan keahlian di bidang manajemen dan pengawasan
 - 4) Lambat dalam pengawasan dan pengambilan keputusan
 - 5) Dokumen yang tidak lengkap
 - 6) Lambat dalam memberikan perintah
- c. Faktor yang disebabkan oleh *owner*
 - 1) Belum menguasai bidang pekerjaan
 - 2) Lambat dalam mengambil keputusan
 - 3) Kurangnya koordinasi dengan kontraktor
 - 4) Perubahan kontrak (adanya perubahan rencana dan spesifikasi)
 - 5) Masalah Keuangan (keterlambatan, pembayaran, kesulitan keuangan, dan masalah ekonomi)

- d. Faktor eksternal
 - 1) Tidak tersedianya bahan / material di pasar
 - 2) Tidak tersedianya peralatan
 - 3) Kondisi cuaca yang buruk
 - 4) Lokasi / area proyek yang buruk
 - 5) Keadaan ekonomi yang buruk (inflasi, nilai mata uang melemah, dll)
 - 6) Perubahan peraturan dari pemerintah
 - 7) Mobilisasi yang lambat

Type Keterlambatan

Menurut Jervis, 1998 (dalam Suyatno, 2010), mengklasifikasikan keterlambatan menjadi 4 type :

- a. *Excusable delay*, dikenal juga sebagai “*force majeure*” delays yaitu keterlambatan kinerja kontraktor yang terjadi karena faktor yang berada diluar kencan kontraktor dan *owner*. Kontraktor berhak mendapat perpanjangan waktu yang setara dengan keterlambatan tersebut dan tidak berhak atas kompensasinya.
- b. *Non-Excusable*, yaitu keterlambatan dalam kinerja kontraktor yang terjadi karena kesalahan kontraktor tidak secara tepat melaksanakan kewajiban dalam kontrak. Kontraktor tidak berhak menerima penggantian biaya maupun perpanjangan waktu.
- c. *Compensable delay*, keterlambatan dalam kinerja kontraktor yang terjadi karena kesalahan pihak *owner* untuk memenuhi dan melaksanakan kewajiban dalam kontrak secara tepat. Dalam hal ini kontraktor berhak atas kompensasi biaya dan perpanjangan waktu.
- d. *Concurrent delay*, yaitu keterlambatan yang terjadi karena dua sebab yang berbeda. Jika *excusable delay* dan *compensable delay* terjadi bersamaan dengan *non excusable delay* maka keterlambatan akan menjadi *non excusable delay*. Jika *compensable delay* terjadi bersamaan dengan *excusable delay* maka keterlambatan akan diberlakukan sebagai *excusable delay*.

Dampak Keterlambatan

Menurut (Alifen et al, 2000), bahwa dampak dari keterlambatan proyek ini menimbulkan kerugian pada pihak kontraktor, konsultan, dan *owner*. Kerugian tersebut antara lain :

- a. Pihak Kontraktor
Keterlambatan penyelesaian proyek berakibat naiknya *overhead*, karena bertambah panjangnya waktu pelaksanaan. Biaya *overhead* meliputi biaya untuk perusahaan secara keseluruhan, terlepas ada tidaknya kontrak yang sedang ditangani.
- b. Pihak Konsultan
Konsultan akan mengalami kerugian waktu, serta akan terlambat dalam mengerjakan proyek yang lainnya, jika pelaksanaan proyek mengalami keterlambatan penyelesaian.
- c. Pihak *Owner*
Keterlambatan proyek pada pihak pemilik/*Owner*, berarti kehilangan manfaat/penghasilan dari bangunan yang seharusnya sudah dapat digunakan atau dimanfaatkan. Apabila pemilik adalah pemerintah, untuk fasilitas umum misalnya bangunan jalan dan jembatan tentunya keterlambatan akan merugikan pelayanan kepada masyarakat, atau merugikan program pelayanan yang telah disusun. Kerugian ini tidak dapat dinilai dengan uang tidak dapat dibayar

kembali. sedangkan apabila pihak pemilik adalah non pemerintah, misalnya pembangunan gedung, pertokoan atau hotel, tentu jadwal pemakaian gedung tersebut akan mundur dari waktu yang direncanakan, sehingga ada waktu kosong tanpa mendapatkan uang.

Mengatasi Keterlambatan

Menurut Dipohusodo, I (1996), selama proses konstruksi selalu saja muncul gejala kelangkaan periodik atas material-material yang diperlakukan, berupa material dasar atau barang jadi baik yang lokal maupun import. Cara penanganannya sangat bervariasi tergantung pada kondisi proyek, sejak yang ditangani langsung oleh staf khusus dalam organisasi sampai bentuk pembagian porsi tanggung jawab diantara pemberi tugas, kontraktor dan sub-kontraktor, sehingga penawaran material suatu proyek dapat datang dari sub - kontraktor, pemasok atau agen, importer, produsen atau industri, yang kesemuanya mengacu pada dokumen perencanaan dan spesifikasi teknis yang telah ditetapkan.

Cara mengendalikan keterlambatan adalah :

- a. Mengerahkan sumber daya tambahan.
- b. Melepas rintangan - rintangan, sampai upaya-upaya lain untuk menjamin agar pekerjaan meningkat dan membawa kembali ke garis rencana.
- c. Jika tidak Mungkin, tetap pada garis rencana semula mungkin diperlukan revisi jadwal, yang untuk selanjutnya dipakai sebagai dasar penilaian kemajuan pekerjaan pada saat berikutnya.

Fault Tree Analysis (FTA)

Fault tree pertama kali diperkenalkan di Bell Laboratories oleh H.A Watson pada tahun 1962 dengan keterkaitan terhadap evaluasi keselamatan pada sistem peluncuran missile antar benua. Setelah itu, perusahaan Boeing mulai menerapkan FTA kepada sistem pekerjaan mereka untuk pembuatan pesawat terbang sipil. FTA merupakan analisis yang digunakan untuk menentukan akar penyebab potensi kegagalan yang terjadi dalam sistem sehingga dapat dilakukan upaya untuk mengurangi produk cacat tersebut. (Foster, 2004)

Menurut Ericson (1999), FTA adalah suatu alat untuk menganalisis, dengan tampilan visual (gambar) dan mengevaluasi jalur dari suatu kegiatan pada sistem serta menyediakan suatu mekanisme untuk mengevaluasi tingkatan bahaya pada sistem. Ericson (1999) menjelaskan konsep mendasar dari *fault tree analysis* adalah menterjemahkan dan menganalisis suatu kegagalan atau kesalahan dari sistem kedalam bentuk diagram visual dan model logika, sehingga dapat dengan mudah menggambarkan hubungan-hubungan pada yang ada pada sistem dengan akar permasalahan yang terjadi.

Sedangkan menurut Rosyid (2007), *fault tree analysis* adalah sebuah metode untuk mengidentifikasi semua sebab yang mungkin (kegagalan komponen atau kejadian kegagalan lainnya yang terjadi sendiri atau bersama-sama) menyebabkan kegagalan sistem dan memberi pijakan perhitungan peluang kejadian kegagalan tersebut.

Menurut Brown (1976), ada beberapa definisi dasar yang harus diketahui dalam pembahasan *fault tree analysis*, yaitu:

- a. *Event*, yaitu kejadian yang terjadi pada sistem. Memiliki kemungkinan terjadi atau tidak.
- b. *Fault Event*, yaitu event yang mana satu dari 2 tujuannya adalah kejadian yang dapat menyebabkan kegagalan atau kesalahan.
- c. *Normal Event*, yaitu event yang tujuannya diharapkan dan cenderung terjadi pada waktu tertentu.

- d. *Basic Event*, yaitu event yang tujuannya diharapkan dan cenderung terjadi pada waktu tertentu.
- e. *Event Primer*, yaitu event yang disebabkan oleh sifat pada komponen itu sendiri.
- f. *Event Sekunder*, yaitu event yang disebabkan oleh sumber dari luar.
- g. *Head Event*, yaitu event yang berada pada puncak dari fault tree, yang mengakibatkan terjadinya kegagalan.

Adapun istilah yang digunakan pada metode *Fault Tree Analysis* (FTA) yaitu :

- a. *Event*: Penyimpangan yang tidak diharapkan dari suatu keadaan normal pada suatu komponen sistem.
- b. *Top Event*: Kejadian yang dikehendaki pada puncak fault tree yang akan dianalisis lebih lanjut ke arah kejadian dasar lainnya menggunakan gerbang logika untuk menentukan penyebab dari kegagalan.
- c. *Logic Gate*: Hubungan secara logika antara input dinyatakan dalam “and” dan “or”.
- d. *Transferred Event*: Segitiga sebagai symbol transfer, menunjukkan bahwa uraian lanjutan kejadian berada di halaman lain.
- e. *Undeveloped Event*: Kejadian dasar (Basic Event) yang tidak dikembangkan lebih lanjut karena tidak tersedianya informasi lebih dalam.
- f. *Basic Event*: Kejadian yang tidak diharapkan yang dianggap sebagai penyebab dasar sehingga tidak diperlukan analisa lebih lanjut.

Tahapan Pengerjaan *Fault tree*

Fault tree adalah sebuah metode yang mengilustrasikan keadaan pada sistem, serta hubungan antara basic event dan top event. Simbol yang digunakan dalam menyatakan sebuah hubungan antara komponen disebut dengan logic gate, logic gate terbagi dua yaitu logic gate and serta logic gate or, penentuan penggunaan logic gate berdasarkan analisa dari event yang berhubungan dengan gate tersebut.

Menurut Priyanta (2000), FTA secara umum dilakukan dalam 5 tahapan, yaitu:

- a. Mendefinisikan Problem dan Kondisi Batas Dari Sistem.
Dalam mendefinisikan masalah dan batas yang terjadi, perlu ditentukan *top event* pada sebuah *fault tree*, *top event* harus didefinisikan secara jelas dan tidak ambigu sehingga *top event* selalu memberikan jawaban terhadap pertanyaan apa, dimana, dan kapan. Dan juga dalam penentuan batas dari sistem adalah seberapa detail penulis akan mengidentifikasi faktor-faktor yang menjadi penyebab kegagalan.
- b. Pengkonstruksian *Fault Tree*.
Pada konstruksi sebuah fault tree, perlu dimulai dari top event yang telah didefinisikan, sehingga faktor-faktor kegagalan yang telah didapatkan harus disambungkan ke top event dengan penggunaan logic gate.
- c. Mencari Minimal *Cut Set* Dari Analisa *Fault Tree*.
Mencari minimal cut set merupakan analisa kualitatif yang mana dipakai Aljabar Boolean dan MOCUS (Method of Obtaining Cut Sets). Aljabar Boolean merupakan aljabar yang dapat digunakan untuk melakukan penyederhanaan atau menguraikan rangkaian logika yang rumit dan kompleks menjadi rangkaian logika yang lebih sederhana (Widjanarka, 2006: 73). Aljabar Boolean menggunakan notasi pada logic gate “or” dan logic gate “and”, dimana logic gate “or” menggunakan tanda (+) sedangkan logic gate “and” menggunakan tanda (*).

- d. Melakukan analisa kualitatif dari *Fault Tree*.
Analisa kualitatif dari fault tree dapat dilakukan dengan menentukan faktor keterlambatan dan melakukan penjelasan secara deskriptif terhadap kenapa faktor tersebut dapat terjadi.
- e. Melakukan analisa kuantitatif dari Fault Tree.
Dalam analisa kuantitatif, yang mana dipakai teori reliabilitas untuk menyelesaikannya. Keandalan/Reliability dapat didefinisikan sebagai nilai probabilitas bahwa suatu komponen atau suatu sistem akan sukses menjalani fungsinya, dalam jangka waktu dan kondisi operasi tertentu. Keandalan bernilai antara angka 0 — 1, dimana nilai 0 menunjukkan sistem gagal menjalankan fungsi dan 1 menunjukkan sistem 100 % berfungsi.

METODE PENELITIAN

Jenis Penelitian

Metodologi penelitian digunakan untuk mendapatkan data yang akan diperlukan dalam penelitian yang akan dilakukan. Metodologi dapat dilakukan sebagai upaya yang terorganisir guna tercapainya tujuan penelitian. Penelitian ini adalah jenis penelitian secara kualitatif dengan format deskriptif menggunakan metode FTA (*Fault Tree Analysis*) dimana penulis bertujuan untuk mengumpulkan informasi yang terjadi dan menjelaskannya secara deskriptif tentang apa saja faktor-faktor yang menjadi penyebab keterlambatan pada proyek rehabilitasi Jembatan Beton

Penghubung Nglingo — Kepohbaru.

Lokasi dan Subjek Penelitian

Lokasi dari penelitian yang akan dilakukan yaitu menerapkan studi kasus pada Jembatan Beton Penghubung Nglingo — Kepohbaru. Subjek penelitiannya adalah analisis keterlambatan yang telah terjadi pada pelaksanaan proyek rehabilitasi jembatan beton penghubung Nglingo —

Kepohbaru yaitu proyek yang telah selesai dilaksanakan.

Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan meminta data time schedule yang ada pada proyek dan juga melakukan wawancara terhadap inspektor yang turut ikut serta dalam proyek rehabilitasi jembatan beton penghubung Nglingo — Kepohbaru. Data yang didapat merupakan data sekunder, yaitu data yang didapatkan dari sumber — sumber yang telah ada untuk melakukan penelitian (Hasan, 2002:58) data ini digunakan untuk mendukung informasi yang telah diperoleh yaitu dari bahan pustaka, literature, penelitian terdahulu, buku, dsb. dan juga data yang didapat setelah melakukan wawancara, yaitu teknik pengumpulan data dengan mengajukan pertanyaan langsung oleh pewawancara kepada responden, dan jawaban — jawaban responden dicatat maupun direkan (Hasan, 2002:85). Menurut Lincon dan Guba (1985), dalam Basrowi dan Suwandi (2008:127), ialah mengonstruksi perihal orang, kejadian, kegiatan, organisasi, perasaan, motivasi, tuntutan, dan kepedulian, merekonstruksi kebuatalan — kebulatan harapan pada masa yang akan datang, memverifikasi, mengubah dan memperluas informasi dari orang lain. Wawancara dilakukan terhadap pihak yang telah disebutkan.

Variabel Penelitian

Menurut Burhan Bungin (2005) mengatakan bahwa variabel adalah fenomena yang bervariasi dalam bentuk, kualitas, kuantitas, mutu dan standar. Variabel yang ada dalam penelitian ini adalah data yang menjadi indicator dalam melakukan analisis ini adalah :

1. Data *time schedule* rencana dan *time schedule realisasi*

Time schedule adalah rencana alokasi waktu untuk menyelesaikan masing — masing butir pekerjaan proyek yang secara keseluruhan merupakan rentang waktu yang ditetapkan untuk melaksanakan sebuah proyek. Time schedule rencana merupakan time schedule awal yang telah direncanakan oleh konsultan perencana dan owner dalam menentukan durasi penyelesaian sebuah proyek dari awal hingga akhir, sedangkan time schedule realisasi disini adalah time schedule yang didapatkan setelah dilakukannya reschedule ditengah pengerjaan proyek untuk memperkirakan realisasi selesainya proyek dilapangan yang telah berbeda dengan durasi selesainya proyek dilapangan.

2. Data keterlambatan yang terjadi

Data keterlambatan yang terjadi adalah faktor - faktor apa saja yang dapat menjadi penyebab keterlambatan pada proyek tersebut, hal ini bisa didapatkan melalui wawancara setelah mengetahui item pekerjaan apa yang mengalami keterlambatan setelah melihat data time schedule yang ada.

Analisis Data Penelitian

Teknik analisis data adalah suatu cara yang digunakan untuk mengolah data hasil penelitian, analisis data dilakukan dengan kualitatif dengan format secara deskriptif menggunakan metode *Fault Tree Analysis*

(*FTA*) dengan tahapan pengerjaan metode *FTA* adalah

1. Identifikasi kegiatan yang menjadi penyebab keterlambatan pada proyek
2. Penentuan intermediate event utama yang akan diidentifikasi lebih lanjut Mulai mengidentifikasi intermediate event lanjutan dan basic event yang menjadi faktor penyebab keterlambatan pada proyek dan juga menentukan penggunaan logic gate antara event yang ada pada *fault tre*
3. Analisis minimal cut set dari fault tree dengan menggunakan *MOCUS (Method of Obtaining Cut Sets)* sehingga dapat disimpulkan apa saja faktor dan kombinasi dari factor tersebut yang dapat menyebabkan keterlambatan pada proyek rehabilitasi Jembatan Beton Penghubung Nglinggo — Kepohbaru.

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Analisis Data

1 Analisis pada Abutment dan Pemasangan Baja WF

Pada saat wawancara, responden menyebutkan bahwa keterlambatan yang terjadi pada pekerjaan abutment. Lintasan kritis dari proyek juga telah dibuat berdasarkan data time schedule rencana dan juga hasil dari wawancara yang dapat dilihat pada tabel 5.3

Hubungan ketergantungan pekerjaan

No	Kegiatan	Uraian Pekerjaan	Predecessor
1	I	PEKERJAAN ABUTMENT	-
2	II	PEKERJAAN PENYEDIAAAN DAN PEMASANGAN BAJA WF	-
3	A	GALIAN	I
4	B	PEKERJAAN SAYAP ABUTMEN	A
5	C	PEKERJAAN PLAT KENDARAAN	A
6	D	PEKERJAAN PLAT INJAK	C
7	E	PEKERJAAN TEMBOK PENAHAN TANAH	D
8	F	PEKERJAAN PATOK PENGAMAN	E
9	G	PEKERJAAN PENGECATAN	F
10	H	PEKERJAAN RAMBU TONASE	G
11	I	PEKERJAAN SANDARAN	H
12	J	PEKERJAAN ASPAL	I

Berdasarkan lintasan kritis dapat diketahui bahwa apabila terjadi keterlambatan pada pekerjaan abutmen dan pemasangan baja WF, maka akan berpengaruh pada durasi total dari pelaksanaan proyek, sehingga durasi total pelaksanaan proyek akan bertambah.

Faktor penyebab keterlambatan pada pekerjaan abutment terjadi karena keterlambatan dalam mendatangkan material. Menurut hasil wawancara, terkadang 1 hari tidak mengerjakan apapun karena menunggu material datang. Selain itu, faktor cuaca juga mejadi salah satu faktor terlambatnya pekerjaan, terutama pada pekerjaan abutment. Hujan yang terus terjadi membuat debit air sungai menjadi tinggi, sehingga pekerja kesulitan untuk mengerjakan abutment bagian bawah. Sehingga pekerjaan abutment harus ditunda. Hal ini mengakibatkan keterlambatan pekerjaan yang tidak sesuai dengan jadwal.

Sementara itu, permasalahan pada keterlambatan pemasangan baja WF terjadi karena naiknya harga baja. Sehingga pihak kontraktor mengadakan baja WF dalam keadaan bekas. Mengetahui hal itu tidak sesuai dengan gambar kerja dan RAB, maka pihak konsultan tidak setuju dan meminta agar kontraktor mengembalikan atau mengganti baja WF tersebut dengan yang baru. Di sisi lain, pihak kontraktor juga tidak mau mengikuti arahan dari pihak konsultan. Sehingga, baja WF belum bisa terpasang. Setelah perselisihan tersebut terjadi cukup lama, akhirnya pihak kontraktor menyetujui untuk mengadakan baja WF baru. Selain itu, pengadaan alat berat yang digunakan untuk pemasangan baja WF juga terlambat didatangkan, sehingga pelaksanaan pemasangan baja WF menjadi terlambat dan berimbas pada keterlambatan penyelesaian proyek.



Gambar Pekerjaan abutment

Sumber : konsultan pengawas

Dari identifikasi yang telah dilakukan, diketahui *basic event* penyebab keterlambatan pada pekerjaan abutment yang dirinci sebagai berikut.

1) Keterlambatan dalam Pengiriman Material

Keterlambatan kontraktor dalam mendatangkan material seperti besi dan beton *readymix* membuat pekerjaan abutment menjadi terlambat. Terkadang 1 hari tidak ada pekerjaan dikarenakan material belum tersedia. Hal ini tentu saja mengakibatkan molornya durasi total pelaksanaan proyek yang sudah direncanakan sesuai *schedule*.

2) Aliran Sungai

Aliran sungai yang deras tidak memungkinkan bagi pekerja untuk melaksanakan pekerjaan abutment bawah jembatan. Sehingga, pekerjaan abutment harus ditunda demi keselamatan para pekerja.

3) Cuaca

Faktor cuaca yang terjadi juga berpengaruh terhadap pekerjaan proyek. Apabila terjadi hujan/cuaca yang tidak diinginkan akan menyebabkan ditundanya pekerjaan basement bawah jembatan. Tinggi curah hujan membuat debit air sungai menjadi naik. Dengan kondisi yang demikian, pekerjaan terpaksa harus ditunda.



Gambar Pengadaan dan pemasangan Baja WF

Sumber : konsultan pengawas

Dari identifikasi yang dilakukan, diketahui *basic event* penyebab keterlambatan pada pemasangan baja WF adalah sebagai berikut.

1) Biaya

Naiknya harga besi sehingga tidak sesuai RAB, membuat kontraktor mengadakan pemasangan baja WF dalam keadaan bekas, hal ini memicu perselisihan antara pihak kontraktor dengan

pihak konsultan karena tidak sesuai dengan RAB. Adanya selisih pendapat tersebut membuat pemasangan baja belum dapat terlaksana dan berimbas pada keterlambatan penyelesaian pelaksanaan proyek jembatan.

2) Keterlambatan dalam Pengambilan Keputusan

Keterlambatan pengambilan keputusan antara pihak kontraktor dengan pihak konsultan dalam menentukan baja yang akan digunakan menjadi faktor yang paling berpengaruh terhadap durasi pelaksanaan proyek. Sehingga keterlambatan proyek pun terjadi.

3) Keterlambatan Pengadaan Alat Berat

Alat berat yang digunakan untuk pemasangan baja WF terlambat didatangkan, sehingga pelaksanaan pemasangan baja WF menjadi terlambat dan berimbas pada keterlambatan penyelesaian proyek.

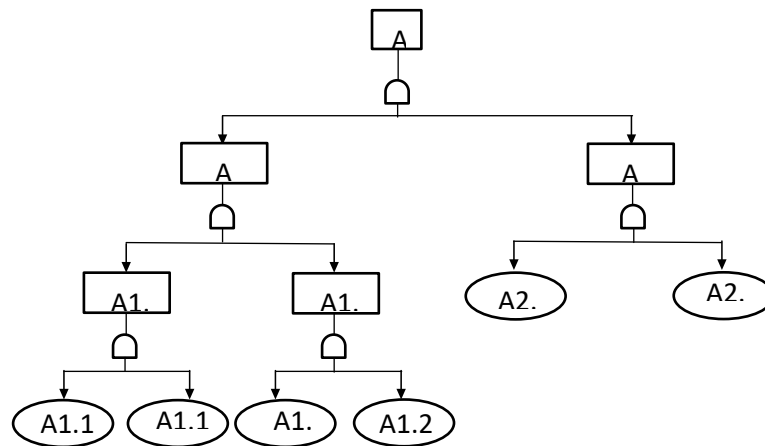


Diagram FTA Keterlambatan pada Pekerjaan Abutmen Dan baja WF

Keterangan Event Fault Tree

Event	Keterangan
A	Pekerjaan abutment dan pemasangan baja WF
A1	Faktor kontraktor
A2	Faktor konsultan
A1.1	Kurangnya koordinasi yang baik
A.1.2	Terlambatnya kontraktor mengambil keputusan
A.1.1.1	Kurangnya pelaksana bertemu/berkomunikasi dengan konsultan
A1.1.2	Kurangnya solusi dari kontraktor menghadapi situasi yang sulit seperti arus sungai
A.1.2.1	Kurangnya kontaktor menghadapi situasi yang sulit seperti arus sungai
A.1.2.2	Kontaktor kurang dalam penjelasan kepada tukang/pekerja
A2.1	Terlamabtnya konsultan dalam mangambil keputusan

A2.2	Terlambatnya tegurankonsultan yang di berikan kepada kontraktor
------	---

2 Analisis Penggunaan Sistem Kerja 1 Shift dengan Menggunakan Sedikit Tenaga Kerja

Dari hasil wawancara yang dilakukan, diketahui bahwa penggunaan metode sistem kerja 1 shift dengan menggunakan tenaga kerja yang sedikit demi mengejar ketertinggalan yang terjadi karena keterlambatan pada pekerjaan abutment dan pemasangan baja WF menjadi salah satu penyebab terjadinya keterlambatan pada proyek rehabilitasi jembatan beton penghubung Nglingsgo-Kepohbaru.

Kurangnya jumlah pekerja merupakan dampak dari mundurnya pelaksanaan proyek. Jumlah pekerja menjadi tidak sesuai atau lebih sedikit dari perencanaan. Mereka datang kembali setelah 2 hari pengerjaan proyek dimulai kembali. Selain itu, mereka juga harus mengejar ketertinggalan yang terjadi akibat keterlambatan pekerjaan abutment dan pemasangan baja WF. Hal ini tentu saja akan memperlambat penyelesaian proyek rehabilitasi jembatan beton pghubung Nglingsgo-Kepohbaru. Penggunaan metode pekerjaan 1 shift yang dimulai pada pukul 8 pagi sampai pukul 2 sore yang dikerjakan dengan jumlah pekerja yang sedikit, tentunya membuat para pekerja merasakan kelelahan. Hal ini akan berdampak pada kurangnya produktivitas pekerja.

Untuk dapat lebih mengetahui permasalahan tersebut, diperlukan analisis terhadap penentuan *basic event* dengan menggunakan jurnal literatur dan wawancara tentang bagaimana permasalahan tersebut dapat terjadi pada proyek rehabilitasi jembatan beton penghubung NglingsgoKepohbaru.

Berdasarkan hasil identifikasi yang telah dilakukan, dapat diketahui *basic event* penyebab keterlambatan pada pekerjaan abutment dan pemasangan baja WF, yaitu sebagai berikut.

1) Kurangnya ketersediaan tenaga kerja

Hal pertama yang muncul pada saat diketahui pada pelaksanaan sistem kerja 1 shift adalah karena penambahan shift memerlukan banyak biaya. Selain itu, para pekerja juga berpendapat bahwa sistem kerja 1 shift dapat menurunkan resiko kecelakaan kerja. Seperti halnya saat malam hari badan akan terasa lelah ataupun mengantuk, namun dipaksakan untuk bekerja, sehingga menurunkan tingkat kewaspadaan seseorang.

2) Kelelahan

Karena kurangnya jumlah pekerja membuat pekerja harus bekerja ekstra untuk mengejar ketertinggalan akibat keterlambatan pekerja abutment dan pemasangan baja WF. Hal ini membuat para pekerja kelelahan sehingga menurunkan produktif pekerja.

3) Mundurnya Start Pekerjaan

Kurangnya pengarahan tentang mundurnya start pekerjaan membuat para pekerja tidak dapat melakukan pekerjaan sesuai rencana.

4) Kurangnya Kontrol Terhadap Pelaksanaan

Pada saat pelaksanaan, perlunya kontrol terhadap pelaksanaan kegiatan yang lebih mengingat semakin besar pula kemungkinan terjadinya kesalahan pada pelaksanaan pekerjaan oleh pekerja.

5) Cuaca

Faktor cuaca yang terjadi juga dapat menjadi pengaruh terhadap pekerjaan yang dilakukan, jika terjadinya hujan/cuaca yang tidak diinginkan maka waktu pengerjaan menjadi tidak efektif .

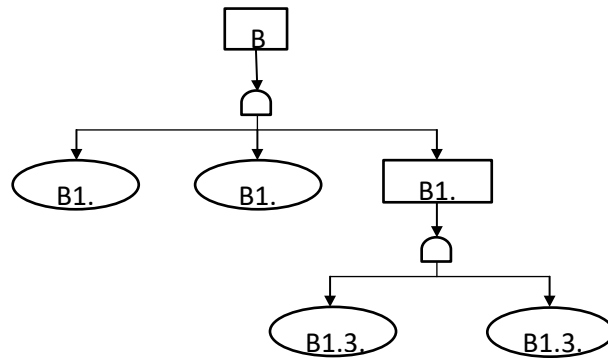


Diagram FTA penggunaan sistem kerja 1 shift dengan menggunakan tenaga kerja sedikit

Keterangan event fault tree

Event	Keterangan
B	Penggunaan metode sistem kerja 1 shift dengan tenaga kerja yang kurang
B1	Faktor kontraktor
B2	Faktor Cuaca
B1.1	Kurangnya ketersediaan tenaga kerja
B1.2	Kurangnya produktivitas dikarenakan kelelahan
B1.3	Kurangnya pengarahan terhadap tenaga kerja
B1.3.1	Disebabkan mundurnya pekerjaan
B1.3.2	Kurangnya kontrol terhadap pelaksanaan

3 Analisis Kombinasi Basic Event

Dari *fault tree* telah diketahui berbagai *basic event*, langkah selanjutnya adalah menganalisis macam — macam kombinasi dari *basic event* yang dapat menyebabkan *top event* terjadi, hal ini disebut dengan istilah *minimal cut set*.

Dalam penelitian ini, analisa *minimal cut set* dilakukan dengan MOCUS (*Method for Obtaining Cut Sets*), yaitu metode penentuan *minimal cut set* pada *fault tree*.

Cut set adalah kombinasi pembentuk *fault tree* yang mana jika semua terjadi akan menyebabkan *top event* terjadi, sedangkan *minimal cut set* adalah kombinasi dari peristiwa paling kecil yang dapat menyebabkan peristiwa yang tidak diinginkan. Perhitungan *minimal cut set* pada *fault tree* akan menggunakan *logic gate* “or” dan “and” yang menyambungkan event — event yang ada didalamnya. Di mana *logic gate* “or” menggunakan tanda (+) sedangkan *logic gate* “and” menggunakan tanda (*)

Tabel 4.4 Probabilitas basic event

Kode Kejadian	Event	Probabilitas
A.1.1.1	Kurangnya pelaksanaan bertemu/berkomunikasi dengan konsultan	0,2
A1.1.2	Kurangnya solusi dari kontraktor menghadapi situasi yang sulit seperti arus sungai	0,4
A.1.2.1	Kurangnya kontaktor menghadapi situasi yang sulit seperti arus sungai	0,4
A.1.2.2	Kontaktor kurang dalam penjelasan kepada tukang/pekerja	0,2
A2.1	Terlamabtnya konsultan dalam mangambil keputusan	0,2
A2.2	Terlambatnya teguran konsultan yang di berikan kepada kontraktor	0,2
B1.1	Kurangnya ketersediaan tenaga kerja	0,4
B1.2	Kurangnya produktivitas dikarenakan kelelahan	0,4
B1.3.1	Disebabkan mundurnya pekerjaan	0,4
B1.3.2	Kurangnya kontrol terhadap pelaksanaan	0,2
B2	Faktor Cuaca	0,4

4 Analisa MOCUS Pekerjaan Abutment dan Baja WF

Analisa MOCUS pada pekerjaan persiapan maka akan didapatkan hasil seperti tabel berikut.

Analisa MOCUS pada Pekerjaan Abutment dan Pemasangan Baja WF

Top Event	LANGKAH		
	1	2	3
A	A1;A2	A1.1 ; A1.2 ; A2.1 ; A2.2	A1.1.1 ; A1.1.2 ; A1.2.1 ; A1.2.2 ; A2.1 ; A2.2

Dari hasil analisa MOCUS, didapatkan 6 basic event yang dapat menyebabkan keterlambatan dan minimal cut set dalam fault tree pakerjaan persiapan adalah A1.1.1 ; A1.1.2 ; A1.2.1 ; A1.2.2 ; ; A2.1 ; A2.2.

Minimal cut set diatas menjelaskan bahwa, pekerjaan abutment dan baja WF akan gagal apabila kombinasi basic event dari faktor kontraktor yaitu Kurangnya pelaksana bertemu/berkomunikasi dengan konsultan, Kurangnya solusi dari kontraktor menghadapi situasi yang sulit seperti arus sungai, Kurangnya kontaktor menghadapi situasi yang sulit seperti arus sungai, Kontaktor kurang dalam penjelasan kepada tukang/pekerja, terlambatnya konsultan dalam mangambil keputusan, Terlambatnya teguran konsultan yang di berikan kepada kontraktor.Dari data Cut Set yang didapat, maka dilakukan perhitungan probabilitas yaitu :

$$\begin{aligned}
 A &= A1 * A2 \\
 &= (A1.1 * A1.2) * (A2.1 * A2.2) \\
 &= ((A1.1.1 * A1.1.2) * (A1.2.1 * A1.2.2)) * (A2.1 * A2.2)
 \end{aligned}$$

Dearsip, Vol. 02 No. 02

A = 0,0256

5 Analisa MOCUS Pada Penggunaan Metode Sistem Kerja 1 Shift

Analisa MOCUS pada penggunaan metode sistem kerja 1 shift dengan menggunakan tenaga kerja yang sedikit maka akan didapatkan :

Analisa MOCUS pada penggunaan metode sistem kerja 1 shift dengan menggunakan tenaga kerja yang sedikit

Top Event	LANGKAH		
	1	2	3
B	B1;B2	B1.1;B1.2;B1.3;B2	B1.1;B1.2;B1.3.1;B1.3.2;B2

Dari hasil analisa MOCUS, didapatkan 5 basic event yang dapat menyebabkan keterlambatan dan minimal cut set dalam fault tree pekerjaan persiapan adalah B1.1;B1.2;B1.3.1;B1.3.2;B2. Minimal cut set diatas menjelaskan bahwa, penggunaan metode sistem kerja 1 shift dengan menggunakan tenaga kerja yang sedikit akan gagal apabila kombinasi basic event dari faktor kontraktor yaitu Kurangnya ketersediaan tenaga kerja, Kurangnya produktivitas dikarenakan kelelahan,

Disebabkan mundurnya pekerjaan, Kurangnya kontrol terhadap pelaksanaan, Faktor Cuaca. Dari data Cut Set yang didapat, maka dilakukan perhitungan probabilitas yaitu :

$$\begin{aligned}
 B &= B1*B2 \\
 &= (B1.1*B1.2)*(B2) \\
 &= ((B1.1*B1.2*(B1.3.1*B1.3.2))*B2) \\
 B &= 0,0512
 \end{aligned}$$

Pembahasan

Setelah dilakukan FTA (Fault Tree Analysis), telah diketahui event yang dapat menjadi faktor penyebab keterlambatan pada proyek rehabilitasi Jembatan Beton Penghubung Nglingga — Kepohbaru, yaitu.

Tabel 4.7
Event Fault Tree

Event	Keterangan
A	Pekerjaan abutment dan pemasangan baja WF
A1	Faktor kontraktor
A2	Faktor konsultan
A1.1	Kurangnya koordinasi yang baik
A.1.2	Terlambatnya kontraktor mengambil keputusan
A.1.1.1	Kurangya pelaksana bertemu/berkomunikasi dengan konsultan
A1.1.2	Kurangnya solusi dari kontraktor menghadapi situasi yang sulit seperti arus sungai

A.1.2.1	Kurangnya kontaktor menghadapi situasi yang sulit seperti arus sungai
A.1.2.2	Kontaktor kurang dalam penjelasan kepada tukang/pekerja
A2.1	Terlamabtnya konsultan dalam mangambil keputusan
A2.2	Terlambatnya tegurankonsultan yang di berikan kepada kontraktor
B	Penggunaan metode sistem kerja 1 shift dengan tenaga kerja yang kurang
B1	Faktor kontraktor
B2	Faktor Cuaca
B1.1	Kurangnya ketersediaan tenaga kerja
B1.2	Kurangnya produktivitas dikarenakan kelelahan
B1.3	Kurangnya pengarahan terhadap tenaga kerja
B1.3.1	Disebabkan mundurnya pekerjaan
B1.3.2	Kurangnya kontrol terhadap pelaksanaan

Setelah dilakukannya analisa MOCUS pada abutment dan pemasangan WF dan juga pada penggunaan sistem kerja 1 shift tetapi dengan menggunakan tenaga kerja yang sedikit didapatkan 2 minimal cut set yang memiliki probabilitas sebesar 0,0256 dan 0,0512.

KESIMPULAN

Berdasarkan dari hasil penelitian yang telah dilakukan pada proyek rehabilitasi Jembatan Beton Penghubung Nglingsgo — Kepohbaru dapat diketahui faktor penyebab keterlambatannya, maka dapat diambil beberapa kesimpulan dari hasil penelitian ini antara lain.

Pekerjaan yang mengalami keterlambatan pada proyek rehabilitasi Jembatan Beton Penghubung Nglingsgo — Kepohbaru: yaitu Kurangnya pelaksana bertemu/berkomunikasi dengan konsultan, Kurangnya solusi dari kontraktor menghadapi situasi yang sulit seperti arus sungai, Kurangnya kontaktor menghadapi situasi yang sulit seperti arus sungai, Kontaktor kurang dalam penjelasan kepada tukang/pekerja, Terlamabtnya konsultan dalam mangambil keputusan, Terlambatnya teguran konsultan yang di berikan kepada kontraktor.

Minimal *cut set* diatas menjelaskan bahwa, penggunaan metode sistem kerja 1 shift dengan menggunakan tenaga kerja yang sedikit akan gagal apabila kombinasi basic event dari faktor kontraktor yaitu Kurangnya ketersediaan tenaga kerja, Kurangnya produktivitas dikarenakan kelelahan, Disebabkan mundurnya pekerjaan, Kurangnya kontrol terhadap pelaksanaan, Faktor Cuaca.

DAFTAR PUSTAKA

Bakhtiyar, A. (2012). *Analisis Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Keterlambatan* .

Proyek Kontruksi Pembangunan Gedung di Kota Lamongan. Jurnal Rekayasa Sipil.

Barrie, D. S., Jr., P., & C, B. (1984). *Professional Construction Management*. New York: McGraw-Hill Inc.

Basrowi, & Suwandi. (2008). *Memahami Penelitian Kualitatif*. Jakarta: Rineka Cipta.

Dipohusodo, I. (1996). *Manajemen proyek & Konstruksi* Kanisius. Jogyakarta.

- Ervianto, W. I. (2002). *Manajemen Proyek Konstruksi*. Yogyakarta: Andi.
- (2004). *Teori - Aplikasi Manajemen Proyek Konstruksi*. Yogyakarta: Andi
- Foster, S. T. (2004). *Managing Quality : an integrative Approach*. Prentice-Hall.
- Hasan, M. I. (2002). *Pokok - Pokok Materi Metodologi Penelitian dan Aplikasinya*. Jakarta: Ghalia.
- Hasibuan, M. S. (2006). *Manajemen Dasar, Pengertian, dan Masalah, Edisi Revisi*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Heizer, J. (2005). *Manajemen Produksi dan Operasi*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Husen, A. (2010). *Manajemen Proyek. Edisi Revisi*. Yogyakarta: Andi.
- I.A, R. W. (2009). *Analisis Faktor-Faktor Penyebab Keterlambatan Pelaksanaan Proyek Kontruksi*. 8.
- Istimawan. (1996). *Manajemen Proyek dan Konstruksi*.
- Lenggogeni, I. W. (2013). *Manajemen Kontruksi*. PT Remaja Rosdakarya.
- Nurhayati. (2010). *Manajemen Proyek*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Popescu, C. M., & Charoengam, C. (1995). *Project Planning, Scheduling and Control in Construction*. Canada: John Willey & Sons.
- Priyanta, D. (2000). *Keandalan dan Perawatan. Institut Teknologi Sepuluh Nopember*. Surabaya.
- Sambasvian. (2007). *Causes and effect of delays in Malaysian construction insdustry. International journal of project management*.
- Santosa, B. (2009). *Manajemen Proyek, Konsep dan Implementasi*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Sears, C. a. (1991). *Construction Project Management. New jersey: John Willey & Sons Inc*.
- Shubham, A., Dawood, N., & Shah, R. K. (2012). *Development of a methodology for analysing and quantifying the impact of delay factors affecting construction project*. KICEM Journal of project management.
- Soeharto, I. (1997). *Manajemen Proyek: dari Konseptual sampai Operasional*. Jakarta: Erlangga.
- Soeharto, I. (2014). *Manajemen Proyek Dari Konseptual Sampai Operasional. Edisi Kedua*. Jakarta: Erlangga.

Dearsip, Vol. 02 No. 02

Tarore, H., & Mandagi, R. (2006). *Sistem Manajemen Proyek dan Konstruksi (SIMPROKON)*. Manado: Tim Penerbit JTS Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi.

Widjanarka, W. (n.d.). *Teknik Digital*. Jakarta: Erlangga.