

**ANALISIS RISIKO RANTAI PASOK PEKERJAAN
BREAKWATER DENGAN METODE MONTE CARLO
STUDI KASUS PROYEK MAKASSAR NEW PORT**

MUHAMMAD NUR ANDRY DJAJA

D012201022



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
SEKOLAH PASCASARJANA
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2022**

**ANALISIS RISIKO RANTAI PASOK PEKERJAAN
BREAKWATER DENGAN METODE MONTE CARLO
STUDI KASUS PROYEK MAKASSAR NEW PORT**

MUHAMMAD NUR ANDRY DJAJA

D012201022



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
SEKOLAH PASCASARJANA
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2022**

**ANALISIS RISIKO RANTAI PASOK PEKERJAAN BREAKWATER
DENGAN METODE MONTE CARLO STUDI KASUS
PROYEK MAKASSAR NEW PORT**

Tesis

sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar magister

Program Studi Teknik Sipil

Disusun dan diajukan oleh

MUHAMMAD NUR ANDRY DJAJA
D012201022

kepada

**PROGRAM MAGISTER TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2022**

TESIS

**ANALISIS RISIKO RANTAI PASOK PEKERJAAN BREAKWATER
DENGAN METODE MONTE CARLO
STUDI KASUS PROYEK MAKASSAR NEW PORT**

MUHAMMAD NUR ANDRY DJAJA

NIM : D012201022

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian Tesis yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Magister Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

pada tanggal 29 Desember 2022

dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama

Dr. Rosmariyani Arifuddin., ST., MT.
NIP. 19730530 199802 2 001

Pembimbing Pendamping

Dr. Ir. H. Rusdi Usman Latief., MT.
NIP. 19660205 199103 1 003

**Dekan Fakultas Teknik
Universitas Hasanuddin**

Prof. Dr. Eng. Ir. Muhammad Israh Ramli., ST., MT., IPM
NIP. 19730926 200012 1 002

**Ketua Program Studi S2
Departemen Teknik Sipil**

Dr. Ir. M. Asad Abdurrahman., ST., M.Eng., PM
NIP. 19730306 199802 1 001

PERNYATAAN KEASLIAN TESIS DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa, tesis berjudul "Analisis Risiko Rantai Pasok Pekerjaan Breakwater Dengan Metode Monte Carlo Studi Kasus Proyek Makassar New Port" adalah benar karya saya dengan arahan dari komisi pembimbing (Dr. Ir. Rosmariyani Arifuddin, ST., MT. sebagai Pembimbing Utama dan Dr. Ir. H. Rusdi Usman Latief., MT. sebagai Pembimbing Pendamping). Karya ilmiah ini belum diajukan dan tidak sedang diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka disertasi ini. Sebagian dari isi tesis ini telah dipublikasikan di Jurnal (IOP Publishing, 1117, 012015, dan DOI 10.1088/1755-1315/1117/1/012015) sebagai artikel dengan judul "Conceptual Framework For Supply Chain Risk Management Study on Breakwater Project in Indonesia Case Study : Makassar New Port Breakwater Development Project".

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya berupa tesis ini kepada Universitas Hasanuddin.

Makassar, 28 Desember 2022



Muhammad Nur Andry Djaja
NIM D012201022

Ucapan Terima Kasih

Saya bersyukur bahwa tesis ini akhirnya dapat terselesaikan dengan baik. Penelitian yang saya lakukan dapat terlaksana dengan sukses dan tesis ini dapat terampungkan atas bimbingan, diskusi dan arahan Dr. Ir. Rosmariyani Arifuddin, ST., MT. sebagai Pembimbing Utama dan Dr. Ir. H. Rusdi Usman Latief., MT. sebagai Pembimbing Pendamping 2. Saya mengucapkan berlimpah terima kasih kepada mereka.

Penghargaan yang tinggi juga saya sampaikan kepada pimpinan PT. Bumi Karsa yang telah mengizinkan kami untuk melanjutkan pendidikan magister. Ucapan terima kasih saya ucapkan kepada Tim Makassar New Port yang telah membantu dalam pengumpulan data penelitian. Ucapan terima kasih juga saya ucapkan kepada pimpinan Universitas Hasanuddin dan Sekolah Pascasarjana Universitas Hasanuddin yang telah memfasilitasi saya menempuh program magister serta para dosen dan rekan-rekan dalam tim penelitian.

Akhirnya, kepada isteriku tercinta dan anak – anakku saya mengucapkan limpah terima kasih atas doa, pengorbanan dan motivasi selama saya menempuh pendidikan dan dukungan yang tak ternilai.

Penulis,

Muhammad Nur Andry Djaja

ABSTRAK

MUHAMMAD NUR ANDRY DJAJA, Analisis Risiko Rantai Pasok Pekerjaan Breakwater Dengan Metode Monte Carlo Studi Kasus Proyek Makassar New Port (dibimbing oleh **Rosmariani Arifuddin** dan **Rusdi Usman Latief**)

Dalam mengelola proyek konstruksi banyak ditemukan kendala proyek, seperti kualitas yang tidak tercapai dan waktu untuk menyelesaikan proyek yang terlambat [Ganesh,2021]. Tujuan penelitian ini untuk memberikan strategi penanganan terhadap yang paling berisiko pada setiap tahapan rantai pasok proyek pekerjaan Breakwater Makassar New Port. Diawali dengan melakukan identifikasi risiko serta mengetahui relevansi risiko melalui survei pendahuluan terhadap responden. Selanjutnya dilakukan survei utama untuk mengetahui tingkat probabilitas dan dampak risiko tersebut terhadap biaya dan waktu. Data kemudian dianalisis dengan menggunakan perhitungan hasil kuesioner dan menggunakan simulasi Monte Carlo untuk melakukan penilaian risiko. Simulasi tersebut akan dianalisis dengan menggunakan software excel dengan bantuan R Programming untuk menentukan nilai random dari hasil distribusi. Berdasarkan hasil analisis tersebut diperoleh risiko dominan yang dikategorikan *high risk* berdasarkan diagram pareto dari kedua hasil analisis tersebut yang akan diberikan strategi penanganan risiko. Berdasarkan hasil penilaian dari 38 risiko rantai pasok konstruksi dapat dilihat bahwa jenis risiko yang dapat dikategorikan sebagai prioritas risiko yang berdampak terhadap biaya dan waktu pelaksanaan yakni pada jenis risiko mesin produksi rusak, bahan baku tidak memadai untuk produksi, jumlah hasil produksi tidak sesuai target dan komplain dari pelanggan. Oleh karena hal tersebut maka perlu dilakukan penanganan terhadap risiko prioritas tersebut yakni mesin produksi selalu dilakukan pengecekan / perawatan berkala setiap sebelum / selesai operasional serta teknisi dan suku cadang yang selalu rusak selalu siap di proyek, menyiapkan alternatif lokasi bahan baku serta menyiapkan alternatif supplier bahan baku, menambah supplier material agar sesuai target pada titik waktu kritis produksi, menambah mesin produksi pada supplier yang ada untuk mencapai target dan pengontrolan berkala setiap proses produksi terhadap mutu material .

Kata kunci :

Risiko Rantai Pasok, *Monte Carlo*, *Proyek*, *Breakwater*.

ABSTRACT

MUHAMMAD NUR ANDRY DJAJA, Supply Chain Risk Analysis for Breakwater Works Using the Monte Carlo Method Case Study of the Makassar New Port Project (supervised by **Rosmariansi Arifuddin** and **Rusdi Usman Latief**)

In managing construction projects, many project constraints were found, such as quality that was not achieved and time to complete the project was late [Ganesh, 2021]. The purpose of this study is to provide a strategy for dealing with those who are most at risk at each stage of the supply chain for the Makassar New Port Breakwater project supply chain. It begins with identifying risks and knowing the relevance of risks through a preliminary survey of respondents. Furthermore, the main survey is carried out to determine the level of probability and the impact of these risks on costs and time. The data were then analyzed using the calculation of the questionnaire results and a Monte Carlo simulation to carry out a risk assessment. The simulation will be analyzed using excel software with the help of R Programming to determine the random value of the distribution results. Based on the results of this analysis, it is obtained that the dominant risk is categorized as high risk based on the pareto diagram of the two research results, which will be given a risk management strategy. Based on the results of an assessment of the 38 construction supply chain risks, it can be seen that the types of risks that can be categorized as priority risks that have an impact on costs and implementation time are the types of risks of production machines being damaged, raw materials inadequate for production, the amount of output not meeting the target, complaints from customers. Because of this, it is necessary to deal with these priority risks, namely checking / periodic maintenance on production machines before/after each operation and technicians and spare parts that are always damaged are always ready for the project, preparing alternative locations for raw materials and preparing alternative material suppliers. Raw materials, adding material suppliers so that they are on target at critical production time points, adding production machines to existing suppliers to achieve targets and periodically controlling each production process for material quality

Key Word :

Supply Chain Risk, Monte Carlo, Project, Breakwater.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN PENGAJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN TESIS	iv
UACAPAN TERIMA KASIH	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 LATAR BELAKANG	1
1.2 RUMUSAN MASALAH	3
1.3 TUJUAN PENELITIAN	3
1.4 MANFAAT PENELITIAN	3
1.5 BATASAN MASALAH	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 PROYEK KONSTRUKSI	5
2.2 MANAJEMEN PROYEK	7
2.3 MANAJEMEN RISIKO PROYEK	10
2.4 MANAJEMEN RANTAI PASOK	11
2.5 SUMBER DAYA PROYEK KONSTRUKSI	14
2.6 PEMBANGUNAN PROYEK <i>BRAKWATER</i> (PEMECAH GELOMBANG)	14
2.7 PRINSIP DIAGRAM PARETO	16
2.8 EVALUASI <i>MEAN ABSOLUTE PERCENTAGE</i> <i>ERROR</i> (MAPE)	16
2.9 RISIKO – RISIKO PROYEK <i>BREAKWATER</i>	17
2.10 MONTE CARLO	31

2.11 STATE OF THE ART	33
BAB III METODE PENELITIAN	38
3.1 TAHAPAN PENELITIAN	38
3.2 MODEL PENELITIAN	40
3.3 INSTRUMEN PENELITIAN	42
3.4 DATA PENELITIAN	42
3.5 PENGUMPULAN DATA	43
3.6 METODE PENENTUAN POPULASI DAN SAMPEL	44
3.7 ANALISA DATA	44
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	47
4.1 PROFIL RESPONDEN	47
4.2 IDENTIFIKASI RISIKO	50
4.3 ANALISIS PRIORITAS RISIKO BERDASARKAN HASIL PERHITUNGAN KUESIONER SURVEY UTAMA	53
4.3.1 PENENTUAN KEMUNGKINAN RISIKO TERHADAP DAMPAK BIAYA DAN DAMPAK WAKTU BERDASARKAN DATA HASIL PERHITUNGAN KUESIONER	54
4.3.2 PENENTUAN TINGKATAN DAN PRIORITAS RISIKO TERHADAP DAMPAK BIAYA DAN WAKTU	67
4.4 SIMULASI MONTE CARLO	71
4.4.1 PENENTUAN DISTRIBUSI SETIAP TAHAPAN RISIKO	72
4.4.2 PENENTUAN PROBABILITAS FREKUENSI DAN KUMULATIF PADA SETIAP TAHAPAN RISIKO	75
4.4.3 PENENTUAN KEMUNGKINAN DAMPAK RISIKO TERHADAP BIAYA DAN WAKTU PELAKSANAAN DENGAN SIMULASI MONTE CARLO....	85
4.4.4 PENENTUAN TINGKATAN RISIKO TERHADAP DAMPAK BIAYA DAN WAKTU DENGAN SIMULASI MONTE CARLO	99
4.5 PENENTUAN RISIKO PRIORITAS	103
4.6 STRATEGI PENANGANAN RISIKO	109
4.7 EVALUASI PEMODELAN MAPE	129
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	132
5.1 KESIMPULAN	114
5.2 SARAN	115
DAFTAR PUSTAKA	117

Gambar 4. 17 Hasil simulasi nilai probabilitas terhadap dampak biaya pada tahapan <i>Delivery</i>	95
Gambar 4. 18 Hasil simulasi nilai probabilitas terhadap dampak waktu pada tahapan <i>Delivery</i>	96
Gambar 4. 19 Hasil simulasi nilai probabilitas terhadap dampak biaya pada tahapan <i>return</i>	98
Gambar 4. 20 Hasil simulasi nilai probabilitas terhadap dampak waktu pada tahapan <i>return</i>	98
Gambar 4. 21 Tingkatan risiko terhadap dampak biaya berdasarkan data perhitungan hasil kuesioner	106
Gambar 4. 22 Tingkatan risiko terhadap dampak biaya berdasarkan data hasil simulasi Monte Carlo.....	106
Gambar 4. 23 Tingkatan risiko terhadap dampak waktu berdasarkan data perhitungan hasil kuesioner	107
Gambar 4. 24 Tingkatan risiko terhadap dampak waktu berdasarkan data hsimulasi Monte Carlo.....	108

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2. 1 Jenis Identifikasi Risiko dalam proyek breakwater	18
Tabel 2.2 <i>State of the art</i> Analisis Risiko Rantai Pasok Pekerjaan Breakwater Dengan Metode Monte Carlo Studi Kasus Proyek Makassar New Port	33
Tabel 3. 1 Tingkatan kemungkinan risiko	42
Tabel 3. 2 Penilaian dampak risiko terhadap biaya pelaksanaan	43
Tabel 3. 3 Penilaian dampak risiko terhadap waktu	43
Tabel 4. 1 Profil Responden Penelitian	48
Tabel 4. 2 Data relevansi risiko survey pendahuluan	50
Tabel 4. 3 Identifikasi Risiko Rantai Pasok Pekerjaan <i>Breakwater</i>	51
Tabel 4. 4 Data nilai probabilitas dan dampak biaya pada tahapan <i>Source</i>	55
Tabel 4. 5 Data nilai probabilitas dan dampak waktu pada tahapan <i>Source</i>	55
Tabel 4. 6 Data nilai probabilitas dan dampak biaya pada tahapan <i>Plan</i>	57
Tabel 4. 7 Data nilai probabilitas dan dampak waktu pada tahapan <i>Plan</i>	58
Tabel 4. 8 Data nilai probabilitas dan dampak biaya pada tahapan <i>Make</i>	60
Tabel 4. 9 Data nilai probabilitas dan dampak waktu pada tahapan <i>Make</i>	60
Tabel 4. 10 Data nilai probabilitas dan dampak biaya pada tahapan <i>Deliver</i>	62
Tabel 4. 11 Data nilai probabilitas dan dampak waktu pada tahapan <i>Deliver</i>	63
Tabel 4. 12 Data nilai probabilitas dan dampak biaya pada tahapan <i>Return</i>	65
Tabel 4. 13 Data nilai probabilitas dan dampak waktu pada tahapan <i>Return</i>	65
Tabel 4. 14 Penentuan tingkatan risiko terhadap dampak biaya	67
Tabel 4. 15 Penentuan tingkatan risiko terhadap dampak waktu	69
Tabel 4. 16 Penentuan distribusi pada setiap risiko	73
Tabel 4. 17 Nilai probabilitas frekuensi dan kumulatif untuk kode risiko A1	75
Tabel 4. 18 Nilai probabilitas frekuensi dan kumulatif untuk kode risiko A2.....	75
Tabel 4. 19 Nilai probabilitas frekuensi dan kumulatif untuk kode risiko B1	76
Tabel 4. 20 Nilai probabilitas frekuensi dan kumulatif untuk kode risiko B2	76

Tabel 4. 21 Nilai probabilitas frekuensi dan kumulatif untuk kode risiko B3	76
Tabel 4. 22 Nilai probabilitas frekuensi dan kumulatif untuk kode risiko B4	76
Tabel 4. 23 Nilai probabilitas frekuensi dan kumulatif untuk kode risiko C1	77
Tabel 4. 24 Nilai probabilitas frekuensi dan kumulatif untuk kode risiko D1	77
Tabel 4. 25 Nilai probabilitas frekuensi dan kumulatif untuk kode risiko E1	77
Tabel 4. 26 Nilai probabilitas frekuensi dan kumulatif untuk kode risiko E2	78
Tabel 4. 27 Nilai probabilitas frekuensi dan kumulatif untuk kode risiko E3	78
Tabel 4. 28 Nilai probabilitas frekuensi dan kumulatif untuk kode risiko F1	78
Tabel 4. 29 Nilai probabilitas frekuensi dan kumulatif untuk kode risiko F2	78
Tabel 4. 30 Nilai probabilitas frekuensi dan kumulatif untuk kode risiko G1	79
Tabel 4. 31 Nilai probabilitas frekuensi dan kumulatif untuk kode risiko H1	79
Tabel 4. 32 Nilai probabilitas frekuensi dan kumulatif untuk kode risiko I1	79
Tabel 4. 33 Nilai probabilitas frekuensi dan kumulatif untuk kode risiko J1	79
Tabel 4. 34 Nilai probabilitas frekuensi dan kumulatif untuk kode risiko J2	80
Tabel 4. 35 Nilai probabilitas frekuensi dan kumulatif untuk kode risiko J3	80
Tabel 4. 36 Nilai probabilitas frekuensi dan kumulatif untuk kode risiko J4	80
Tabel 4. 37 Nilai probabilitas frekuensi dan kumulatif untuk kode risiko J5	81
Tabel 4. 38 Nilai probabilitas frekuensi dan kumulatif untuk kode risiko J6	81
Tabel 4. 39 Nilai probabilitas frekuensi dan kumulatif untuk kode risiko J7	81
Tabel 4. 40 Nilai probabilitas frekuensi dan kumulatif untuk kode risiko K1	81
Tabel 4. 41 Nilai probabilitas frekuensi dan kumulatif untuk kode risiko L1	82
Tabel 4. 42 Nilai probabilitas frekuensi dan kumulatif untuk kode risiko M1	82
Tabel 4. 43 Nilai probabilitas frekuensi dan kumulatif untuk kode risiko M2	82
Tabel 4. 44 Nilai probabilitas frekuensi dan kumulatif untuk kode risiko M3	82
Tabel 4. 45 Nilai probabilitas frekuensi dan kumulatif untuk kode risiko N1	83
Tabel 4. 46 Nilai probabilitas frekuensi dan kumulatif untuk kode risiko N2	83
Tabel 4. 47 Nilai probabilitas frekuensi dan kumulatif untuk kode risiko N3	83
Tabel 4. 48 Nilai probabilitas frekuensi dan kumulatif untuk kode risiko N4	82
Tabel 4. 49 Nilai probabilitas frekuensi dan kumulatif untuk kode risiko O1	84
Tabel 4. 50 Nilai probabilitas frekuensi dan kumulatif untuk kode risiko O2	84
Tabel 4. 51 Nilai probabilitas frekuensi dan kumulatif untuk kode risiko P1	84
Tabel 4. 52 Nilai probabilitas frekuensi dan kumulatif untuk kode risiko P2	84
Tabel 4. 53 Nilai probabilitas frekuensi dan kumulatif untuk kode risiko Q1	85
Tabel 4. 54 Nilai probabilitas frekuensi dan kumulatif untuk kode risiko Q2	85

Tabel 4. 55 Data hasil simulasi nilai probabilitas dan dampak biaya pada tahapan Source	86
Tabel 4. 56 Data hasil simulasi nilai probabilitas dan dampak waktu pada tahapan Source	86
Tabel 4. 57 Data hasil simulasi nilai probabilitas dan dampak biaya pada tahapan <i>Plan</i>	89
Tabel 4. 58 Data hasil simulasi nilai probabilitas dan dampak waktu pada tahapan <i>Plan</i>	89
Tabel 4. 59 Data hasil simulasi nilai probabilitas dan dampak biaya pada tahapan <i>Make</i>	91
Tabel 4. 60 Data hasil simulasi nilai probabilitas dan dampak waktu pada tahapan <i>Make</i>	92
Tabel 4. 61 Data hasil simulasi nilai probabilitas dan dampak biaya pada tahapan <i>Delivery</i>	94
Tabel 4. 62 Data hasil simulasi nilai probabilitas dan dampak biaya pada tahapan <i>Delivery</i>	94
Tabel 4. 63 Data hasil simulasi nilai probabilitas dan dampak biaya pada tahapan <i>return</i>	96
Tabel 4. 64 Data hasil simulasi nilai probabilitas dan dampak waktu pada tahapan <i>return</i>	97
Tabel 4. 65 Hasil simulasi tingkatan risiko terhadap dampak biaya	99
Tabel 4. 66 Hasil simulasi tingkatan risiko terhadap dampak waktu	101
Tabel 4.67 Hasil tingkatan risiko terhadap dampak biaya berdasarkan perhitungan data hasil kuesioner	104
Tabel 4. 68 Hasil tingkatan risiko terhadap dampak biaya berdasarkan simulasi Monte Carlo	104
Tabel 4. 69 Hasil tingkatan risiko terhadap dampak waktu berdasarkan perhitungan data hasil kuesioner	105
Tabel 4. 70 Hasil tingkatan risiko terhadap dampak waktu berdasarkan simulasi Monte Carlo	105
Tabel 4. 71 Risiko Prioritas terhadap Dampak Biaya.....	108
Tabel 4. 72 Risiko Prioritas Dampak Waktu	109
Tabel 4. 74 Range nilai metode MAPE	111
Tabel 4. 75 Hasil evaluasi MAPE terhadap nilai probabilitas risiko	111

Tabel 4. 76 Hasil evaluasi MAPE terhadap nilai simulasi dampak biaya	112
Tabel 4. 77 Hasil evaluasi MAPE terhadap nilai simulasi dampak waktu	112

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Industri yang memproduksi jasa konstruksi merupakan sektor yang penting peranannya untuk menentukan laju kegiatan untuk perekonomian dan memajukan sektor – sektor lain. Oleh karena itu perlu adanya penanganan dan perhatian khusus dalam mengelola proyek. Biasanya mengelola proyek konstruksi banyak ditemukan kendala proyek, seperti kualitas yang tidak tercapai dan waktu untuk menyelesaikan proyek yang terlambat [Ganesh,2021]. Selain itu industri jasa konstruksi merupakan salah satu industri yang paling dinamis dibandingkan dengan industri lainnya karena mengingat kondisi pasar yang selalu berubah, periode konstruksi yang relatif sangat singkat, serta adanya fluktuasi harga material yang sangat sulit di prediksi, serta persaingan ketat antar penyedia jasa, subkontraktor, pemasok dan pihak lainnya [Sutoni,2019].

Setiap item pekerjaan dalam suatu proyek konstruksi telah direncanakan dengan baik berdasarkan analisa biaya, mutu dan waktu. Akan tetapi, dalam pelaksanaan pekerjaan seringkali terjadi ketidaksesuaian yang dapat mengakibatkan pertambahan biaya di luar perkiraan awal. Mencari solusi sehingga mengurangi potensi kerugian akibat losses dan pemenuhan produksi material sehingga target dapat tercapai. Mengidentifikasi faktor risiko sejak awal dapat menjadi keunggulan dalam mengurangi dampak terhadap durasi proyek dan biaya berlebih apabila dianalisis di akhir proyek.

Tantangan dalam proyek konstruksi semakin kompleks sehingga peningkatan hasil produksi dalam hal kualitas dan waktu penyelesaian menjadi sangat penting agar perusahaan dapat terus bersaing dan bertahan. Kesuksesan suatu perusahaan konstruksi dapat dilihat juga dari kinerja perusahaan itu sendiri, semakin baik kinerjanya akan semakin sukses perusahaannya (Sutoyo, 2011). Agar suatu perusahaan dapat bersaing dan memiliki kinerja perusahaan yang baik maka dapat didukung dengan supply chain management. Menurut Cut Zukhrina (2008) penerapan supply chain di industri konstruksi dipercaya sebagai salah satu usaha yang strategis untuk meningkatkan daya saing dan kinerja suatu

perusahaan konstruksi ditengah semakin ketatnya persaingan lokal, regional maupun global, sebagaimana layaknya industri lainnya.

Menurut Briscoe and Dainty (2005), O'Brian et al. (2009) dan Ahmed (2017) menjelaskan bahwa manajemen rantai pasok sangat penting untuk meningkatkan kinerja dari project konstruksi dimana dalam siklus manajemen rantai pasok konstruksi perubahan pasti terjadi dan dapat menjadi dampak pada proyek. Perubahan terus akan terus terjadi dan dapat memberikan pengaruh terhadap tenggat waktu proyek dan biaya berlebih. Manajemen rantai pasok telah terbukti dapat menjadi manajemen strategi dalam mengelola proyek yang melibatkan banyaknya pihak yang berpartisipasi, supplier dan material (Dainty et al., 2007).

Berdasarkan hal tersebut diatas maka dilakukan penelitian dalam menganalisis faktor-faktor pada rantai pasok sehingga dapat mengetahui dampak yang terjadi dalam suatu pelaksanaan proyek dengan menggunakan simulasi model terhadap seluruh jaringan rantai pasok. Telah dilakukan penelitian sebelumnya terkait hal tersebut yakni penelitian yang dilakukan oleh Ahmed (2017) dimana dengan menggunakan model Monte Carlo dalam mengkaji dampak perubahan rantai pasok konstruksi risiko waktu dan biaya konstruksi di Canada maka menghasilkan suatu metode yang dapat memberikan laporan otomatis pada project manager, sehingga project manager dapat menerima informasi dampak dari biaya dan jadwal proyek mereka secara efisien. Kemudian penelitian yang dilakukan oleh Herlinda (2018) dimana memberikan strategi pada setiap aktivitas rantai pasok yang paling beresiko pada proyek konstruksi di Surabaya Barat. Model simulasi dibantu dengan simulasi Monte Carlo dengan menggunakan Microsoft excel. Distribusi tiap risiko dibantu dengan program easy fit dan nilai random dengan menggunakan program @risk. Hasil akhir penelitian ini menemukan bahwa dari 30 risiko yang telah dilakukan simulasi monte sehingga nantinya dapat memberikan laporan kepada project manager sehingga dapat mengantisipasi dampak risiko rantai pasok konstruksi yang mungkin terjadi pada pelaksanaan konstruksi.

Dengan mengambil sampling proyek konstruksi di Makassar New Port sebagai studi kasus pada investigasi penanganan rantai pasok konstruksi, Diharapkan nantinya pada akhir penelitian dapat memberikan keuntungan maksimal bagi pihak – pihak dalam proyek konstruksi dan mewujudkan sasaran proyek yang tepat biaya, waktu dan kualitas.

1.2 RUMUSAN MASALAH

Berdasarkan latar belakang masalah, maka dirumuskan masalah yang dihadapi terkait dengan penelitian ini diuraikan sebagai berikut:

1. Risiko-risiko apa saja pada rantai pasok pekerjaan breakwater proyek Makassar New Port?
2. Bagaimana menganalisis risiko-risiko rantai pasok pada pekerjaan breakwater proyek Makassar New Port ?
3. Bagaimana strategi penanganan risiko rantai pasok pekerjaan breakwater proyek Makassar New Port ?

1.3 TUJUAN PENELITIAN

Adapun tujuan yang akan dicapai dari kegiatan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengidentifikasi risiko-risiko rantai pasok pada pekerjaan breakwater pada proyek Makassar New Port.
2. Menganalisis risiko-risiko rantai pasok pada pekerjaan breakwater proyek Makassar New Port.
3. Mengembangkan strategi penanganan risiko rantai pasok pekerjaan breakwater proyek Makassar New Port.

1.4 MANFAAT PENELITIAN

Diharapkan hasil penelitian ini memberikan manfaat sebagai berikut :

1. Memberikan evaluasi terhadap manajemen dalam mengidentifikasi resiko yang terjadi. serta mengidentifikasi risiko yang terjadi pada pihak rantai pasok dalam proyek konstruksi sehingga dapat dilakukan mitigasi risiko.
2. Untuk menambah informasi mengenai rantai pasok melalui pendekatan manajemen risiko.
3. Dapat digunakan sebagai referensi bagi penelitian-penelitian selanjutnya yang berhubungan dengan rantai pasok material melalui pendekatan manajemen risiko suatu proyek.

1.5 BATASAN MASALAH

Batasan masalah pada penelitian ini sebagai berikut :

1. Penelitian dibatasi pada rantai pasok melalui pendekatan Manajemen Risiko dengan objek penelitian adalah Proyek Pembangunan Breakwater Makassar New Port (Paket C).
2. Tahapan analisis risiko hanya sebagai instrumen untuk analisis rantai pasok material pada Pembangunan Breakwater Makassar New Port (Paket C).

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 PROYEK KONSTRUKSI

Kegiatan proyek dapat diartikan sebagai suatu kegiatan sementara yang berlangsung dalam jangka waktu terbatas, dengan alokasi sumber dana tertentu dan dimaksudkan untuk melaksanakan tugas dan sasaran yang telah digariskan dengan tegas (Soeharto,1995 dikutip dalam Nyoman, 2019). Pelaksanaan konstruksi adalah pelaksanaan semua kegiatan yang dilakukan dalam mentransformasikan gambar-gambar arsitektur dan engineering menjadi bangunan fisik (Jantje,dkk,2012).

Secara garis besar tahapan proyek konstruksi dapat dibagi menjadi (Riausli,2001) :

1. Tahap perencanaan (planning)

Merupakan penetapan garis-garis besar rencana proyek yang mencakup rekrutmen konsultan untuk menterjemahkan kebutuhan pemilik, pembuatan *Term Of Reference* (TOR), survey, studi kelayakan proyek, pemilihan desain, *pruglalll* dan *budget*. Disini merupakan tahap penjelasan, studi, evaluasi dan program yang mencakup hal-hal teknis, ekonomis, lingkungan, dan lain-lain.

Hasil-hasil dari tahap ini adalah :

- a. Laporan survey
- b. Studi kelayakan
- c. Program dan *budget TOR* (Term OfReference)
- e. *Master plan*

2. Tahap Perancangan (*Design*)

Tahap perancangan terdiri dari:

- a. Tahap Pra Rancangan (*Preliminary Design*) yang mencakup kriteria desain, potongan, denah, gambar situasilsite plan tata ruang, estimasi (secara global).
- b. Pengembangan Rancangan (*Development Design*) merupakan tahap pengembangan dari pra rancangan yang sudah dibuat dan perhitungan-perhitungan yang lebih detail mencakup perhitungan - perhitungan

desain secara rinci gambar detail garis besar spesifikasi estimasi biaya untuk konstruksi secara lebih rinci.

- c. Tahap Rancangan Akhir dan Penyiapan dokumen pelaksanaan (*final design & construction document*) merupakan tahap akhir dari perencanaan dan persiapan untuk tahap pelelangan, mencakup gambar-gambar detail, untuk seluruh bagian pekerjaan, detail spesifikasi daftar volume (*bill of quantity*) estimasi biaya konstruksi secara rinci syarat-syarat umum administrasi dan peraturan umum (dokumen lelang)

3. Tahap Pengadaan/Pelelangan/Tender

Pengadaan/pelelangan dilakukan untuk :

- a. Pengadaan konsultan
 - Konsultan MK/Perencana setelah gagasan awal TOR ada
 - Konsultan Pengawas/Supervisi setelah dokumen lelang ada.
- b. Pengadaan kontraktor setelah dokumen lelang ada

4. Tahap Pelaksanaan (*Construction*)

Tahap ini merupakan tahap pelaksanaan pembangunan konstruksi fisik yang telah dirancang. Pada tahap ini, setelah kontrak ditandatangani, SPK (Surat Perintah Kerja) dikeluarkan, maka pekerjaan pelaksanaan dilakukan yang mencakup :

- 1) Rencana kerja (*time schedule*)
- 2) Pembagian waktu secara rinci
- 3) Rencana lapangan (*site plan/instalation*), rencana perletakan bahan. Alat dan bangunan - bangunan pembantu lainnya,
- 4) Organisasi lapangan,
- 5) Pengadaaan bahan/material,
- 6) Pengadaan dan mobilisasi alat,
- 7) Pengadaan dan mobilisasi tenaga,
- 8) Pekerjaan persiapan dan pengukuran (*slake out*)
- 9) Gambar kerja (*shop drawing*)

Pelaksanaan pekerjaan konstruksi untuk gedung berbeda dengan pekerjaan konstruksi jalan atau bendung, pelabuhan, dan sebagainya.

2.2 MANAJEMEN PROYEK

Manajemen adalah proses merencanakan, mengorganisir, memimpin, dan mengendalikan kegiatan anggota serta sumber daya yang lain untuk mencapai sasaran organisasi atau perusahaan yang telah ditentukan (Sudipta,2013). Yang dimaksud dengan proses adalah mengerjakan sesuatu dengan pendekatan yang sistematis. Sedang sumber daya perusahaan terdiri dari tenaga, keahlian, dana, dan informasi.

Dalam melaksanakan suatu manajemen dikenal kegiatan-kegiatan manajemen yang merupakan langkah-langkah pokok dalam melaksanakan fungsi manajemen yang baik. Langkah-langkah itu dikenal dengan fungsifungsi manajemen (Soeharto, 1997) yaitu :

- Merencanakan (*Planning*)
- Mengorganisasi (*Organizing*)
- Mengisi jabatan (*Staffing*)
- Mengarahkan (*Directing*)
- Mengendalikan (*Controlling*)

Kegiatan proyek konstruksi merupakan kegiatan yang bersifat unik dan kompleks dengan waktu dan sumberdaya yang terbatas (Diah,2010). Dengan keterbatasan anggaran, waktu dan mutu yang dikenal dengan tiga kendala (*triple constrain*) maka diperlukan suatu konsep manajemen proyek untuk mengelola hal tersebut.

Project Management Body of Knowledge (PMI 2001 dikutip dalam Diah, 2010) mengatakan bahwa manajemen proyek adalah aplikasi dari ilmu pengetahuan, keterampilan, sarana dan keahlian untuk memenuhi kebutuhan proyek. Manajemen proyek terpenuhi melalui proses seperti: memulai, perencanaan melaksanakan, mengendalikan dan mengakhiri. Tim proyek mengatur pekerjaan proyek dan pekerjaan yang secara khas melibatkan:

1. Persaingan permintaan untuk lingkup, waktu, biaya, risiko dan kualitas.
2. *Stakeholders* dengan harapan dan kebutuhan yang berbeda.
3. Identifikasi kebutuhan Hal ini penting dicatat bahwa banyak proses dalam manajemen proyek merupakan iterative secara alami. Berkaitan dengan keberadaan dan keperluan pengembangan kemajuan proyek sepanjang siklus hidup proyek, maka semakin memahami tentang proyek semakin baik bias mengatur hal itu.

Manajemen proyek merupakan suatu pengetahuan atau *knowledge*, keterampilan atau *skill*, alat atau *tools*, dan teknik manajemen dalam sebuah proyek yang berguna untuk memenuhi atau bahkan melebihi kebutuhan yang dibutuhkan serta harapan yang diharapkan oleh para pemangku kepentingan terhadap suatu proyek (Ghifari,dkk, 2022).

Berdasarkan buku A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK) juga terdapat 10 *knowledge area* manajemen proyek, diantaranya sebagai berikut (PM.Institute, 2017):

1. *Project Integration Management.*

Project integration management atau manajemen integrasi proyek merupakan sebuah proses yang berfungsi dalam menyesuaikan atau menyelaraskan berbagai proses yang ada pada suatu manajemen proyek.

2. *Project Scope Management.*

Project scope management atau manajemen cakupan proyek mencakup proses-proses yang dijalankan, yang berfungsi untuk memastikan dan menjamin bahwa proyek yang dilaksanakan telah menggolongkan atau mengkategorikan seluruh hal yang dibutuhkan, untuk dapat menyelesaikan pembangunan suatu proyek secara sukses dan tidak terkendala.

3. *Project Time Management.*

Project time management atau manajemen waktu proyek meliputi proses yang dibutuhkan dalam pengelolaan jadwal dari sebuah proyek, yang berfungsi agar waktu yang digunakan untuk menyelesaikan proyek bisa sesuai dengan waktu yang sebelumnya telah ditentukan atau dalam kata lain tepat waktu. Faktor waktu sendiri dalam suatu proyek meliputi tenggat waktu untuk tugas-tugas proyek dan durasi waktu yang mungkin diperlukan untuk melakukan tugas.

4. *Project Cost Management.*

Project cost management atau manajemen biaya proyek meliputi proses yang ada pada proyek, yakni mengenai perancangan juga pengelolaan biaya pada suatu proyek, yang bertujuan agar proyek tersebut dapat diselesaikan dengan jumlah anggaran atau biaya sesuai dengan yang telah disepakati. Pembiayaan dalam hal ini termasuk estimasi semua

biaya atau anggaran yang dibutuhkan untuk membangun dan menyelesaikan proyek tersebut.

5. *Project Quality Management*

Project quality management atau manajemen kualitas proyek meliputi proses-proses dalam pembuatan kebijakan kualitas dari suatu organisasi, yang berfungsi untuk memenuhi tujuan dari para pemangku kepentingan. Kebijakan kualitas organisasi yang disertakan sendiri yakni mengenai pengelolaan, perencanaan, serta pengendalian persyaratan dari kualitas suatu proyek dan produk.

6. *Project Human Resource Management.*

Project human resource management atau manajemen sumber daya manusia adalah sebuah proses dalam manajemen suatu tim proyek juga sumber daya yang ada dan digunakan dalam proyek, dengan tujuan untuk kelancaran dan keberlangsungan dari berjalannya manajemen suatu proyek. Dalam sebuah proyek sendiri, tim proyek harus dikelola dalam hal penentuan siapa yang akan melakukan apa dari daftar kegiatan yang telah ditentukan.

7. *Project Communications Management.*

Project communications management atau manajemen komunikasi proyek merupakan suatu proses dimana kebutuhan informasi proyek dan pemangku kepentingan dikonfirmasi, dengan menggunakan aktivitas pertukaran informasi secara efisien dan efektif, sehingga komunikasi dapat terpenuhi.

8. *Project Risk Management.*

Manajemen risiko proyek atau *project risk management* merupakan proses dimana dilakukan perencanaan dan pelaksanaan manajemen risiko yang berupa identifikasi masalah, analisis, perencanaan respon, juga pemantau risiko yang ada pada suatu proyek. Proses ini mensyaratkan bahwa setiap risiko dinilai, serta langkah-langkah dirumuskan dengan tujuan untuk menghindari risiko tersebut atau meminimalisir efeknya.

9. *Project Procurement Management.*

Project procurement management atau manajemen pengadaan proyek merupakan proses yang dibutuhkan dalam pembelian produk maupun layanan yang dibutuhkan dalam sebuah proyek.

10. *Project Stakeholder Management.*

Manajemen pemangku kepentingan proyek atau project stakeholder management adalah sebuah proses dimana dilakukannya identifikasi subjek-subjek yang memiliki peran dan turut andil dalam sebuah proyek. Setelah itu, akan bisa diidentifikasi mengenai siapa saja pemangku kepentingan dalam sebuah proyek, dengan tujuan agar para pemangku kepentingan tersebut dapat melakukan pengambilan keputusan secara efektif.

2.3 MANAJEMEN RISIKO PROYEK

Secara umum, manajemen risiko merupakan identifikasi kemungkinan risiko yang akan dihadapinya dan berusaha melakukan proteksi agar pengaruh risiko tersebut dapat diminimalisasi atau bahkan diiadakan sama sekali (Madarina, et al. 2016 dikutip dalam Herlinda, 2019).

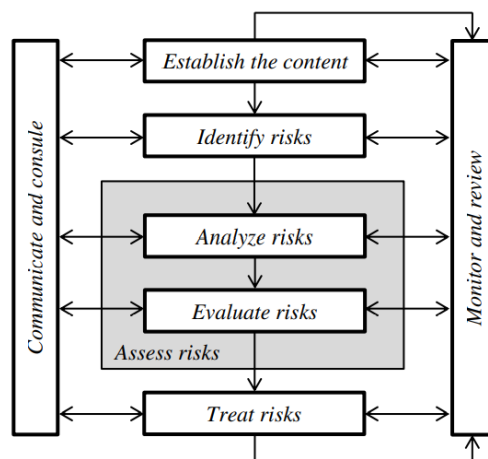
Berikut ini adalah definisi dari “manajemen risiko” menurut pendapat para ahli :

- Menurut Williams (1995), risiko berfokus pada pengalihan kehilangan dari hal – hal yang tidak diduga proyek, Hal yang tidak terduga bisa merupakan *output positive* ataupun *negative* dari penyimpangan perencanaan *project*. *Output* positif merupakan peluang, sedangkan *output negative* menghasilkan kerugian.
- Manajemen risiko adalah budaya, proses, dan struktur yang diarahkan untuk mewujudkan peluang potensial sambil mengelola efek samping (AS / NZS 4360: 2004).
- Menurut Chapman dan Ward (2003), Manajemen risiko sebagai dasar menghapus atau mengurangi kemungkinan kinerja yang kurang sehingga risiko dan ketidakpastian dapat didefinisikan sebagai ancaman terhadap kesuksesan yang timbul.

Tujuan dari manajemen risiko proyek adalah untuk meningkatkan kemungkinan dan / atau dampak dari risiko positif dan untuk mengurangi

kemungkinan dan / atau dampak risiko negatif, untuk mengoptimalkan peluang keberhasilan proyek (PMBOK EDISI 5, 2017).

Menurut Risk Management AS/NZS (Madill, 2003), tahapan manajemen risiko meliputi lima hal pada Gambar 2.1, yaitu: (1) membuat konteks manajemen risiko, (2) identifikasi risiko, (3) analisa risiko, (4) evaluasi risiko dan (5) respon terhadap risiko.



Gambar 2.1 Tahap Manajemen Risiko
(Sumber : Madill, 2003)

Sedangkan menurut PMBOK EDISI 5, tahap dalam manajemen risiko meliputi perencanaan manajemen risiko, identifikasi risiko, analisis risiko (kualitatif dan kuantitatif), perencanaan mitigasi risiko, pemantauan dan pengendalian risiko.

Pada proses dalam manajemen risiko, harus ada pihak-pihak yang bertanggung jawab atas setiap proses yang ada. Pihak-pihak ini merupakan para pemangku kepentingan di dalam suatu proyek seperti sponsor, manajer proyek, manajer fungsional, dan sebagainya. Tanggung jawab yang ada pun dapat meliputi mendukung, bertanggung jawab, dan menyetujui (Indra & Manlian, 2021).

2.4 MANAJEMEN RANTAI PASOK

Rantai pasok adalah jalinan kerja sama perusahaan yang berinteraksi untuk menyampaikan produk (barang atau jasa) kepada pelanggan akhir (Vrijhoef, 1999). Rantai pasok lebih menekankan pada semua aktivitas dalam memenuhi kebutuhan konsumen, yang di dalamnya terdapat aliran dan

transformasi barang mulai dari bahan baku sampai ke konsumen akhir dan disertai dengan aliran informasi dan uang (Li, 2006). Pelaku-pelaku rantai pasok sebagai berikut :

1. *Owner* (pelaku hilir)

Jaringan *supply chain* proyek dimulai dari adanya suatu permintaan atau kebutuhan *owner*, yang mengawali dikerjakannya proyek konstruksi bangunan dan berakhir kembali pada *owner* untuk digunakan saat proyek telah selesai.

2. Kontraktor (pelaku utama)

Kontraktor adalah perusahaan konstruksi yang memberikan jasa layanan pekerjaan pelaksanaan proyek konstruksi sesuai dengan perencanaan dan spesifikasi yang telah ditetapkan pada kontrak konstruksi.

3. Subkontraktor, supplier dan mandor (pelaku hulu)

Subkontraktor adalah suatu perusahaan yang berkontrak dengan kontraktor utama untuk mengerjakan satu atau beberapa bagian pekerjaan utama. Dalam satu proyek kontraktor utama bisa bekerja sama dengan beberapa subkontraktor. Sejalan dengan perkembangan kontrak konstruksi, saat ini sering terjadi *owner* yang secara langsung bekerja sama dengan subkontraktor maupun supplier dengan tujuan menekan biaya konstruksi (Susilawati, 2005).

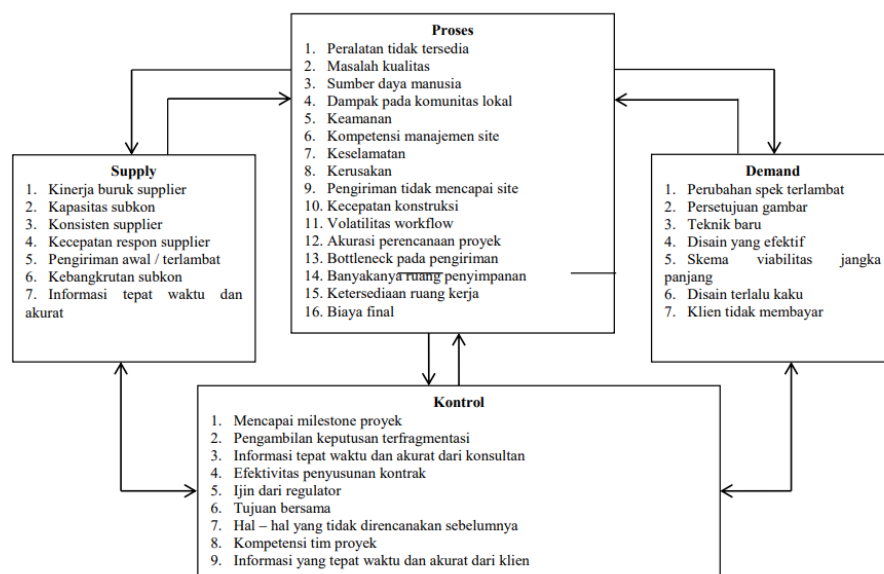
Behera et al (2015) menyimpulkan bahwa karakteristik rantai pasok proyek konstruksi dipengaruhi antara lain oleh pengaruh konsumen, fragmentasi, jumlah dan tipe *stakeholder*, hubungan *buyer-supplier*, multi organisasi yang bersifat *temporer*, tipe rantai pasok pembuatan sesuai pesanan (*make-to-order*), dan peluang kolaborasi, dan pemesanan berulang (*cyclical demand*). Aloini et al (2012) merangkum karakteristik industri konstruksi yang dipandang akan berpengaruh pada penerapan manajemen rantai pasok pada proyek konstruksi, meliputi antara lain: sistem produksi, pengaruh pelanggan, *fragmentasi*, *stakeholder*, hubungan *buyer-supplier*, konfigurasi *temporal*, dan inersia perubahan.

Untuk memastikan kesuksesan proyek, maka diperlukan sistem manajemen rantai pasok konstruksi yang handal. Manajemen rantai pasok konstruksi dapat didefinisikan sebagai suatu sistem di mana supplier, kontraktor, arsitek dan klien bekerja bersama di bawah koordinasi kontraktor

utama untuk memproduksi, mengirim, merakit dan menggunakan informasi, material, peralatan, sumber daya lainnya untuk sebuah proyek konstruksi (Hatmoko & Scott, 2010).

Manajemen rantai pasok konstruksi sendiri didefinisikan sebagai suatu sistem dimana supplier, kontraktor, arsitek dan *owner* bekerja bersama dibawah koordinasi kontraktor utama untuk memproduksi, mengirim, merakit dan menggunakan informasi, material, peralatan, sumber daya lainnya untuk sebuah proyek konstruksi (Hatmoko & Scott, 2010). Menurutnya kontraktor utama sebagai koordinator utama mempunyai posisi strategis untuk mengatur semua stakeholder dan sumber daya sepanjang rantai pasok proyek. Untuk memastikan proyek dapat selesai tepat waktu, kontraktor utama harus mengantisipasi dan meminimalkan risiko keterlambatan sepanjang rantai pasok.

Pada manajemen risiko rantai pasok sumbernya dapat digolongkan ke dalam lima golongan yaitu *supply*, *control*, *process*, *demand* dan *environment risk*. Ketidapastian rantai pasok tersebut menjadi akar penyebab masalah keterlambatan proyek konstruksi. Gosling et al. (2012) telah mengemukakan faktor risiko berdasarkan *supply*, *control*, *process*, dan *demand*, sepanjang rantai pasok yang berbentuk siklus seperti yang terlihat pada gambar 2.1 dibawah ini.



Gambar 2.2 Sumber risiko dalam siklus ketidakpastian rantai pasok
(Sumber : Gosling, et al, 2012)

2.5 SUMBER DAYA PROYEK KONSTRUKSI

Sumber daya diperlukan guna melaksanakan pekerjaan-pekerjaan yang merupakan komponen proyek. Hal tersebut dilakukan terkait dengan ketepatan perhitungan unsur biaya, mutu, dan waktu. (Jantje, 2012). Pengelolaan dalam hal efektivitas dan efisiensi pemakaian sumber daya akan memberikan akibat biaya dan jadwal pelaksanaan pekerjaan tersebut. Khusus dalam masalah sumberdaya, proyek menginginkan agar sumber daya tersedia dalam kualitas dan kuantitas yang cukup pada waktunya, digunakan secara optimal dan dimobilisasi secepat mungkin setelah tidak diperlukan.

Secara umum sumber daya adalah suatu kemampuan dan kapasitas potensi yang dapat dimanfaatkan oleh kegiatan manusia untuk kegiatan sosial ekonomi (Jantje,dkk, 2012). Sehingga lebih spesifik dapat dinyatakan bahwa sumber daya proyek konstruksi merupakan kemampuan dan kapasitas potensi yang dapat dimanfaatkan untuk kegiatan konstruksi.

Sumber daya proyek konstruksi terdiri dari beberapa jenis diantaranya biaya, waktu, sumber daya manusia, material, dan juga peralatan yang digunakan dalam pelaksanaan proyek, dimana dalam mengoperasionalkan sumber daya-sumber daya tersebut perlu dilakukan dalam suatu sistem manajemen yang baik, sehingga dapat dimanfaatkan secara optimal (Jantje,dkk,2012). Langkah pertama dalam pengelolaan biaya proyek yaitu membuat perkiraan biaya yang dibutuhkan untuk pengadaan sumber daya. Baik berupa sumber daya manusia maupun bukan sumber daya manusia, seperti material dan peralatan. Dalam hal ini yang dimaksud dengan perencanaan sumber daya adalah proses mengidentifikasi jenis dan jumlah sumber daya sesuai jadwal keperluan yang telah ditetapkan.

2.6 PEMBANGUNAN PROYEK *BREAKWATER* (PEMECAH GELOMBANG)

Pemecah gelombang atau dikenal juga sebagai pemecah ombak atau bahasa Inggris *breakwater* adalah prasarana yang dibangun untuk memecahkan ombak/gelombang dengan menyerap sebagian energi gelombang (Nyoman,2015 dikutip dalam Wirawan & Arman, 2018). Pemecah gelombang harus didesain sedemikian sehingga arus laut tidak menyebabkan

pendangkalan karena pasir yang ikut dalam arus mengendap di kolam pelabuhan.

Pemecah gelombang dibangun dengan maksud untuk melindungi wilayah perairan pelabuhan agar kapal dapat berlabuh dan melakukan bongkar muat barang dan penumpang dengan aman dan nyaman (Nyoman, 2015). Disamping itu juga digunakan untuk mengendalikan abrasi yang menggerus pantai. Disamping fungsi utama tersebut kadang-kadang digunakan untuk maksud ganda yaitu disamping sebagai pemecah gelombang untuk melindungi perairan pelabuhan juga dijadikan sebagai dermaga tempat kapal bertambat.

Pemecah gelombang (*breakwater*) merupakan pelindung utama bagi pelabuhan utama (Ari,dkk, 2014). Tujuan utama mengembangkan *breakwater* adalah melindungi daerah pedalaman perairan pelabuhan, yaitu memperkecil tinggi gelombang laut, sehingga kapal dapat berlabuh dengan tenang guna dapat melakukan bongkar muat. Untuk memperkecil gelombang pada perairan dalam, tergantung pada tinggi gelombang (H), lebar muara (b), lebar perairan pelabuhan (B) dan panjang perairan pelabuhan (L), mengikuti rumus empiris Thomas Stevenson. (Kramadibrata, 2002)

Dengan dibangunnya pemecah gelombang, maka arah gelombang laut asal (*inciden wave*) akan terganggu oleh adanya struktur baru tersebut, akan terjadi pembelokan arah maupun perubahan karakteristik gelombang yaitu tinggi, panjang dan waktu gelombang. (Nyoman, 2015). Perlindungan oleh pemecah gelombang terjadi karena berkurangnya energi gelombang yang sampai di sisi dalam perairan pelabuhan yang dilindungi di belakang bangunan yang biasa disebut *Leeward side*. Gelombang yang menjalar mengenai suatu bangunan peredam/lapisan pelindung yang biasa disebut *armour layer*, sebagian energinya akan dipantulkan (*refleksi*), sebagian diteruskan (*transmisi*) dan sebagian dihancurkan (*dissipasi*) melalui pecahnya gelombang, yang tergantung pada kekentalan *fluida*, gesekan dasar dan lain-lain. Pembagian besarnya energi gelombang yang dipantulkan, dihancurkan dan diteruskan tergantung karakteristik gelombang datang (periode, tinggi, kedalaman air), tipe bangunan peredam gelombang (permukaan halus atau kasar, lulus air atau tidak lulus air) dan geometrik bangunan peredam (kemiringan, elevasi, dan puncak bangunan). Berkurangnya energi

gelombang di daerah terlindung (*lee side*) akan mengurangi pengiriman sedimen di daerah tersebut. Pengiriman sedimen sepanjang pantai yang berasal dari daerah di sekitarnya akan diendapkan dibelakang bangunan. Pantai dibelakang struktur akan stabil dengan terbentuknya endapan sedimen tersebut.

Breakwater dibedakan berdasarkan tipe bangunannya dapat dibedakan menjadi tiga (Triatmodjo, 2016), yaitu pemecah gelombang sisi miring, pemecah gelombang sisi tegak, dan pemecah gelombang gabungan.

2.7 PRINSIP DIAGRAM PARETO

Diagram Pareto adalah histogram data yang mengurutkan dari frekuensi yang terbesar hingga yang terkecil (Evan&Lindsay,2007:87-89 dalam), serta dihitung juga kumulatifnya. Dalam diagram pareto yang diperlihatkan dengan diagram batang menunjukkan masalah berdasarkan urutan banyaknya kejadian. Setiap permasalahan diwakili oleh satu diagram batang. Masalah yang paling banyak terjadi akan menjadi diagram batang yang paling tinggi, sedangkan masalah yang paling sedikit akan diwakili oleh diagram batang yang paling rendah. (Henny Tisnowati et al., 2008). Diagram ini membantu manajemen secara cepat mengidentifikasi area paling kritis yang membutuhkan perhatian khusus dan cepat. Analisis pareto adalah proses dalam memperingkat peluang untuk menentukan peluang potensial mana yang harus dikejar lebih dahulu. Analisis paretoharus digunakan pada berbagai tahap dalam suatu program peningkatan kualitas untuk menentukan langkah mana yang diambil berikutnya (Clara & Hendy, 2016).

2.8 EVALUASI *MEAN ABSOLUTE PERCENTAGE ERROR (MAPE)*

Mean Absolute Percentage Error (MAPE) adalah nilai rata – rata perbedaan absolut yang ada diantara nilai dari prediksi dan nilai realisasi yang disebutkan sebagai hasil persenan dari nilai realisasi (Ida & Indra, 2020). Penggunaan Mean Absolute Percentage Error (MAPE) pada evaluasi dari hasil peramalan dapat melihat tingkat akurasi terhadap angka peramalan dan angka realisasi. Nilai Mean Absolute Percentage Error (MAPE) dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 2.1 berikut :

$$MAPE = \left| \frac{ActI-Sim}{Act} \right| \times 100\% \dots\dots\dots (2.1)$$

2.9 RISIKO-RISIKO PROYEK *BREAKWATER*

Dalam proyek pembangunan *breakwater* terdapat beberapa risiko yang dapat terjadi sehingga menyebabkan suatu proyek mengalami suatu hambatan dalam penyelesaian. Jenis identifikasi risiko dalam proyek *breakwater* sejak awal pelaksanaan hingga akhir pelaksanaan dapat diklasifikasikan berdasarkan identifikasi bahaya yang terdapat pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 Jenis Identifikasi Risiko dalam proyek breakwater (Helmi,2018)

Item	Bahaya Hazard	Resiko
1. Pekerjaan Persiapan	1.1 Mobilisasi alat berat	<ul style="list-style-type: none"> • Alat rusak • Terperosok • Lalu lintas terganggu
	1.2 Pengukuran MC 0 + Buka Lahan	<ul style="list-style-type: none"> • Digigit binatang berbisa • Iritasi • Tangan tergores • Tertusuk benda tajam • Terperosok • Tenggelam saat bekerja diatas air • Tersengat listrik
	1.3 Traffic management di kantor Pottere dan di site	<ul style="list-style-type: none"> • kecelakaan lalu lintas di jalan - tabrakan kendaraan / cedera perorangan • Kerusakan material & peralatan – kerugian keuangan dan produksi
	1.4 Tersentuh dengan instalasi existing pada saat pembukaan lahan.	<ul style="list-style-type: none"> • Sengatan listrik / Kebakaran akibat Listrik • Kebocoran Gas / ledakan gas • Kebocoran saluran air / banjir • Kebocoran saluran Air Kotor/Limbah • Insiden mengakibatkan kerusakan - denda
	1.5 Bangunan sementara yang tidak aman	<ul style="list-style-type: none"> • Kebakaran • Sengatan listrik / kebakaran yang • Runtuhnya bangunan sementara • Kerusakan material & peralatan – kerugian keuangan dan produksi

2. Umum dan Bekerja dalam Kantor Proyek	2.1 Instalasi Listrik untuk pekerjaan sementara	<ul style="list-style-type: none"> • Orang tersengat listrik (sambungan tidak diisolasi/kabel terkelupas, panel tidak standar, kabel tergenang air) • Kabel Terbakar (kabel tidak standar, pemakaian tidak sesuai kapasitas)
	2.2 Membuka pintu	<ul style="list-style-type: none"> • Terjepit pintu karena kurang hati-hati saat menutup dan membuka pintu • Terbentur pintu saat membuka dan menutup pintu • Tersangkut daun pintu ketika akan masuk atau keluar
	2.3 Bekerja di depan komputer	<ul style="list-style-type: none"> • Mata lelah • Sakit punggung • Tersengat listrik
	2.4 Menerima telepon masuk	<ul style="list-style-type: none"> • Terkena sambaran petir • Tersengat aliran listrik
	2.5 Pemakaian alat pemotong kertas paper cutter	<ul style="list-style-type: none"> • Jari terpotong, tergores, luka
	2.6 Pemakaian stapler	<ul style="list-style-type: none"> • Jari tangan tertusuk
	2.7 Pengambilan file / folder dari rak lemari	<ul style="list-style-type: none"> • Terjatuh pada saat mengambil • Menghirup debu • Kejatuhan arsip yang ada dilemari
	2.8 Pemakaian white board	<ul style="list-style-type: none"> • Sesak napas terkena debu • Keracunan tinta dari white board
	2.9 Mengidupkan dan mematikan lampu	<ul style="list-style-type: none"> • Tersengat listrik • Kebakaran
	2.10 Penggunaan mesin foto copy	<ul style="list-style-type: none"> • Terkena radiasi dari mesin fotocopy • Keracunan tinta

	<ul style="list-style-type: none"> • Tersengat listrik • Kebakaran akibat konsleting
2.11 Penggunaan mesin printer	<ul style="list-style-type: none"> • Keracunan tinta • Tersengat listrik • Kebakaran akibat konsleting
2.12 Pemakaian AC dalam ruangan	<ul style="list-style-type: none"> • Keracunan gas Freon • Dehidrasi
2.13 Penggunaan dispenser	<ul style="list-style-type: none"> • Terkena air panas ketika mengambil air • Tersengat aliran listrik • Konsleting, kebakaran
2.14 Aktifitas pemakaian dapur	<ul style="list-style-type: none"> • Kebakaran • Terpeleset / terjatuh • Terkena suhu panas
2.15 Kantin / Dapur	<ul style="list-style-type: none"> • Tergelincir pada permukaan tanah yang basah • Mendidih – air panas • Koki masak • Listrik <ul style="list-style-type: none"> • Microwave • Pembersih kimia • Dermatitis • Peralatan dapur yang tajam

	<ul style="list-style-type: none"> • Kebocoran gas • Keracunan makanan
2.16 Pemakaian toilet	<ul style="list-style-type: none"> • Terpeleset / terjatuh • Terbentur
2.17 Mengambil air wudhu	<ul style="list-style-type: none"> • Jatuh / terpeleset • terbentur
2.18 Orang masuk ke kantor atau ke area proyek MNP	<ul style="list-style-type: none"> • Sabotase alat • Pencurian barang / asset dari proyek MNP • Luka tusuk / memar
2.19 Mengatur parkir	<ul style="list-style-type: none"> • Akses yang tidak tepat dan tidak mencukupi • Pergerakan kendaraan di sekitar area parkir • Praktik housekeeping yang buruk • Permukaan parkiran mobil
2.20 Proses evakuasi	<ul style="list-style-type: none"> • Jatuh / tersandung • Terinjak • Tidak mengetahui jalur evakuasi • Dokumen atau barang rusak • Akses terhalang
2.21 Memadamkan api dengan APAR	<ul style="list-style-type: none"> • Terkena handle APAR yang lepas • Sesak napas • Sakit mata • Terbakar
2.22 Pembersihan area pembuatan kantor	<ul style="list-style-type: none"> • Sesak nafas • Tertusuk paku

		<ul style="list-style-type: none"> • Kejatuhan benda
	2.23 Pengoperasian genset	<ul style="list-style-type: none"> • Tersengat arus listrik • Terbakar / meledak genset • Tuli
	2.24 Patroli lapangan dan kantor potere	<ul style="list-style-type: none"> • Terjatuh • Terluka karena menghadapi pencuri • Terkena bahan kimia • Tenggelam saat patrol ditepi dermaga • Tertusuk paku
	2.25 Trafic management alat berat area site	<ul style="list-style-type: none"> • Tertabrak swing excavator dan truck • Terjatuh • Terlindas excavator dan truck
	2.26 Bongkar muat barang secara manual	<ul style="list-style-type: none"> • Sakit punggung • Tangan kaki terkilir • Tangn dan kaki terjepit
	2.27 Lokasi lapangan dan kantor potere banjir	<ul style="list-style-type: none"> • Tersengat listrik • Asset atau barang hanyut
	2.28 Klinik di proyek	<ul style="list-style-type: none"> • Cedera fisik / jangka panjang berujung pada kesehatan yang buruk • Api
	2.29 Kurangnya pengelolaan fasilitas sampah / limbah	<ul style="list-style-type: none"> • Meningkatnya kapasitas api • Masalah housekeeping secara umum • Terhalangnya akses kerja • Wabah hama / serangga

3. Alat Pelindung Diri	<p>3.1 Kurangnya tersedia alat pelindung diri / APD Atau Kurangnya disiplin pemakaian alat pelindung diri / APD (kesalahan penggunaan alat pengaman diri / APD)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Insiden tinggi pada kondisi yang tidak aman misalnya kerja yang tidak aman di ketinggian • Insiden tinggi pada kepala, mata, tangan dan kaki misalnya cedera pemotongan / laserasi, lecet, luka tembus, luka mata, luka terbentur dll • Peningkatan dampak bahaya kesehatan jangka panjang misalnya kebisingan / debu
	<p>3.2 Kurangnya pelatihan dalam penggunaan Alat Pelindung Diri / APD</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Insiden tinggi dari kondisi yang tidak aman misalnya pada saat penggunaan Body Harness tidak benar (harness / shock absorber / lanyard) • Insiden tinggi cedera karena kurangnya kesadaran ketika menggunakan alat pengaman diri • Salah pilih APD misal Penggunaan sarung tangan yang tidak sesuai, atau salah dalam pemilihan pelindung mata yang dapat mengakibatkan ke cedera
	<p>3.3 Alat pelindung & PPE tidak memenuhi standar / kualitas buruk</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Kerusakan APD menyebabkan cedera atau masalah kesehatan jangka panjang
4. Mesin Mobile dan Kendaraan	<p>4.1 Pengadaan Alat Berat & kendaraan yang tidak standar</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Kegagalan selama pekerjaan misal selama kegiatan penggalian • Kehilangan produksi dan financial akibat karantina mesin / kendaraan

	4.2 Kurangnya pemeliharaan peralatan & sertifikasi	<ul style="list-style-type: none"> • Cedera fisik atau kerusakan karena kegagalan selama operasi misalnya selama mengangkat • Kehilangan produksi dan finansial akibat kerusakan • Kehilangan produksi dan finansial akibat karantina mesin / kendaraan
	4.3 Pengoperasian peralatan oleh personil yang berkompoten	<ul style="list-style-type: none"> • Cedera fisik atau kerusakan karena kesalahan operator • Kerusakan peralatan atau struktur karena kesalahan operator
	Kebisingan	<ul style="list-style-type: none"> • Gangguan kesehatan jangka panjang - gangguan pendengaran
	Getaran	<ul style="list-style-type: none"> • Gangguan kesehatan jangka panjang – gangguan getaran pada jari
5. Penanganan Keamanan dan Kondisi darurat (Kebakaran, Tsunami, Banjir, Gempa Bumi dan Huru Hara)	5.1 Kurangnya keselamatan kebakaran dan keadaan darurat	<ul style="list-style-type: none"> • Penghentian kerja menyebabkan kerugian finansial dan produksi • Cedera fisik • Kerusakan akibat api / asap yang menyebabkan kerugian finansial dan produksi
	5.2 Kurangnya peralatan pemadam kebakaran	<ul style="list-style-type: none"> • Penyebaran Api • Penghentian kerja menyebabkan kerugian finansial dan produksi

	<ul style="list-style-type: none"> • Cedera fisik • Kerusakan akibat api / asap yang menyebabkan kerugian finansial dan produksi
5.3 Pengadaan peralatan pemadam kebakaran yang tidak standar	<ul style="list-style-type: none"> • Penghentian kerja menyebabkan kerugian finansial dan produksi • Cedera fisik • Kerusakan akibat api / asap yang menyebabkan kerugian finansial dan produksi
5.4 Penyimpanan tidak aman dari bahan yang mudah terbakar dan substansinya	<ul style="list-style-type: none"> • Pembakaran / penyebaran api
5.5 Tsunami	<ul style="list-style-type: none"> • Terseret air • Tersesat kearah bahaya • Terjatuh • Terinjak
5.6 Gempa bumi	<ul style="list-style-type: none"> • Tertimbun reruntuhan • Terjatuh • Terinjak • Tersesat kearah bahaya
5.7 Menanggulangi huru-hara	<ul style="list-style-type: none"> • Terkena ledakan • Terkena busur • Terjatuh • Terbakar • Terkena panas
5.8 Kegagalan merespon perubahan kondisi	<ul style="list-style-type: none"> • Kurangnya peralatan pemadam kebakaran di lokasi-lokasi penting

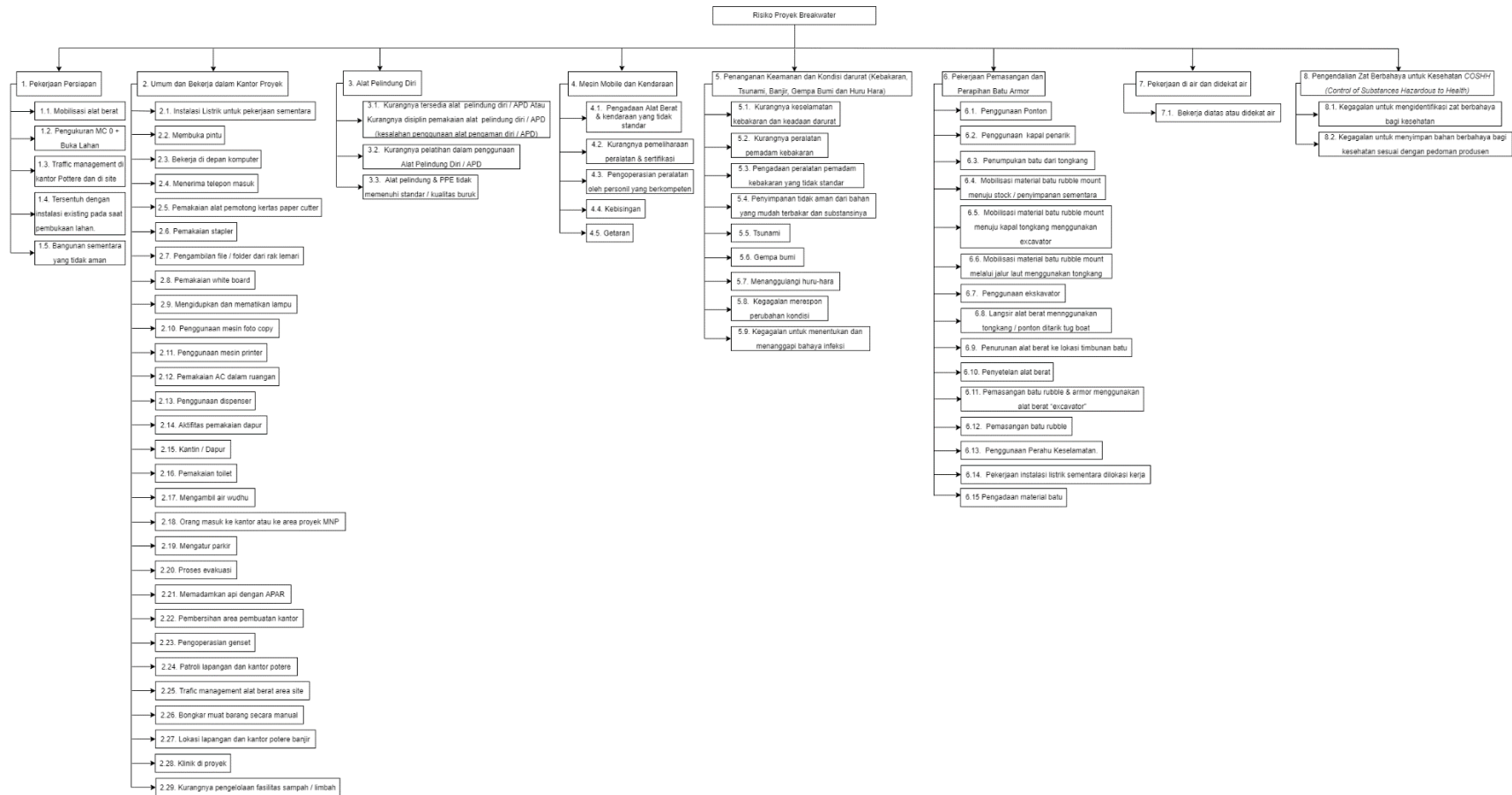
		<ul style="list-style-type: none"> • Kegagalan untuk mengenali perubahan resiko kebakaran /pemuatan api • Kegagalan untuk mengganti peralatan pemadam kebakaran disaat kekurangan peralatan pemadam kebakaran
	5.9 Kegagalan untuk menentukan dan menanggapi bahaya infeksi	<ul style="list-style-type: none"> • Sakit / epidemi dari infeksi virus atau bakteri • Gangguan kesehatan / keracunan akibat bisa / ancaman satwa liar
6. Pekerjaan Pemasangan dan Perapihan Batu Armor	6.1 Penggunaan Ponton	<ul style="list-style-type: none"> • Crane / Excavator Overturning; • Persons/equipment falling overboard; • Slips, trips and falls; • Falling objects; • Chemical hazards; • Access to vessel; • Other marine traffic; • Stability of the marine equipment; • Grounding;
	6.2 Penggunaan kapal penarik	<ul style="list-style-type: none"> • Jatuh ke air • <i>Terjatuh dari kapal</i> • <i>Personil yang tertabrak saat lifting dan menggeser beban</i> • <i>Gagal mengangkat peralatan</i> • <i>Mesin rusak/gagal menyala</i> • Bahan disimpan dari jangkauan Quay • jari / tangan Terjebak ; • <i>Kapal transportasi kelebihan belok</i>

	6.3 Penumpukan batu dari tongkang	<ul style="list-style-type: none"> • Akses ke tongkang untuk personil • Traffic, • Pengoperasian crane • Seseorang yang jatuh ke air • Keributan/kebisingan
	6.4 Mobilisasi material batu rubble mount menuju stock / penyimpanan sementara	<ul style="list-style-type: none"> • Menabrak • Terperosok • terlindas • Terguling • Tertimbun
	6.5 Mobilisasi material batu rubble mount menuju kapal tongkang menggunakan excavator	<ul style="list-style-type: none"> • Menabrak • Terkena swing excavator • Terperosok / tercebur ke laut • Terguling • Terlindas
	6.6 Mobilisasi material batu rubble mount melalui jalur laut menggunakan tongkang	<ul style="list-style-type: none"> • Tenggelam • Tongkang dan tug boat kandas • Tongkang dan tug boat tenggelam • Tongkang dan tug boat menabrak
	6.7 Penggunaan ekskavator	<ul style="list-style-type: none"> • Orang yang terjebak ketika mengayun • Kontak dengan instalasi yang terkubur atau di ketinggian • Kontak dengan pejalan kaki, mesin lain, benda tetap ketika bergerak atau mengayun

		<ul style="list-style-type: none"> • Terjungkir akibat kelebihan beban, bekerja di lereng • Bahaya yang berhubungan ketika digunakan sebagai crane • Kegagalan mekanis (seperti (seperti quick hitch bucket yang tak sengaja lepas) • Bahaya mekanis, tekanan cairan, listrik dari transmisi tenaga • Tergelincir/terjatuh ketika mendaki masuk atau keluar kabin • Kebisingan dan getaran
	6.8 Langsir alat berat menggunakan tongkang / ponton ditarik tug boat	<ul style="list-style-type: none"> • Orang tenggelam • Kapal tongkang / ponton tenggelam • Kapal tongkang / tugboat menabrak • Kapal tongkang / tug boat kandas
	6.9 Penurunan alat berat ke lokasi timbunan batu	<ul style="list-style-type: none"> • Tertabrak alat berat • Terlindas alat berat • Tercebur / terperosok kelaut • Timbunan pasir amblas / longsor
	6.10 Penyetelan alat berat	<ul style="list-style-type: none"> • Terjepit • Tergores • Tersengat listrik • Sesak nafas

	<ul style="list-style-type: none"> • Mata terkena debu
6.11 Pemasangan batu rubble & armor menggunakan alat berat "excavator"	<ul style="list-style-type: none"> • Cedera fisik • Kejatuhan material batu armor • Terkena swing alat berat "excavator" • Tertabrak excavator • Terlindas excavator • Tenggelam • Sesak nafas karena debu
6.12 Pemasangan batu rubble	<ul style="list-style-type: none"> • Terkena swing excavator • Tertabrak excavator • Tenggelam • Terjepit batu • Kejatuhan batu rubber • Tersandung • Excavator terguling • Excavator terperosok
6.13 Penggunaan Perahu Keselamatan.	<ul style="list-style-type: none"> • Terjatuh ke perairan • Terjatuh dari perahu • Mogok; • Jari/tangan terjepit
6.14 Pekerjaan instalasi listrik sementara dilokasi kerja	<ul style="list-style-type: none"> • Terkena sengatan arus listrik • Terjatuh kedalam lubang galian • Kebakaran • Luka tersayat
6.15 Pengadaan material batu	<ul style="list-style-type: none"> • Penghentian kerja produksi material batu akibat non teknis

		<ul style="list-style-type: none"> • Kehilangan produksi material batu akikibat kerusakan alat
7. Pekerjaan di air dan didekat air	7.1 Bekerja diatas atau didekat air	<ul style="list-style-type: none"> • Orang jatuh ke dalam air yang berakibat orang tenggelam, hypothermia atau menyebabkan orang menelan • Terjadi kontak dengan lalu lintas laut atau kerusakan terhadap peralatan air • Mesin Jatuh kedalam air yang menyebabkan cedera
8. Pengendalian Zat Berbahaya untuk Kesehatan <i>COSHH (Control of Substances Hazardous to Health)</i>	8.1 Kegagalan untuk mengidentifikasi zat berbahaya bagi kesehatan	<ul style="list-style-type: none"> • Cedera fisik / jangka panjang berujung pada kesehatan yang buruk
	8.2 Kegagalan untuk menyimpan bahan berbahaya bagi kesehatan sesuai dengan pedoman produsen	<ul style="list-style-type: none"> • Cedera fisik / jangka panjang berujung pada kesehatan yang buruk • Api



Gambar 2.3 Diagram Alir Risk Breakdown Structure

Diagram Alir *Risk Breakdown Structure* pada gambar 2.3 merupakan RBS atau Risk Breakdown Strukture pada Proyek Pembangunan Breakwater Makassar New Port (Paket C) yang terdiri dari beberapa tahapan identifikasi resiko dari awal hingga akhir pelaksanaan proyek. Dalam penelitian ini akan dikaji terkait resiko-resiko yang terjadi pada pelaksanaan pekerjaan pemasangan dan perapihan batu armor.

2.10 MONTE CARLO

Simulasi Monte Carlo merupakan sebuah teknik sampling statistik yang dipakai untuk memperkirakan solusi terhadap masalah – masalah kuantitatif (Monte Carlo Method, 2008). Dalam pelaksanaan, model ini dibangun berdasarkan system yang sebenarnya. Hasil pengolahan nantinya akan berupa grafik scatter port antara probabilitas dan dampak. Grafik scatter port digunakan untuk melihat pengaruh risiko itu antara probabilitas terhadap dampak. Nilai dari simulasi likelihood akan dianggap sebagai nilai terikat dan nilai simulasi dari *consequences* sebagai nilai bebas.

Dengan mempertimbangkan dampak dari ketidakpastian, analisis risiko biasanya digunakan dalam *project* konstruksi sebagai identifikasi isu potensial yang mengganggu kontigensi proyek. Simulasi merupakan salah satu solusi sebagai antisipasi dalam analisis risiko di proyek konstruksi, dan metode untuk mengestimasi efek acak dari masalah yang kompleks dengan menggunakan program computer (Liu, 2002). Pembangunan model simulasi Monte Carlo didasarkan pada probabilitas yang diperoleh data *historis* sebuah kejadian dan frekuensinya, dimana :

$$P_i = \frac{f_i}{n} \dots\dots\dots (2.2)$$

Dimana :

P_i = Probabilitas kejadian

F_i = Frekuensi kejadian

N = jumlah frekuensi semua kejadian

Terdapat 5 langkah sederhana yang akan dilakukan simulasi monte carlo sebagai berikut :

- 1) Menetapkan Sebuah Frekuensi Probabilitas

Ide dasar simulasi Monte Carlo adalah untuk membangkitkan nilai untuk variabel pada model yang sedang diuji. Sebuah cara untuk menetapkan frekuensi dari probabilitas bagi risiko tertentu adalah dengan menguji hasil historis. Probabilitas atau frekuensi relatif untuk setiap hasil yang mungkin dari sebuah risiko didapat dengan membagi frekuensi observasi dengan jumlah observasinya.

2) Membuat Probabilitas Kumulatif Di Setiap Risiko

Setelah menentukan probabilitas dari frekuensi selanjutnya adalah mengubah menjadi probabilitas kumulatif. Hal ini untuk menentukan bahwa hanya satu risiko akan diasosiasikan dengan satu bilangan acak

3) Menentukan Interval Angka Random Untuk Setiap Risiko

Nilai interval didapatkan dari kumulatif setiap risiko. Interval ini nantinya akan digunakan sebagai penentu pada nilai berapa nilai random yang ditemukan berada.

4) Membuat angka random dari Distribusi tiap Variabel Angka random yang digunakan adalah nilai antara 1-100.

Angka random didapatkan dari distribusi tiap risiko yang ditemukan dengan bantuan software easyfit. Dari hasil distribusi tersebut maka dicari angka random dengan bantuan program @risk sehingga ditemukan angka random 1-100.

5) Membuat Simulasi Dari Rangkaian Percobaan

Simulasi dilakukan dengan menentukan pada interval berapa nilai random tersebut muncul pada data. Random dilakukan sebanyak 15 kali sesuai jumlah data responden penelitian. Dari simulasi yang dilakukan dicari nilai rata – rata dengan parameter mendekati nilai eksepetasi. Nilai eksepetasi didapatkan dari probabilitas dikali dengan skala penelitian. Semakin nilai random mendekati nilai eksepetasi, berarti nilai - nilai random hasil simulai yang terbentuk semakin mirip dengan data aslinya.

Bilangan acak yang digunakan dalam simulasi Monte Carlo ini merupakan sebuah representasi dari situasi yang tidak pasti dalam sebuah sistem yang nyata (Cahyo, 2008). Setelah diperoleh nilai outcome hasil simulasi Monte Carlo maka langkah berikutnya adalah melakukan wawancara kepada project manager untuk diperoleh strategi dari tingkatan risiko.

2.11 STATE OF THE ART

Tabel 2.2 menunjukkan rangkaian penelitian yang berhubungan dengan analisis risiko rantai pasok pekerjaan *breakwater* dengan metode monte carlo studi kasus proyek makassar *new port* sebagai berikut :

Tabel 2. 2 *State of the art* Analisis Risiko Rantai Pasok Pekerjaan Breakwater Dengan Metode Monte Carlo Studi Kasus Proyek Makassar New Port

No	Judul Penelitian	Penulis penelitian	Tahun penelitian	Permasalahan Penelitian	Tujuan Penelitian	Variabel Penelitian		Metode Penelitian		Hasil Penelitian	Pub Prosiding
						Variabel X	Variabel Y	Data	Analisis		
1.	Analisis Risiko dalam Construction Supply Chain: Studi Kasus pada Proyek Renovasi Gedung Kantor VEDCA	Akhmad Sutoni , Dhendi Rukma Kurniadi	2019	Permasalahan terjadi dalam aliran informasi yang kurang terjalin, aliran material yang tidak sesuai dengan rencana dan aliran dana yang tidak tentu sehingga hal ini memungkinkan perusahaan mengalami risiko-risiko yang membuat penurunan keuntungan	Untuk mengidentifikasi faktor risiko aliran dalam sistem supply chain pada proyek konstruksi gedung yang berpengaruh pada penurunan keuntungan kontraktor. Selain itu juga untuk merekomendasi tindakan pengelolaan terhadap major risk pada risiko dalam aliran yang paling berpengaruh.	Sistem supply chain yaitu flow of information (X1), flow of materials (X2) dan flow of funds (X3)		Survei menggunakan kuesioner	Analisis regresi linear berganda	Penilaian risiko menghasilkan 12 major risk (4 risiko dalam aliran informasi, 6 risiko dalam aliran material dan 2 risiko dalam aliran dana). Risiko dalam aliran material adalah risiko yang memiliki pengaruh terbesar diantara variabel lain, sehingga perlu dilakukan penanganan.	

2.	Analisa risiko rantai pasok konstruksi dengan menggunakan model simulasi	Herlinda Rachmasari	2019	Risiko rantai pasok sering terjadi dikarenakan spesifikasi disain kurang optimal, pemilihan rantai pasok yang kurang baik, pengiriman material yang bermasalah atau manajemen dalam penyimpanan material yang tidak tertata	memberikan strategi pada setiap aktivitas rantai pasok yang paling beresiko pada proyek konstruksi	data informasi proyek		kuisisioner dan wawancara	Model simulasi dibantu dengan simulasi Monte Carlo dengan menggunakan Microsoft excel. Distribusi tiap risiko dibantu dengan program easy fit dan nilai random dengan menggunakan program @risk.	menemukan bahwa dari 30 risiko yang telah dilakukan simulasi monte, 4 risiko masuk dalam penilaian risiko tinggi, 11 risiko masuk penilaian risiko medium dan 15 risiko masuk penilaian risiko rendah	Te
----	--	---------------------	------	---	--	-----------------------	--	---------------------------	--	---	----

3.	Identifikasi risiko rantai pasok batu boulder dalam pekerjaan konstruksi pengaman pantai (study kasus : pembangunan tembok pengaman pantai desa matani	Deny Wongkar, Fabian J. Manoppo, Grace Y. Malingkas	2020	apakah rantai pasok batu boulder menjadi kriteria dominan dalam evaluasi penawaran penyedia jasa pekerjaan konstruksi tembok pengaman pantai	mengidentifikasi dan menganalisis rantai pasok material batu boulder dimulai proses pemilihan penyedia pekerjaan konstruksi tembok pengaman pantai di pesisir pantai Amurang, menganalisis kriteria-kriteria dan sumber risiko tembok pengaman pantai. Dan mendapatkan identitas pemasok batu boulder (Quarry)	identitas pemasok batu boulder (Quarry)		Wawancara	analisis keputusan menggunakan metode Analytical Hierarchy Process (AHP)	Analisis 29 (dua puluh sembilan) faktor-faktor risiko dan 6 (enam) sumber sumber risiko, didapat bahwa faktor risiko X-12 yaitu kemampuan manajerial dalam hal tidak adanya dukungan quarry (pemasok) dalam fungsi manajemen proyek, mempunyai unsur dominan sebesar 11% (sebelas persen). Didapat 6 (enam) identitas pemasok batu boulder Disarankan dukungan quarry (pemasok) batu boulder menjadi salah satu yang dapat dievaluasi oleh kelompok kerja pemilihan
----	--	---	------	--	--	---	--	-----------	--	---

4.	Rantai pasok material dengan pendekatan manajemen risiko pada pembangunan bangunan pengaman pantai miangas	Alfianus Palisungan, Ariestides K. T. Dundu, Debby Willar	2020	masalah keterlambatan distribusi material yang sangat berpengaruh pada progress kemajuan pekerjaan di Pulau Miangas	pengelolaan rantai pasok material terutama dalam memitigasi faktor risiko pada Pembangunan Bangunan Pengaman Pantai di Pulau Miangas	Variabel bebas pada penelitian ini adalah semua Risiko-Risiko yang teridentifikasi terkait dengan Rantai pasok Material ke lokasi proyek (Pulau Miangas)	Variabel terikat dalam penelitian ini adalah rantai pasok seluruh material proyek yang berpengaruh pada keterlambatan (waktu)	survey dengan teknik purposive sampling dan interview kepada responden	metode analisa deskriptif, analisa statistik dan AHP (Analytic Hierarchy Process)	Hasil penelitian menunjukkan bahwa keterlambatan pendistribusian material pada proyek pembangunan Bangunan Pengaman Pantai Miangas akan berdampak pada minimnya penyerapan anggaran menyebabkan output proyek tidak sesuai yang direncanakan
----	--	---	------	---	--	--	---	--	---	--