

SISTEM INFORMASI PENJADWALAN DAN MANAJEMEN RISIKO PROYEK MENGGUNAKAN *CRITICAL PATH METHOD* DAN *EXPECTED MONETARY VALUE* DI PT. ADYAWINSA TELECOMMUNICATION & ELECTRICAL

Al Rian Varian¹, Dian Dharmayanti²

^{1,2}Teknik Informatika - Universitas Komputer Indonesia

Jl. Dipatiukur 112-116, Bandung 40132, Indonesia

E-mail : alrian.varian@gmail.com¹ , Dian.Dharmayanti@email.unikom.ac.id²

ABSTRAK

PT. Adyawinsa Telecommunication & Electrical adalah perusahaan yang bergerak di bidang *Site Acquisition Civil Mechanical Electrical* (SACME) dan jasa pelaksanaan pekerjaan sipil. Dalam beberapa proyek yang dikerjakan terjadi keterlambatan dalam pengerjaan proyek. Hal ini disebabkan oleh jadwal proyek hanya dibuat berupa tanggal mulai sampai tanggal selesai pada setiap item pekerjaan serta tidak adanya fokus jalur kritis pekerjaan pada penjadwalan. Seringnya terabaikan risiko-risiko internal dan eksternal yang muncul selama pengerjaan proyek dan tidak adanya pencatatan risiko menyebabkan *Project Manager* mengalami kesulitan dalam melakukan penanganan secara dini. Berdasarkan permasalahan yang ada maka dibutuhkan pembangunan sistem informasi penjadwalan dan manajemen risiko proyek di PT. Adyawinsa Telecommunication & Electrical. Tujuannya adalah membangun sistem informasi penjadwalan dan manajemen risiko menggunakan *critical path method* (CPM), *Probability Impact Matrix* (PIM) dan *expected monetary value* (EMV) sehingga dapat membantu *Project Manager* untuk menentukan fokus jalur kritis pekerjaan dapat ditunda dan tidak dapat ditunda, dan Membantu *Project Manager* dalam melakukan manajemen risiko untuk mengidentifikasi risiko yang terjadi selama proyek dan mengetahui biaya yang harus disiapkan. Berdasarkan hasil pengujian dapat disimpulkan adalah sistem informasi yang dibangun dapat membantu *Project Manager* dalam melakukan penjadwalan proyek untuk menentukan dalam jalur kritis pekerjaan dan membantu *Project Manager* dalam manajemen risiko yang muncul dan cara penanganannya.

Kata kunci : Penjadwalan, Risiko, *Critical Path Method*, *Probability Impact Matrix*, *Expected Monetary Value*

1 PENDAHULUAN

PT. Adyawinsa *Telecommunication & Electrical* yang bertempat di Jl. Pegangsaan Dua Km 2 No.64, Kelapa Gading, Kota Jakarta, didirikan pada tahun 2003 yang merupakan salah satu bisnis kelompok usaha Adyawinsa perusahaan yang bergerak di bidang kontruksi *Site Acquisition Civil Mechanical Electrical* (SACME) dan jasa pelaksanaan pekerjaan sipil, jasa pekerjaan arsitektur, jasa *supplier*, jasa *contractor*, jasa mekanikal, jasa elektrikal, jasa pekerjaan *landscape*.

Berdasarkan hasil wawancara dengan Bapak Erwin Rafidi selaku *Project Manager* di PT. Adyawinsa *Telecommunication & Electrical* dalam perencanaan pengerjaan proyek menggunakan proses penjadwalan metode *Gantt Chart*. Dalam metode tersebut hanya berupa perkiraan pihak-pihak yang terlibat dalam pembuatan jadwal proyek, terciptanya perkiraan penjadwalan proyek didapat dari hasil pembahasan oleh *Site Manager* dengan estimator proyek dan *supervisor*. Selain itu, metode ini tidak menunjukkan secara spesifik hubungan ketergantungan antar kegiatan, sehingga sulit mengetahui dampak akibat keterlambatan satu kegiatan terhadap jadwal keseluruhan proyek. Dalam beberapa pengerjaan proyek menggunakan metode tersebut, yang terjadi ialah proyek mengalami keterlambatan. Hal tersebut dikarenakan jadwal proyek hanya dibuat berupa tanggal mulai sampai tanggal selesai pada setiap item pekerjaan. Dalam hal ini *Project Manager* yang mengatur keputusan selama proyek kesulitan dalam menentukan pekerjaan mana yang dapat ditunda dan yang tidak dapat ditunda.

Selain itu, yang dapat menghambat pengerjaan proyek adalah seringnya terabaikan risiko-risiko yang muncul selama pengerjaan proyek dan tidak adanya pencatatan risiko. Sehingga dalam penanganan risiko, *Project Manager* mengalami kesulitan dalam melakukan penanganan secara dini. Hal tersebut menyebabkan dampak dari risiko yang pernah terjadi pada proyek sebelumnya, terjadi kembali pada proyek yang sedang dikerjakan. Berbagai faktor hambatan dilapangan diantaranya, faktor internal dan eksternal.

Selain menghambat jalanya proyek hal tersebut juga akan berdampak pada biaya yang harus dikeluarkan perusahaan.

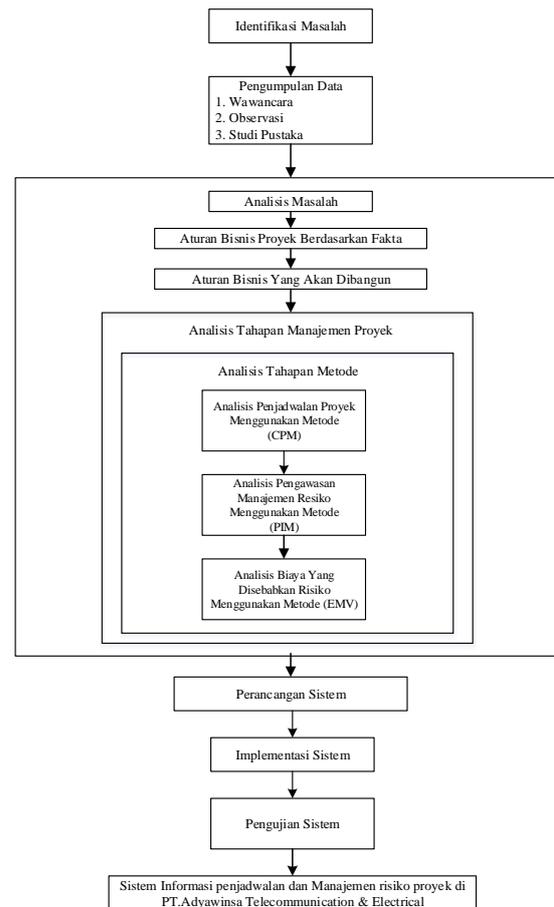
Dari masalah yang telah di jelaskan diatas, perlunya sebuah sistem yang membantu *Project Manager* dalam membuat rencana penjadwalan dan untuk menentukan pekerjaan yang dapat ditunda dan tidak dapat ditunda dengan metode *Critical Path Method* (CPM). Solusi selanjutnya sebuah sistem pendekatan risiko yang dikembangkan menggunakan dua kriteria untuk mengukur risiko, sehingga kemungkinan risiko yang muncul selama pengerjaan proyek dapat di imitigasi dengan baik dengan metode *Probability Impact Matrix* (PIM) Dan untuk dapat pengendalian biaya risiko proyek dengan metode *Expected Monetary Value* (EMV). Maka sistem informasi yang akan dibangun harus dapat merencanakan penjadwalan dan manajemen risiko proyek sehingga risiko yang terjadi dan terduga dapat diminimalisir agar memenuhi kebutuhan PT. Adyawinsa *Telecommunication & Electrical*.

Tujuan yang ingin dicapai dalam membangun sistem informasi penjadwalan dan manajemen risiko proyek menggunakan *Critical Path Method* dan *Expected Monetary Value* di PT. Adyawinsa *Telecommunication & Electrical*.

1. Membantu *Project Manager* dalam penjadwalan proyek untuk menentukan jalur kritis pekerjaan dan mengetahui pekerjaan yang dapat ditunda dan tidak dapat ditunda, sehingga dapat meminimalisir terjadinya keterlambatan.
2. Membantu *Project Manager* dalam manajemen risiko yang mungkin terjadi selama proyek dan mengetahui biaya yang harus disiapkan.

1.1 METODE PENELITIAN

Adapun metode penelitian yang dipakai pada penelitian ini Sistem Informasi Penjadwalan dan Manajemen Risiko Proyek Menggunakan *Critical Path Method* dan *Expected Monetary Value* di PT. Adyawinsa *Telecommunication & Electrical* pada Gambar 1.



Gambar 1. Metodologi Penelitian

2 ISI PENELITIAN

2.1 Sistem Informasi

sistem informasi adalah sistem yang di dalam suatu organisasi dapat mempertemukan kebutuhan pengolahan transaksi, mendukung operasional, bersifat manajerial dan kegiatan strategi dari waktu organisasi dan menyediakan pihak luar tertentu dengan suatu laporan-laporan yang diperlukan. Maka dapat disimpulkan bahwa sistem informasi adalah perangkat unsur yang secara teratur saling berkaitan dengan tujuan untuk mengelola data sehingga menghasilkan informasi yang berguna bagi user. Sistem informasi juga mempunyai beberapa komponen brainware, hardware, software , Data, Prosedur atau metode.[3]

2.2 Manajemen Proyek

Manajemen Proyek adalah penerapan suatu ilmu pengetahuan, keterampilan, dan keahlian dengan cara teknis yang terbaik dan dengan sumber daya yang ter batas untuk mencapai tujuan yang telah ditentukan agar mendapatkan hasil yang optimal dalam hal kinerja waktu, mutu, dan biaya serta keselamatan kerja.[4]

2.3 Analisis Penjadwalan

Penjadwalan merupakan salah satu elemen hasil perencanaan yang dapat memberikan informasi tentang jadwal rencana dan kemajuan proyek. Dalam hal ini sumber daya serta durasi proyek dan progress penyelesaian proyek. Dalam penelitian ini penjadwalan menggunakan metode *Critical Path Method* (CPM).

2.3.1 Metode Critical Path Method (CPM)

Critical Path Method (CPM) adalah metode yang menganalisis jalur setiap kegiatan atau aktivitas dengan menunjukkan total waktu terlama dan waktu selesai proyek tercepat dengan memprediksi durasi total waktu selama proyek. [1]

Dalam istilah CPM adalah sebagai berikut,[1] :

- E* (*earliest event occurrence time*) adalah waktu paling awal terjadinya kegiatan.
- L* (*latest event occurrence time*) adalah waktu paling akhir yang masih diperbolehkan bagi suatu kegiatan.
- ES* (*earliest activity start time*) adalah waktu mulai paling awal suatu kegiatan bila waktu mulai dinyatakan dalam jam, maka waktu ini adalah jam paling awal kegiatan dimulai.
- EF* (*earliest activity finish time*) adalah waktu selesai paling awal suatu kegiatan *EF* suatu kegiatan terdahulu = *ES* kegiatan berikutnya
- LS* (*latest activity start time*) adalah waktu paling lambat kegiatan boleh dimulai tanpa memperlambat proyek secara keseluruhan.
- LF* (*latest activity finish time*) adalah waktu paling lambat kegiatan diselesaikan tanpa memperlambat penyelesaian proyek.
- D* (*activity duration time*) adalah kurun waktu yang diperlukan untuk suatu kegiatan.

2.3.2 Deskripsi Aktivitas Pekerjaan

Analisis penjadwalan merupakan analisis setiap aktivitas pekerjaan dalam hal ini urutan dan waktu tertentu. Adapun rincian dari deskripsi aktivitas pekerjaan pada proyek pembangunan Tower SST 36m di Sukaraja, Provinsi Jawa Barat.

Tabel 1. Deskripsi Aktivitas Pekerjaan

No	Nama Pekerjaan	Kode	Durasi	Tanggal Mulai	Tanggal Selesai
I	Site Preparation	I	4	13-Jun-18	16-Jun-18
II	Tower Structure	II	9	17-Jun-18	25-Jun-18
III	Tower Foundation	III	13	19-Jun-18	1-Jul-18
IV	Outdoor Cabinet Foundation	IV	2	2-Jul-18	3-Jul-18
V	Grounding system & Earthing	V	3	4-Jul-18	6-Jul-18
VI	Mechanical & Electrical (ME)	VI	6	4-Jul-18	9-Jul-18
VII	Cable Tray Outdoor	VII	2	10-Jul-18	11-Jul-18
VII I	Fence & Landscaping & Access Road	VIII	15	12-Jul-18	26-Jul-18
IX	Electrical Power PLN	IX	7	27-Jul-18	2-Aug-18

X	Other Works	X	2	3-Aug-18	4-Aug-18
---	-------------	---	---	----------	----------

2.3.3 Hubungan Logis Antar Pekerjaan

Adapun hubungan logis antar pekerjaan pada proyek pembangunan Tower SST 36m di Sukaraja, Provinsi Jawa Barat dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Hubungan Logis Antar Pekerjaan

No	Nama Pekerjaan	kode	Kegiatan Pendahul	Pekerjaan Pengikuti	Durasi
I	Site Preparation	I	-	II,III	4
II	Tower Structure	II	I	IV	9
III	Tower Foundation	III	I	IV	13
IV	Outdoor Cabinet Foundation	IV	II,III	V,VI	2
V	Grounding system & Earthing	V	IV	VII	3
VI	Mechanical & Electrical (ME)	VI	IV	VII	6
VII	Cable Tray Outdoor	VII	V,VI	VIII	2
VII I	Fence & Landscaping & Access Road	VII I	VII	IX	15
IX	Electrical Power PLN	IX	VIII	X	7
X	Other Works	X	IX	SELESAI	2

2.3.4 Perhitungan Maju (*Forward Pass*)

Dimulai dari Start (*initial event*) menuju Finish (*terminal event*) untuk menghitung waktu penyelesaian tercepat suatu kegiatan (*EF*), waktu tercepat terjadinya kegiatan (*ES*) dan saat paling cepat dimulainya suatu peristiwa (*E*) dapat dilihat pada tabel 3.

$$EF(i-j) = ES(i-j) + D(i-j)$$

Tabel 3. Hasil Perhitungan Maju CPM

KEGIATAN		KODE	DURASI	PERHITUNGAN MAJU	
I	J			ES	EF
0	1	I	4	0	4
1	2	II	9	4	13
1	3	III	13	4	17
3	4	IV	2	17	19
4	5	V	3	19	22
4	6	VI	6	19	25
6	7	VII	2	25	27
7	8	VIII	15	27	42
8	9	IX	7	42	49
9	10	X	2	49	51

2.3.5 Perhitungan Mundur (*Backward Pass*)

Dimulai dari Finish menuju Start untuk mengidentifikasi saat paling lambat terjadinya suatu kegiatan (*LF*), waktu paling lambat terjadinya suatu kegiatan (*LS*) dan saat paling lambat suatu peristiwa terjadi (*L*) dapat dilihat pada tabel 4.

$$LS(i-j) = LF(i-j) - D(i-j)$$

Tabel 4. Hasil Perhitungan Mundur CPM

KEGIATAN		KODE	DURASI	PERHITUNGAN MUNDUR	
I	J			LS	LF
0	1	I	4	0	4
1	2	II	9	4	13
1	3	III	13	8	17
3	4	IV	2	17	19

4	5	V	3	19	25
4	6	VI	6	22	25
6	7	VII	2	25	29
7	8	VIII	15	27	57
8	9	IX	7	42	56
9	10	X	2	49	53

2.3.6 Total Float

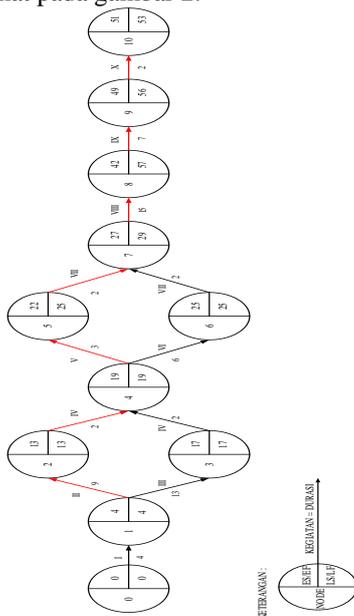
Total *Float* menunjukkan jumlah waktu yang diperkenankan suatu kegiatan boleh ditunda, tanpa mempengaruhi jadwal penyelesaian proyek secara keseluruhan dapat dilihat pada tabel 5.

$$TF = LF(i-j) - EF(i-j) D(i-j)$$

Tabel 5. Hasil Perhitungan Total *Float*

KEGIATAN		KODE	DURASI	ES	EF	LS	LF	TF
I	J							
0	1	I	4	0	4	0	4	0
1	2	II	9	4	13	4	17	0
1	3	III	13	4	17	8	17	4
3	4	IV	2	17	19	17	19	0
4	5	V	3	19	22	19	25	0
4	6	VI	6	19	25	22	25	3
6	7	VII	2	25	27	25	27	0
7	8	VIII	15	27	42	27	42	0
8	9	IX	7	42	49	42	49	0
9	10	X	2	49	51	49	51	0

Untuk jalur kritis jaringan pekerjaan proyek dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Jalur Kritis Jaringan Pekerjaan Proyek

Untuk pekerjaan kritis dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 6. Pekerjaan Kritis Proyek

No	Item Pekerjaan	Kode	Status
I	Site Preparation	I	Jalur Kritis
II	Tower Structure	II	Jalur Kritis
III	Tower Foundation	III	-
IV	Outdoor Cabinet Foundation	IV	Jalur Kritis
V	Grounding system & Earthing	V	Jalur Kritis
VI	Mechanical & Electrical (ME)	VI	-
VII	Cable Tray Outdoor	VII	Jalur Kritis

VIII	Fence & Landscaping & Access Road	VIII	Jalur Kritis
IX	Electrical Power PLN	IX	Jalur Kritis
X	Other Works	X	Jalur Kritis

Berdasarkan hasil perhitungan total *float* pada tabel 5, diketahui pekerjaan yang berada di jalur kritis. Jalur kritis pekerjaan serta yang tidak dapat ditunda terdapat pada pekerjaan sebagai berikut :

- I. Site Preparation
- II. Tower Structure
- IV. Outdoor Cabinet Foundation
- V. Grounding system & Earthing
- VII. Cable Tray Outdoor
- VIII. Fence & Landscaping & Access Road
- IX. Electrical Power PLN
- X. Other Works

Adapun Pekerjaan yang dapat ditunda adalah sebagai berikut :

- III. Tower Foundation
- VI. Mechanical & Electrical (ME)

Merupakan jumlah waktu terlama yang menunjukkan kurun waktu penyelesaian proyek tercepat selama 51 hari, maka lintasan tersebut dapat menjadi acuan *Project manager*.

2.4 Analisis Manajemen Risiko

Menurut Wideman, risiko proyek dalam manajemen risiko adalah suatu efek kumulasi dari peluang kejadian yang tidak pasti, yang mempengaruhi konsep sasaran dan tujuan proyek. Konsep manajemen risiko mulai diperkenalkan di bidang keselamatan dan kesehatan kerja pada era tahun 1980-an setelah berkembangnya teori *accident model* dari ILCI. Juga semakin maraknya isu lingkungan dan kesehatan. Tujuan dari manajemen risiko adalah dapat meminimasi kerugian dan meningkatkan kesempatan ataupun peluang. Bila dilihat terjadinya kerugian dengan teori *accident model* dari ILCI, maka manajemen risiko dapat memotong mata rantai kejadian kerugian tersebut, sehingga efek dominonya tidak akan terjadi. Pada dasarnya manajemen risiko bersifat pencegahan terhadap terjadinya kerugian maupun *accident*. [4]

2.4.1 Probability Impact Matrix (PIM)

Matriks Dampak Probabilitas adalah matriks yang dibangun dengan memberikan tingkat risiko (sangat rendah, rendah, sedang, tinggi, dan sangat tinggi) terhadap risiko yang diukur dengan kombinasi skala probabilitas dan dampak. Risiko dengan probabilitas dan dampak tinggi cenderung memerlukan analisis manajemen risiko lebih lanjut. Hal ini dapat dilakukan untuk memberikan penilaian probabilitas setiap risiko dan dampak yang ditimbulkan adalah skala indeks risiko. [5]

$$R = P \times I$$

Dimana :

R = Tingkat kepentingan risiko.

P = Kemungkinan (*Probability*) risiko akan terjadi.

I = Dampak (*Impact*) jika risiko terjadi.

Untuk matrix probabilitas dan dampak yang digunakan yaitu *boston square matrix* pada gambar 3.

Probabilitas	Sangat Tinggi	5	5	10	15	20	25
	Tinggi	4	4	8	12	16	20
	Sedang	3	3	6	9	12	15
	Rendah	2	2	4	6	8	10
	Sangat Rendah	1	1	2	3	4	5
			1	2	3	4	5
			Sangat Kecil	Kecil	Sedang	Besar	Sangat Besar
			Dampak				

Gambar 3. boston square matrix

Dimana untuk mengukur risiko digunakan nilai skala terdiri dari 1-25 yang menyatakan tingkatan dari rendah, sedang, dan tingginya probabilitas serta dampak dari masing-masing risiko dapat dilihat pada tabel 7.

Tabel 7. Nilai Skala Risiko

Nilai Skala Risiko	Skala Level Risiko
1 – 5	Rendah
6 – 14	Sedang
15 – 25	Tinggi

2.4.1.1 Identifikasi Risiko

Analisis Manajemen risiko ini dikelompokkan berdasarkan Identifikasi jenis risiko dan dengan memberikan kode risiko disetiap risikonya.

Tabel 8. Identifikasi Risiko

Kode Risiko	Jenis Risiko	Variable Risiko
R1	Personil	Kekurangan tenaga kerja
R2		Terjadinya miskomunikasi antara tenaga kerja
R3		Tenaga kerja tidak dapat melakukan tugas
R4		Rendahnya produktivitas tenaga kerja
R5	Alat penunjang	Kerusakan peralatan Civil Mechanical Electrical (CME)
R6		Rendahnya kualitas alat penunjang
R7		Keterlambatan penyedia alat berat
R8	Keselamatan Kerja	Tenaga kerja tertimpa alat penunjang kerja
R9		Tenaga kerja tertimpa bahan material
R10		Tenaga kerja kurangnya kedisiplinan
R11	Estimasi	Perkiraan jadwal tidak sesuai dengan rencana
R12		Harga material tidak menentu
R13	Karakteristik Lokasi Proyek	Lokasi Proyek sulit dijangkau
R14		Tempat penyimpanan tidak cukup
R15		Area kerja tidak cukup
R16	Eksternal	Terjadinya curah hujan tinggi
R17		Terjadinya angin kencang
R18		Terjadinya bencana alam
R19		Terhenti lembaga swadaya masyarakat (LSM)
R20		Terhenti oleh izin mendirikan bangunan (IMB)

2.4.1.2 Menentukan Nilai Kemungkinan dan Dampak Risiko

Berikut adalah nilai kemungkinan dan dampak risiko yang dapat dilihat pada tabel 9.

Tabel 9. Nilai Kemungkinan dan Dampak Risiko

Kode Risiko	Jenis Risiko	Variable Risiko	Probabilitas	Dampak
R1	Personil	Kekurangan tenaga kerja	3	2
R2		Terjadinya miskomunikasi antara tenaga kerja	3	4
R3		Tenaga kerja tidak dapat melakukan tugas	2	2
R4		Rendahnya produktivitas tenaga kerja	3	2
R5	Alat penunjang	Kerusakan peralatan Civil Mechanical Electrical (CME)	3	3
R6		Rendahnya kualitas alat penunjang	2	1
R7		Keterlambatan penyedia alat berat	2	3
R8	Keselamatan Kerja	Tenaga kerja tertimpa alat penunjang kerja	3	2
R9		Tenaga kerja tertimpa bahan material	3	2
R10		Tenaga kerja kurangnya kedisiplinan	3	2
R11	Estimasi	Perkiraan jadwal tidak sesuai dengan rencana	2	3
R12		Harga material tidak menentu	2	3
R13	Karakteristik Lokasi Proyek	Lokasi Proyek sulit dijangkau	2	2
R14		Tempat penyimpanan tidak cukup	3	1
R15		Area kerja tidak cukup	2	1
R16	Eksternal	Terjadinya curah hujan tinggi	2	3
R17		Terjadinya angin kencang	2	3
R18		Terjadinya bencana alam	1	2
R19		Terhenti lembaga swadaya masyarakat (LSM)	5	4
R20		Terhenti oleh izin mendirikan bangunan (IMB)	5	4

2.4.1.3 Menentukan Tingkat Kepentingan Risiko

Berikut adalah tingkat kepentingan risiko yang dapat dilihat pada tabel 10.

Tabel 10. Hasil Perhitungan Tingkat Kepentingan Risiko

Kode Risiko	Jenis Risiko	Variable Risiko	Tingkat Risiko
R1	Personil	Kekurangan tenaga kerja	Sedang
R2		Terjadinya miskomunikasi antara tenaga kerja	Sedang
R3		Tenaga kerja tidak dapat melakukan tugas	Rendah
R4		Rendahnya produktivitas tenaga kerja	Sedang
R5	Alat penunjang	Kerusakan peralatan Civil Mechanical Electrical (CME)	Sedang
R6		Rendahnya kualitas alat penunjang	Rendah
R7		Keterlambatan penyedia alat berat	Sedang
R8	Keselamatan Kerja	Tenaga kerja tertimpa alat penunjang kerja	Sedang
R9		Tenaga kerja tertimpa bahan material	Sedang

R10		Tenaga kerja kurangnya kedisiplinan	Sedang
R11	Estimasi	Perkiraan jadwal tidak sesuai dengan rencana	Sedang
R12		Harga material tidak menentu	Sedang
R13	Karakteristik Lokasi Proyek	Lokasi Proyek sulit dijangkau	Rendah
R14		Tempat penyimpanan tidak cukup	Rendah
R15		Area kerja tidak cukup	Rendah
R16	Eksternal	Terjadinya curah hujan tinggi	Sedang
R17		Terjadinya angin kencang	Sedang
R18		Terjadinya bencana alam	Rendah
R19		Terhenti lembaga swadaya masyarakat (LSM)	Tinggi
R20		Terhenti oleh izin mendirikan bangunan (IMB)	Tinggi

2.4.1.4 Analisis Penanganan Risiko

Tindakan dalam pengendalian terhadap masing-masing risiko dapat dilihat pada table 11.

Tabel 11. Penanganan Risiko

Kode Risiko	Jenis Risiko	Variable Risiko	Tingkat Risiko	Penanganan Risiko
R1		Kekurangan tenaga kerja	Sedang	Melakukan penambahan tenaga kerja apabila proyek mengalami keterlambatan sehingga mempengaruhi waktu selesai proyek
R2	Personil	Terjadinya miskomunikasi antara tenaga kerja	Sedang	Melakukan kordinasi kembali antar tenaga kerja
R3		Tenaga kerja tidak dapat melakukan tugas	Rendah	Memperbanyak komunikasi intensif untuk pengarah job desk lebih detail dengan tenaga ahli dan tim proyek lain yang terlibat
R4		Rendahnya produktivitas tenaga kerja	Sedang	Makukan pergantian tenaga kerja dengan bagian Site Manager
R5		Kerusakan peralatan Civil Mechanical Electrical (CME)	Sedang	Melakukan peningkatan pengawasan dan tanggung jawab pekerjaan proyek
R6	Alat penunjang	Rendahnya kualitas alat penunjang	Rendah	Melakukan pergantian alat kerja untuk mendukung proses pekerjaan proyek
R7		Keterlambatan penyediaan alat berat	Sedang	Melakukan koordinasi dengan pengadaan alat berat
R8	Keselamatan Kerja	Tenaga kerja tertimpa alat penunjang kerja	Sedang	Memberi pengarah kepada pekerja agar mengutamakan keselamatan kerja
R9		Tenaga kerja tertimpa	Sedang	Memberi pengarah

		bahan material		kepada pekerja agar mengutamakan keselamatan kerja
R10		Tenaga kerja kurangnya kedisiplinan	Sedang	Memberi pengarah kepada pekerja agar memahami pekerjaan
R11	Estimasi	Perkiraan jadwal tidak sesuai dengan rencana	Sedang	Menambah jam kerja SDM yang menangani proyek dan melakukan percepatan pekerjaan dengan koordinasi tim proyek mengenai pemahaman tindak lanjut kinerja proyek.
R12		Harga material tidak menentu	Sedang	Maintenance biaya dengan melakukan Pengurangan jumlah biaya yang kurang diperlukan atau bisa diminimalisir
R13	Karakteristik Lokasi Proyek	Lokasi Proyek sulit dijangkau	Rendah	Mencari jalan alternatif proyek agar alat berat dan material dapat diakses
R14		Tempat penyimpanan tidak cukup	Rendah	Mencari luas tanah atau permukaan agar bisa menyewa tempat penyimpanan
R15		Area kerja tidak cukup	Rendah	Melakukan perluasan terhadap lahan
R16		Terjadinya curah hujan tinggi	Sedang	Melakukan pekerjaan lain yang tidak berpengaruh oleh kondisi hujan seperti pemasangan box shalter.apabila terjadi hujan pada tahap struktur tower, pengecora dan pondasi
R17		Terjadinya angin kencang	Sedang	Menunggu angin kembali normal dan melakukan pekerjaan selain pemasangan tower struktur
R18	Eksternal	Terjadinya bencana alam	Rendah	Menunggu kebijakan <i>project manager</i> dampak dari kerusakan proyek bencana alam
R19		Terhenti lembaga swadaya masyarakat (LSM)	Tinggi	Melakukan regulasi pada pihak LSM yang terkait atau memanggil pihak keamanan (polisi) untuk mengamankan pihak yang terkait sesuai dengan IMB yang dibuat.
R20		Terhenti oleh izin mendirikan bangunan (IMB)	Tinggi	Meminta surat izin sementara terkait izin pekerjaan proyek atau proses penerbitan IMB menyesuaikan.

2.4.2 Expected Monetary Value (EMV)

Metode Earn Monetary Value (EMV) adalah metode analisis konsep statistik yang menghitung rata-rata pengeluaran di masa akan datang yang mungkin terjadi. Nilai EMV positif menunjukkan peluang, sedangkan nilai EMV negatif menunjukkan ancaman yang dapat merugikan perusahaan. EMV dihitung dengan cara mengalikan nilai probabilitas dari tiap risiko dikalikan kemungkinan uang yang dikeluarkan ketika risiko tersebut terjadi. [2]

Earn Monetary Value (EMV) digunakan untuk menghitung besar porsi biaya, yang dinominasikan dalam bentuk biaya risiko. EMV merupakan hasil dari penggandaan probabilitas kejadian dengan besarnya konsekuensi. [4]

$$EMV = \text{Probabilitas} * \text{Konsekuensi}$$

Dimana :

EMV = (Earn Monetary Value) atau uang yang diharapkan ketika risiko terjadi

Probabilitas = nilai probabilitas risiko

Konsekuensi = nilai dampak yang ditimbulkan risiko

2.4.2.1 Analisis Biaya Risiko

Perhitungan besar biaya yang harus dikeluarkan oleh perusahaan untuk menangani sebuah risiko yang muncul dapat dilihat pada tabel 12.

Tabel 12. Analisis Biaya Risiko

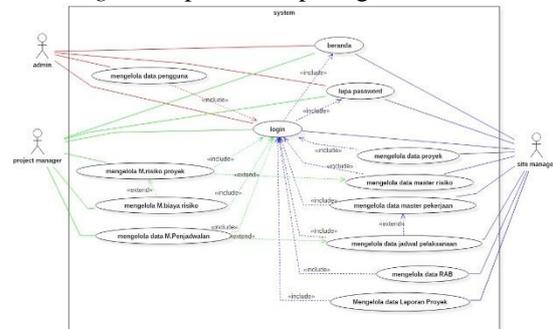
Kode Risiko	Variable Risiko	Probabilitas (%)	Konsekuensi	EMV
R1	Kekurangan tenaga kerja	30%	Rp. - 3,000,000	Rp. - 900,000
R2	Terjadinya miskomunikasi antara tenaga kerja	10%	Rp. - 3,000,000	Rp. - 300,000
R3	Tenaga kerja tidak dapat melakukan tugas	22%	Rp. - 3,000,000	Rp. - 660,000
R4	Rendahnya produktivitas tenaga kerja	25%	Rp. - 3,000,000	Rp. - 750,000
R5	Kerusakan peralatan Civil Mechanical Electrical (CME)	30%	Rp. - 10,000,000	Rp. - 3,000,000
R6	Rendahnya kualitas alat penunjang	20%	Rp. - 10,000,000	Rp. - 2,000,000
R7	Keterlambatan penyedia alat berat	10%	Rp. - 10,000,000	Rp. - 1,000,000
R8	Tenaga kerja tertimpa alat penunjang kerja	23%	Rp. - 10,000,000	Rp. - 2,300,000
R9	Tenaga kerja tertimpa bahan material	24%	Rp. - 10,000,000	Rp. - 2,400,000
R10	Tenaga kerja kurangnya kedisiplinan	34%	Rp. - 10,000,000	Rp. - 3,400,000
R11	Perkiraan jadwal tidak sesuai dengan rencana	15%	Rp. - 5,000,000	Rp. - 750,000
R12	Harga material tidak menentu	15%	Rp. - 5,000,000	Rp. - 750,000
R13	Lokasi Proyek sulit dijangkau	10%	Rp. - 5,000,000	Rp. - 500,000

R14	Tempat penyimpanan tidak cukup	10%	Rp. - 5,000,000	Rp. - 500,000
R15	Area kerja tidak cukup	20%	Rp. - 5,000,000	Rp. - 1,000,000
R16	Terjadinya curah hujan tinggi	50%	Rp. - 5,000,000	Rp. - 2,500,000
R17	Terjadinya angin kencang	30%	Rp. - 5,000,000	Rp. - 1,500,000
R18	Terjadinya bencana alam	50%	Rp. - 5,000,000	Rp. - 2,500,000
R19	Terhenti lembaga swadaya masyarakat (LSM)	50%	Rp. - 5,000,000	Rp. - 2,500,000
R20	Terhenti oleh izin mendirikan bangunan (IMB)	50%	Rp. - 5,000,000	Rp. - 2,500,000

2.5

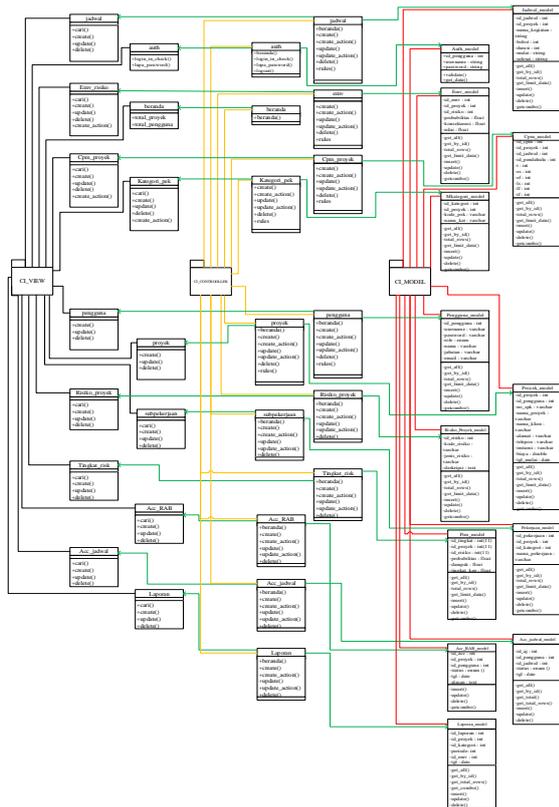
2.6 Analisis Pengguna

Analisis kebutuhan fungsional yang berupa *use case diagram* dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Use Case Diagram

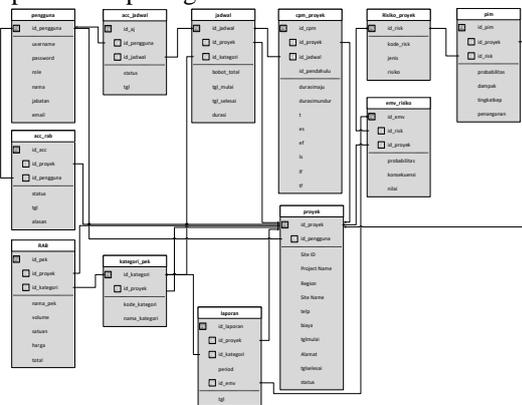
Untuk *class diagram* dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5. Class Diagram

2.7 Perancangan Data

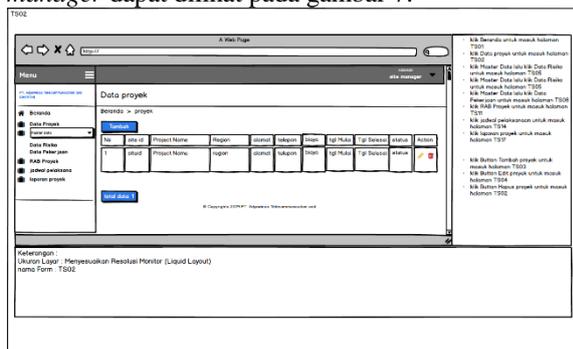
Perancangan data yang berupa skema relasi dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 6. Skema Relasi

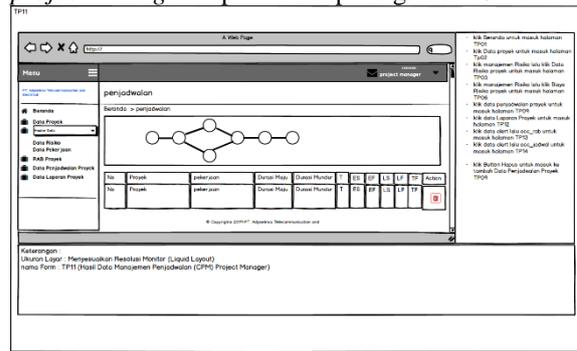
2.8 Perancangan Antarmuka

Perancangan antarmuka data proyek site manager dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 7. Data Proyek

Perancangan antarmuka data penjadwalan project manager dapat dilihat pada gambar 8.



Gambar 8. Data Penjadwalan

3 PENUTUP

Berdasarkan hasil yang didapat dalam penelitian tugas akhir ini, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut.

1. Sistem informasi yang dibangun dapat membantu *Project manager* dalam penjadwalan proyek untuk menentukan jalur kritis pekerjaan serta mengetahui pekerjaan mana yang dapat ditunda dan tidak dapat ditunda untuk meminimalisir terjadinya keterlambatan proyek.
2. Sistem informasi yang dibangun dapat membantu bagian *project manager* dalam manajemen risiko proyek dengan melakukan pencatatan risiko sehingga risiko yang berdampak buruk dapat segera ditangani serta mengetahui biaya yang harus disiapkan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] I. Soeharto, Manajemen Proyek : Jilid 1, Jakarta: Erlangga, 1999.
- [2] P. M. Institute, PMBOK A Guide to the Project Management Body of Knowledge Fifth Edition, USA: Project Management Institute, Inc., 2013.
- [3] Jogyanto, Metodologi Penelitian Sistem Informasi, Yogyakarta: Andi, 2008.
- [4] A. Husein, Manajemen Proyek, Yogyakarta: Andi Offset, 2011.
- [5] R. Miles and K. Hamilton, Learning UML 2.0: A Pragmatic Introduction to UML, Sebastopol, CA: O'Reilly Media, 2006.
- [6] Sufa'atin, Implementasi Probability Impact Matriks (PIM) Untuk Mengidentifikasi Kemungkinan dan Dampak Risiko Proyek. ULTIMA InfoSys, 8, 43-47, 2017.
- [7] M. Suyanto, Pengantar Teknologi Informasi untuk Bisnis, Yogyakarta: Penerbit Andi, 2005.
- [8] R. Astamal, Mastering Kode HTML Edisi Kedua, Surabaya, 2006.
- [9] M. Faridl, Fitur Dahsyat Sublime Text 3, LUG STIKOM, 2015.
- [10] S. Suehring and J. Valade, PHP, MySQL, JavaScript & HTML5 All in one for Dummies, Canada: John Wiley & Sons, Inc., 2013.